

Windmolens op Texel: de concept-RES en een verkenning van de kansen

De concept-RES: nieuwe ideeën over duurzame energieopwekking in Noord-Holland Noord

Aanleiding voor het samenstellen van deze notitie is het verschijnen van de Nota Concept-Regionale Energiestrategie Noord-Holland Noord (concept-RES) van de provincie Noord-Holland (1). In de concept-RES wordt een eerste verkenning uitgevoerd van de potentiële gebieden voor de situering van locaties waar hernieuwbare energie kan worden gegenereerd. De nota zegt er (iets ingekort) het volgende over:

Gesprekken en bijeenkomsten in het voortraject hebben geleid tot het formuleren van de doelstelling om een bijdrage van 2,0 TWh vanuit Noord-Holland Noord aan de landelijke opgave van 35 TWh in 2030 te leveren. Dit bovenop de ca. 2,2 TWh die nu al in de energieregio wordt opgewekt. Het totale aanbod van Energieregio Noord-Holland Noord komt daarmee op 4,2 TWh. Kijkend naar het geschatte elektriciteitsgebruik van Noord-Holland Noord in 2030, is deze energiestrategie een realistische stap op weg naar een CO₂-neutrale regio in 2050. De concept-RES geeft bovendien inzicht in zoekgebieden waarbinnen de kansen en aandachtspunten verder kunnen worden verkend.

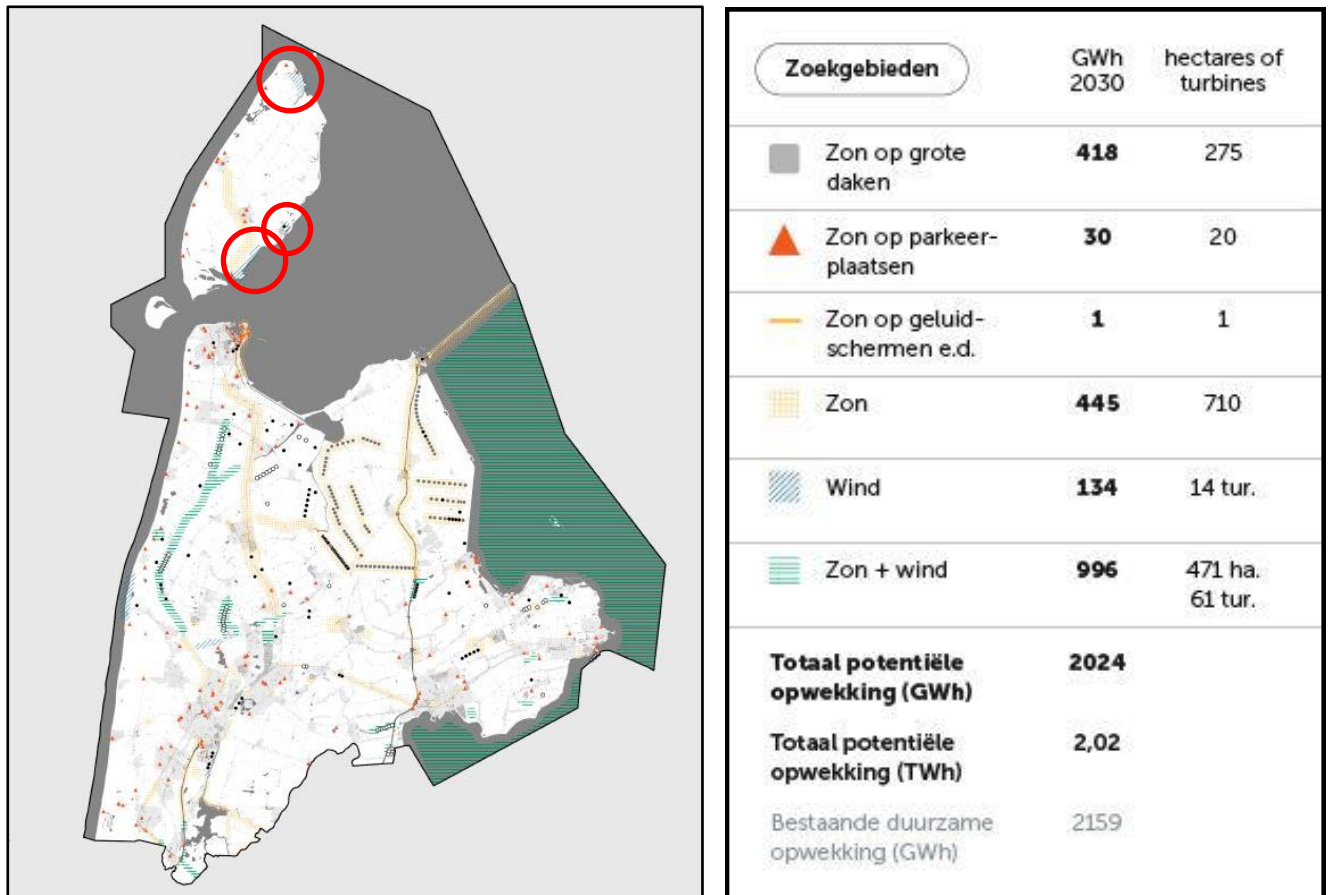
De concept-RES is een tussenstap in de periode naar juli 2021 wanneer de 'RES 1.0' gereed moet zijn. De concept-RES is ook de eerste stap van een langjarige, regionale samenwerking om uitvoering te geven aan de energietransitie. De concept-RES bevat een eerste verkenning naar richtinggevende zoekgebieden en kansen, op basis waarvan een aanbod aan opwekking van hernieuwbare energie is gebaseerd. De precieze haalbaarheid, wenselijkheid en invulling van de zoekgebieden worden nader onderzocht. Er kunnen zoekgebieden afvallen en nieuwe initiatieven bij komen die op wenselijkheid en haalbaarheid worden onderzocht.

Doel van de concept-RES is om een proces te starten om ideeën en voorstellen van belanghebbenden een plek te geven. Daarbij is inspraak mogelijk. Gemeenteraden, Provinciale Staten en het algemeen bestuur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) kunnen hun wensen en bedenkingen bij de concept-RES indienen. Deze worden verwerkt in de RES 1.0 die voor 1 juli 2021 (streefdatum) ter vaststelling wordt aangeboden aan de gemeenteraden, Provinciale Staten en het algemeen bestuur van het Hoogheemraadschap.

In de concept-RES wordt voorgerekend dat voor de opwekking van 1 TerraWattuur (1 TWh=1000MWh) 50-65 windturbines (van elk 5,6 MW) nodig zijn, of 110- 130 windturbines van 3 MW of 1100-1500 ha. zonnepark. Zoals hierboven is aangegeven streeft de concept-RES naar een realisatie van 2,0 TWh in 2030. In de nota wordt voor Noord-Holland-Noord een kaart met zoekgebieden gepresenteerd (Figuur 1). De concept-RES erkent dat de ontwikkeling van windparken langs de randen van de Waddenzee op gespannen voet kan staan met de Europese wet- en regelgeving (die inmiddels is verankerd in de Nederlandse Natuurwet). De nota zegt hier het volgende over:

De Nederlandse kustzones zijn van essentieel belang als internationale migratieroute van trekvogels en vleermuizen. Het gaat hierbij om de kust van de Noordzee, de Waddenzee, de Marker- en IJsselmeerkust en de Afsluitdijk. In Noord-Holland Noord zijn in al deze gebieden zoekgebieden voor windopstellingen ingetekend. In het IJsselmeer en Markermeer gaat het om uitgebreide zoekgebieden. Langs de Waddenzee kust op Texel en langs de Noordzeekust gaat het om kleinere locaties. Het plaatsen van windturbines in bekende migratiegebieden kan migratieroutes en rustgebieden aantasten. Populaties worden in het IJssel- en Markermeer mogelijk op internationale schaal beïnvloed.

De zoekgebieden voor windenergie sluiten plaatselijk nog niet aan op het huidige internationale beleid en de huidige internationale wetgeving. Europese natuurwetgeving en internationale afspraken ten aanzien van migratieroutes maken het op dit moment moeilijk invulling te geven aan de zoekgebieden voor windenergie. Voor invulling van de zoekgebieden moeten de mogelijkheden nader worden verkend. Hierover moet per gebied nadere afstemming met het bevoegd gezag plaatsvinden.



Figuur 1. Zoekgebieden voor windturbines en zonne-energie in Noord-Holland Noord, zoals gepresenteerd in de nota Concept-RES (1). De drie zoekgebieden voor windenergie op Texel (blauw gearceerd) zijn d.m.v. rode cirkels geaccentueerd. De zoekgebieden voor zonenergie is geel gearceerd weergegeven.

Windenergie: huidige stand van zaken

Windenergie heeft in de afgelopen 30 jaar een grote vlucht genomen en de installatie van windparken heeft geleid tot een veelheid aan studies naar de effecten van windparken in binnen- en buitenland. Was er in de jaren 2000-2005 sprake van 0-5 publicaties in de wetenschappelijke literatuur per jaar, tussen 2010-2015 was dit aantal gestegen naar vele tientallen (2). Van de kleine Lagerwey 20 KW turbines uit 1979, met een masthoogte van 25m en een rotordiameter van 15m, heeft de techniek zich doorontwikkeld naar 3MW turbines met een masthoogte van 100m en een rotordiameter van 80m (het type dat in de Eemshaven is geplaatst). Dit levert een tiphoogte van max. 140m op. De locaties waar de 1800 windturbines in Nederland (3) zijn geplaatst zijn weergegeven in Bijlage 1 van deze notitie.

Het plaatsen van windturbines levert vaak problemen op bij omwonenden: moderne windturbines hebben een sterk beeldbepalend karakter, zijn vaak moeilijk inpasbaar in het landschap, veroorzaken slagschaduw en ze maken een zovend geluid dat door omwonenden als hinderlijk kan worden ervaren. Windturbines kunnen ook negatieve effecten op de natuur hebben, vooral op vogels. Volgens schattingen sterven er ca. 50.000 vogels door aanvaringen met windturbines in Nederland per jaar (2). In het verkeer gaat het om veel grotere aantallen: jaarlijks sterven er naar schatting ca. 2 miljoen vogels (3), het aantal slachtoffers van hoogspanningsleidingen werd in de jaren '70 geschat op ca. 1 miljoen (4), het aantal vogels dat jaarlijks slachtoffer wordt van huiskatten wordt geschat op enkele tientallen miljoenen (5). Ondanks de vaak grote bezwaren van omwonenden zijn in de afgelopen jaren veel windturbines op land geplaatst, ook op locaties in het binnenland waar de gemiddelde windsnelheid vaak maar de helft is van vlak bij de kust (6). In 2001 is het eerste Nederlandse windpark op zee geplaatst (7). De voordelen hiervan zijn dat het op zee harder waait, dat de windsnelheid meer constant is en dat er minder problemen zijn op het terrein van de ruimtelijke ordening. Een nadeel van het plaatsen van windturbines op zee is dat zowel plaatsing als onderhoud relatief duur zijn.

Effecten van windmolens op vogels en vleermuizen: een beknopte literatuurstudie

De effecten van windturbines op natuurwaarden kunnen, kort samengevat, worden uitgesplitst in de volgende categorieën:

- het veroorzaken van slachtoffers door aanvaringen met de wieken en de mast van de turbine (zowel vogels als vleermuizen). Het aantal slachtoffers wordt in sterke mate bepaald door de soort en van de locatie van de windturbines. Vooral op plaatsen met een geconcentreerde trek kunnen relatief veel slachtoffers vallen. De rotorbladen (wieken) van deze nieuwe generatie molens draaien met een tipsnelheid van 200-300 km/uur
- verstoring tijdens de bouwphase van de turbines en tijdens onderhoudswerkzaamheden
- het verstrend effect van windturbines op trekkende vogels en vleermuizen en vanwege het midden van niet-trekkende vogels van het gebied rond de windturbines. Vooral broedvogels kennen hun rust- en voedselgebieden goed, waardoor windturbines geen barrière zijn - ze vliegen er langs of, in het geval van windparken tussen de turbines door of onder de rotorbladen door. Pleisterende soorten, waaronder veel watervogels, houden afstand ten opzichte van de turbines, waardoor potentiële voedselgebieden door deze vogels niet worden gebruikt
- het vormen van barrières tussen voedsel- en rustgebieden of tussen voedselgebieden en slaapplekken

De concept-RES zegt hierover: *Hoeveel slachtoffers er onder de vogels zullen vallen, is met een theoretisch model moeilijk te voorspellen. Dat moet proefondervindelijk gebeuren. Daarvoor moet je eerst een molen bouwen en kijken naar de effecten. Maar slachtoffers tellen gaat moeilijk, want ze vallen in het water, spoelen weg of worden opgegeten. Je zult dus een beroep moeten doen op radar-waarnemingen of camera's, zodat je ook te weten komt wat er 's nachts gebeurt.*

Het aantal slachtoffers dat windturbines maken kan tot op zekere hoogte worden voorspeld op basis van enkele karakteristieken van zowel de turbines als van de vogels. De turbinekarakteristieken zijn o.a. de

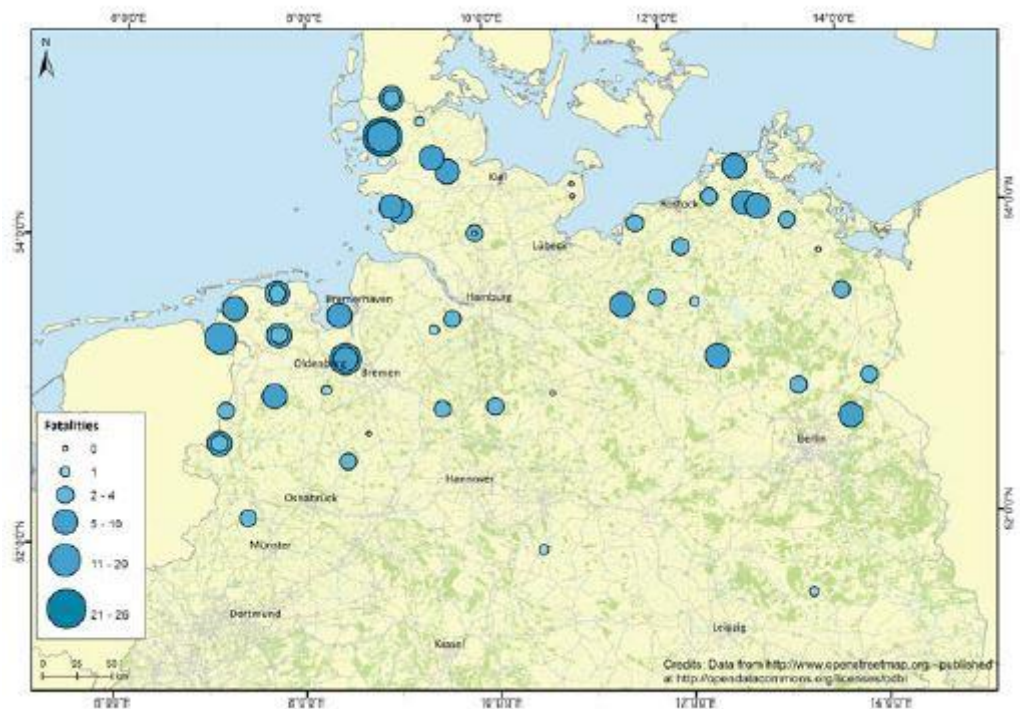
gebruiksduur van de turbine, het aantal rotorbladen, de diameter van de rotorbladen, de hoek waarin de rotorbladen zijn geplaatst en de draaisnelheid van de rotorbladen. Karakteristieken voor de vogels zijn o.a. de grootte, de manier van vliegen, de spanwijdte en de snelheid (samengebracht in het zg. Band-model). Hiermee kan echter maar een deel van het aantal slachtoffers worden voorspeld (8). Ook de locatie waar windturbines zijn geplaatst, de mogelijkheden om de turbines te ontwijken en de aanwezigheid van rust- en slaapplekken en vliegbanen hebben grote invloed op het aantal slachtoffers. Op deze aspecten wordt in deze notitie nader ingegaan.

Effecten op broedvogels

Vaak wordt aangenomen dat broedvogels, die hun leefgebied zeer goed kennen, goed op de hoogte zijn van windmolens en dat ze zelden slachtoffer van een aanvaring worden. Dit blijkt niet altijd het geval en gaat zeker niet op voor de Rode Wouw. Uit een studie van Hötter (9) kwamen geen aanwijzingen naar voren die er op duiden dat in Duitsland, waar ruim 50% van de Europese populatie broedt, windparken de kans op vestiging van Rode Wouwen als broedvogel negatief beïnvloedde. Meestal foerageerden deze vogels in de omgeving van het nest maar waar windparken dicht in de omgeving van het nest lagen bleken Rode Wouwen 25% van hun vliegreun op rotorhoogte in de buurt van windparken door te brengen. Dat had tot gevolg dat de soort, na de Zearend, op nummer twee staat in het lijstje van meest gevonden slachtoffers van windmolens (uitgedrukt in het aantal gevonden vogels van een soort t.o.v de grootte van de populatie).

Uit een studie van Harwood (10) aan de noordkust van East Anglia (VK) blijkt dat tijdens de bouw van een windpark in zee, op 18-24 km afstand van de kolonie Grote Sterns (2500-3700 paren), het windparkgebied als foerageergebied gedeeltelijk werd gemeden. Na afloop van de bouw werd het windparkgebied niet-significant minder gebruikt als foerageergebied, in vergelijking tot voor de bouw. Hierbij moet worden opgemerkt dat het meest intensief gebruikte deel van het foerageergebied veel dichterbij de kolonie lag. Het aantal broedparen was, na de bouw van het windpark niet gewijzigd ten opzichte van de vroegere situatie.

Grünkorn (11) deed onderzoek op 46 locaties in Duitsland naar slachtoffers van windmolenparken. Tot de talrijkste slachtoffers behoorden soorten die in de omgeving van de windparken broedden, nachtelijk trekkende vogels werden vrijwel niet gevonden. Gecorrigeerd voor de verdwijnsnelheid van de slachtoffers (vooral omdat ze door predatoren worden meegenomen) behoorde de Buizerd (8500 over alle locaties gedurende de hele onderzoeksperiode) tot de talrijkste slachtoffers, samen met Houtduiven (11.300) en Wilde Eenden (13.000). Het aantal slachtoffers onder de watervogels (eenden, ganzen, steltlopers en meeuwen), zowel broedende als pleisterende vogels, bedroeg de helft van het totaal aantal slachtoffers. Vergeleken met het aantal broedende Buizerds in het onderzoeksgebied was het aantal slachtoffers onder deze soort hoog. Door gerekend werd jaarlijks 7% van het totale aantal aanwezige Buizerds in het onderzoeksgebied slachtoffer van windturbines. Deze soort, en ook Rode Wouwen, ganzen en Goudplevieren, vliegen vaak op hoogtes die overeenkomen met de hoogte van de rotorbladen, roofvogels en steltlopers zijn bovendien relatief vaak in de omgeving van windparken aanwezig. Windparken in de omgeving van de kust zorgden doorgaans voor meer slachtoffers dan verder in het binnenland gelegen windparken (Figuur 2).



Figuur. 2. Ligging van de locaties van windturbines in Duitsland in het onderzoek van Grünkorn (11). De grootte van de stip geeft het aantal gevonden slachtoffers weer (data niet gecorrigeerd voor het verdwijnperscentage).

Ook uit andere onderzoeken blijkt dat roofvogels relatief vaak slachtoffers worden van windturbines. Uit onderzoek in Brandenburg (Duitsland) is gebleken dat jaarlijks gemiddeld 308 Rode Wouwen in de broedtijd slachtoffer worden van een aanvaring met windmolens (gecorrigeerd voor onderzoeksintensiteit en het verdwijnen van slachtoffers door predatoren). Dit komt overeen met 3,1 % van het aantal van de populatie na de broedtijd. De auteurs verwachten dat met de groei van het aantal windparken in Duitsland dit percentage nog zal oplopen naar 4-5% (12). Ook Vale Gieren in blijken kwetsbaar: in een studiegebied in Zuid-Spanje werden 214 slachtoffers gevonden in de omgeving van 799 turbines (ca. 27%). Meer dan de helft van de slachtoffers viel in 2 windparken (13).

De studie van Halley & Hopshaug (14) op het Noorse eiland Smøla biedt enige informatie over het gedrag van Roodkeelduikers. Op het eiland werd een windpark gebouwd op het noordwestelijke deel (20 2MW turbines in 2001-2002 en 48 2.3 MW turbines in 2004-2005). Voorafgaand aan de bouw werden 23 broedlocaties op het eiland vastgesteld, waarvan 3 binnen de begrenzing van het windpark. Geen enkele locatie binnen het windpark was in 2007, na de bouw van het windpark, nog in gebruik. Gestructureerde waarnemingen (46 uur, 20 minuten) en vele aanvullende waarnemingen van wetenschappers betrokken bij de bouw van het windpark leverden geen enkele aanwijzing op dat

Roodkeelduikers in de broedtijd tussen de turbines van het windpark door vlogen, wat duidt op het mijden van het gebied. Slachtofferonderzoek leverde restanten op van Zeearenden, Sneeuwhoenders en steltlopers, maar niet van Roodkeelduikers.

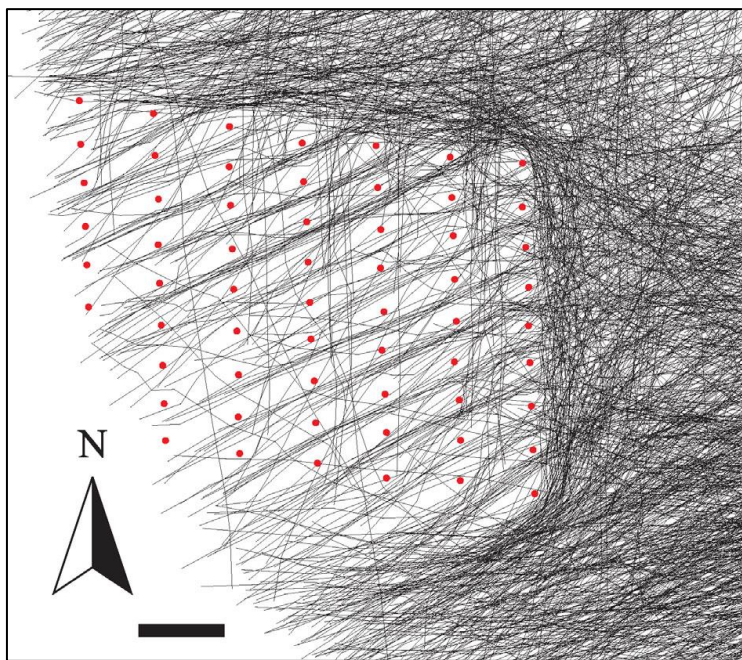
Effecten op niet-broedvogels

De aantallen aanvaringsslachtoffers kunnen aanzienlijk verschillen tussen locaties, ook wanneer ze dicht bij elkaar liggen. Dit blijkt o.a. uit een studie van Brenninkmeijer & Klop (15), waarin ze de situatie in de Eemshaven (88 turbines) vergeleken met een enkele kilometers binnendijs gelegen windpark in de omgeving van Delfzijl (34 turbines). De verschillen worden veroorzaakt door methodische verschillen in zoektechniek maar ook met verschillen in werkelijke aantallen slachtoffers. Ook de ruimtelijke opzet van het windpark, het type turbines en het type terrein speelden een rol. In de Eemshaven was bovendien een hoogspanningsleiding aanwezig die het gedrag van vogels beïnvloedde. In deze studie werden de slachtofferaantallen onder 91 windturbines gedurende 5 jaren geteld, waarbij in beide locaties steeds exact dezelfde zoektechniek werd toegepast, inclusief de methode om te corrigeren voor verdwenen (gepredeerde) slachtoffers. In de Eemshaven werden 3-5 maal zoveel slachtoffers vastgesteld dan in de omgeving van Delfzijl. De hoogste aantallen slachtoffers in de Eemshaven werden gevonden in de omgeving van hoogwatervluchtplaatsen, aan de randen van het industriegebied, aan de buitenste noordelijke rand van de Eemshaven en op plaatsen waar zich in het voorjaar wegtrek van vogels naar Duitsland en Scandinavië concentreerde. Op deze plaatsen werden enkele honderden slachtoffers per jaar per turbine gevonden, vooral Zilver- en Kokmeeuwen, Spreeuwen, Zanglijster en Bonte Strandlopers.

Ook uit de studie van Everaert (16) in 8 windparken, met in totaal 66 windturbines van verschillende grootte in Vlaanderen, bleek dat de aantallen slachtoffers per locatie sterk verschilden. Gemiddeld vielen er (gecorrigeerd voor niet compleet afzoeken van het terrein rond te turbines en het verdwijnen van slachtoffers door predatie) 21 vogels per turbine per jaar. De meeste slachtoffers vielen in de 3 het dichtst tegen de kust gelegen locaties (in de omgeving van Brugge en Zeebrugge) en onder ter plaatste algemene vogels (vooral de grotere soorten meeuwen). Daarnaast werden ook schaarsere soorten (sterns, roofvogels en steltlopers) gevonden. Het aantal slachtoffers was niet gerelateerd aan de grootte van de turbines. Everaert geeft ook een overzicht van de aantallen slachtoffers in verschillende delen van Europa. Deze is opgenomen als Bijlage 2. De in deze tabel weergegeven aantallen slachtoffers lijken niet groot. In een eerdere studie hebben Everaert & Stienen (17) echter laten zien dat rond het windpark van Zeebrugge (25 kleine en middelgrote turbines), in de nabijheid van kolonies Visdieven, Grote Sterns en Dwergsterns in 2004 en 2005, resp. 168 resp. 161 sterns in aanvaring kwamen met de turbines, vooral Visdieven en Grote Sterns. Omgerekend was dit 20,9 resp. 19,1 per turbine/jaar en 34,3 resp. 27,6 per turbine/jaar voor de 14 turbines op de buitenste strekdam van de haven. De broedende sterns ondervonden geen zichtbare verstoring door de aanwezigheid van het windpark. Maar het relatief hoge aantal slachtoffers voor de vogels op de buitenste strekdam betekende wel een extra sterfte van 3,0-4,4% voor Visdieven, 1,8-6,7% voor Dwergsterns en 0,6-0,7% voor Grote Sterns.

Het gemiddelde aantal slachtoffers van windturbines ligt in vrijwel alle gepubliceerde studies in de range van één slachtoffer per 1000-10.000 vliegwegingen door het windpark (18). Ook het aantal slachtoffers bij Zeebrugge (17) ligt in deze range.

Over zee trekkende watervogels, in dit geval ganzen en Eidereenden, blijken overdag goed in staat om windparken op zee te onderscheiden en passen hun vliegbaan aan door er om heen te vliegen en, in veel mindere mate, tussen de turbines door te vliegen (Figuur 3). 's Nachts wordt vaker tussen de turbines door gevlogen. Slechts 0,9% van de passerende vogels naderden de rotorbladen op een zodanige manier dat ze geraakt zouden kunnen worden (19). Ook voor andere soorten is inmiddels aangetoond dat vogels de omgeving van windparken op zee mijden. Zo zijn er 7 onderzoeken waaruit blijkt dat duikers (in de meeste gevallen Roodkeelduikers) en Jan van Genten een sterk mijdend gedrag ten opzichte van windparken vertonen. In 3 studies is beschreven dat Zwarte Zee-eenden een mijdend gedrag vertonen, in één geval was dat aanvankelijk ook zo maar in latere jaren kwamen deze vogels toch binnen de begrenzing van het windpark toen de voedselomstandigheden hier sterk verbeterden (Horns Rev, DK). In 8 van de 10 onderzoeken waarin het gedrag van alkachtigen (Alken en Zeekoeten) werd bestudeerd werd mijdend gedrag vastgesteld. In 2 gevallen werd een (niet significante toename) vastgesteld. Voor details zie Krijgsveld (20).



Figuur 3. Vliegbanen van trekkende watervogels bij een windpark op zee (72 turbines, elk 2.3MW, rotorlengte 41 m; masthoogte 69 m, voorzien van rode lichten) vastgesteld d.m.v. radar. Zwarte lijnen: groepen vogels, rode punten: windturbines. Bron: 19.

Ontwikingsreacties zijn ook vastgesteld bij duikeenden (Tafeleend, Kuifeend) bij een klein windpark bij het IJsselmeer tijdens nachten met veel licht van de maan (21). Tijdens donkere en mistige nachten werden de rust- en foerageergebieden via een andere route, om het windpark heen, aangevlogen. Uit deze reacties blijkt dat deze eenden terreinkennis hadden om met deze omstandigheden om te gaan (en

daarmee een vorm van gewenning hadden ontwikkeld). Uit de radarstudie werd ook duidelijk dat de eenden, op weg van slaapplekken naar foerageergebieden, doorgaans op hoogtes vliegen die overeen komen met het bereik van de rotorbladen. Ook werd vastgesteld dat de aanwezige windparken zich bevonden tussen de rust- en de foerageergebieden en dat deze vogels werden gehinderd door de aanwezigheid van het windpark (barrière werking). Vergelijkbare situaties zijn vastgesteld bij Eiders in de Deense Oostzee (22) en bij Eiders in de omgeving van Öland in de Zweedse Oostzee (23).

Een review van de versturende effecten van windturbines wordt gepresenteerd in de al wat oudere studie van Percival (24). Een uitvoerige review van de effecten van windturbines op ganzen en zwanen, inclusief de effecten van barrièrewerking, wordt gegeven door Rees (25).

Mitigatie

Zoals hierboven al aangegeven vallen in het Eemshavengebied (15) naar verhouding erg veel vogelslachtoffers: gemiddeld ca. 33 vogels per turbine per jaar, oftewel bijna 3000 per jaar voor de 88 bestaande windturbines samen. Daarnaast worden ruim 2000 per jaar verwacht voor de 64 nog geplande turbines (voorspelling uit 2017). In totaal zal dit ca. 5000 slachtoffers per jaar opleveren. Dit aantal is aanmerkelijk hoger dan elders in Nederland (zie Bijlage 3) Oorzaak is het grote aantal vogels dat over het Eemshavengebied vliegt. De vogels die slachtoffer worden zijn onder te verdelen in twee groepen, waarvan elk ongeveer de helft van de aanvaringslachtoffers voor haar rekening neemt:

- vogels op seizoenstrek
- vogels die lokaal in het gebied verblijven

Het betreft vooral slachtoffers onder de soortgroepen zangvogels (45%), meeuwen (26%), steltlopers (11%) en ganzen en eenden (8%).

Krijgsveld (26) heeft onderzocht of het aantal slachtoffers kan worden beperkt door de molens stil te zetten en welke reductie van de sterfte hiermee kan worden gerealiseerd:

- Van de bijna 3000 slachtoffers per jaar is de helft zangvogels op trek (oftewel 1300 zangvogels per jaar bij 88 turbines (15 slachtoffers/jaar/turbine). Deze slachtoffers vallen 's nachts tijdens de voorjaarsstrek en de najaarsstrek in de maanden maart, april, mei, september, oktober en november.
- Bij een stilstandsvoorziening van alle turbines op 5 nachten per jaar met maximale trekintensiteit is de reductie in vogelsterfte ca. 400 vogels per jaar voor het gehele bestaande windpark. Bij stilstand op 25 nachten is de reductie in sterfte ca. 1000 vogels per jaar, en bij stilstand op 45 nachten ca. 1200 vogels.
- De efficiëntste stilstandsvoorziening, waarbij veel sterfte wordt voorkomen (75%) in relatief weinig nachten, betreft 25 nachten stilstand per jaar.
- Voor de toekomstig geplande 64 windturbines komt stilstand op 25 nachten neer op een reductie in sterfte van bijna 850 zangvogels, op een totaal van ca. 1100 slachtoffers onder zangvogels.

Een dergelijke stilstandsvoorziening (=op nachten met veel seizoenstrek) resulteert niet in een sterftereductie van lokaal verblijvende vogels of van vogels die overdag trekken. Nachten met sterke doortrek kunnen in belangrijke mate worden voorspeld op basis van radarwaarnemingen die worden uitgevoerd door de Koninklijke Luchtmacht (H. van Gasteren, www.flysafe-birdtam.eu).

Ook in Portugal is geëxperimenteerd met het stil zetten van turbines op momenten dat sterke vogeltrek wordt verwacht. In de regio Sagres, op een locatie waar jaarlijks 5000 roofvogels passeren tijdens de najaarstrek, wordt gebruik gemaakt van een geautomatiseerd systeem dat tot stand kwam als onderdeel van de vergunningsprocedure. De turbines worden stop gezet wanneer sterke doortrek van roofvogels wordt verwacht. Op deze locatie passeert 55% van deze vogels op rotorhoogte en het geautomatiseerde "Radar Assisted Shutdown on Demand (RASOD)" systeem heeft ertoe bijgedragen dat gedurende 5 achtereenvolgende jaren tijdens de herfsttrek geen slachtoffers onder deze vogels zijn gevallen. Het systeem is gedurende 0,5-1,2% van de tijd werkzaam (27).

Gewinning

Naast slachtoffers hebben windparken tot gevolg dat vogels gebieden mijden. Kleine Rietganzen bleken een afstand van 100m (windturbines in lijn) tot 200m (windturbines in clusters) aan te houden (28). Ze gingen het windpark niet binnen waardoor potentieel foerageergebied onbenut bleef. Binnen het studiegebied in NW-Jutland van 40 km² was 68% ongeschikt voor de ganzen vanwege de aanwezigheid van bebouwing, wegen, hoogspanningslijnen, boomsingels en bos. Het windpark voegde daar 4% extra aan toe. Later onderzoek in hetzelfde gebied (29) liet zien dat na 10 jaren de verstoringafstand (op basis van keuteltellingen) was afgenomen naar 100m. De ganzen gingen echter het windpark nog steeds niet binnen. In een tweede (lijnvormig) windpark, ook in NW-Jutland waar voorheen ook verstoringafstanden van 100-200m werden vastgesteld, bleek de afstand tussen 1998 en 2008 te zijn afgenomen naar 30-40m en bleken ze inmiddels wel binnen het windpark te foerageren. In een derde (clustervormig) windpark in W-Jutland, waar in 1998 een afstand van 125m werd aangehouden ten opzichte van een lijnvormig windpark was de verstoringafstand 10 jaren later afgenomen naar 50m. De verschillen in reacties van ganzen worden verklaard door de verschillende eigenschappen van de 3 windparken. In het eerste geval ging het om 35 600 kW turbines met een masthoogte van 45 m en een rotor diameter of 44 m. In het tweede geval ging het om kleinere 225 KW turbines met een masthoogte van 31,5 m en een rotor diameter van 29 m, in het derde geval om 66 nog kleinere 75 KW turbines, met een masthoogte van 21-31,5m en een rotor diameter van 17-27m. De auteurs gaan ervan uit dat de in Denemarken relatief schuwe Kleine Rietganzen (met een gemiddelde levensduur van 6 jaren) inmiddels geleerd hebben dat de kleinere windturbines geen reële bedreiging vormen en dat sprake moet zijn van winning.

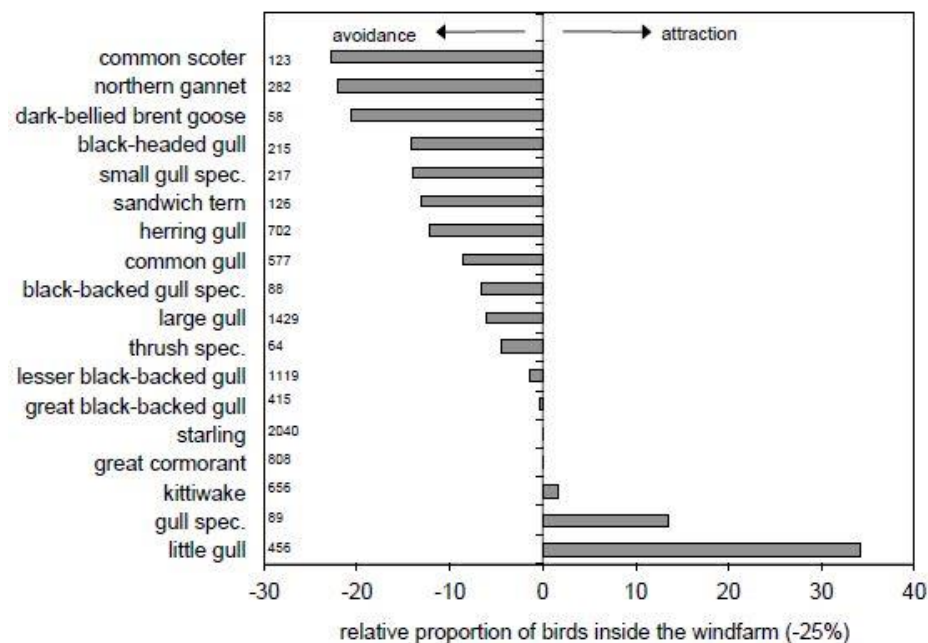
De resultaten van het Deense onderzoek gelden zeker niet overal. Onderzoek in kustgebieden in Niedersachsen, Duitsland (30) laat zien dat de effecten op ganzen sterk van plaats tot plaats kunnen verschillen. Zo werden geen overwinterende foeragerende ganzen aangetroffen binnen 350m afstand van windturbines, en ook in een gebied van 250m daar omheen waren de aantallen lager dan gemiddeld. Mogelijk houdt dit verband met de beschikbaarheid van alternatieve voedselgebieden. Wanneer er geen alternatieve gebieden in de omgeving beschikbaar zijn zouden ganzen een grotere mate van tolerantie t.o.v. windmolens kunnen ontwikkelen. In zijn algemeenheid stelt Percival (23) dat windturbines in kustgebieden een sterker verstoring effect hebben (tot 800m voor overwinterende watervogels en 300 m voor broedvogels), hoewel er ook onderzoeken zijn waaruit blijkt dat er geen significante effecten zijn.

Effecten van windparken op zee

De effecten van windparken op zee zijn beschreven in Lindeboom (31). Naast de hierboven reeds genoemde effecten kunne op zee de volgende effecten op habitat en soorten worden genoemd:

- Ontstaan van locaties van hard substraat dat dient voor de fundering van de windturbines (zg. monopyles). Als gevolg daarvan trad vestiging op van planten- en diersoorten die kenmerkend zijn voor hard substraat (daarmee gepaard gaand: een verhoging van de biodiversiteit)
- Toename van vispopulaties rond de monopyles (als gevolg van de vestiging van nieuwe ecosystemen op de funderingen en de uitsluiting van visserij binnen het windpark)
- Toename van de aanwezigheid van Bruinvissen binnen het windpark (waarschijnlijk door toegenomen voedselbeschikbaarheid)
- Onderwatergeluid tijdens de constructiefase leidt tot mijden van zeehonden van het windpark, geen effecten na de ingebruikstelling van de turbines
- Toename van onderwatergeluid, zowel tijdens de bouw als tijdens het in bedrijf zijn van de turbines
- Mijden van windparken door pelagische ('echte') zeevogelsoorten, terwijl andere soorten geen duidelijke gedragsveranderingen vertoonden, enkele soorten lijken door windparken te worden aangetrokken, zowel als rustgebied en als foerageergebied (Aalscholvers en meeuwen). Verschillende langs trekkende soorten (o.a. ganzen) vertoonden een sterk mijdend gedrag ten opzichte van de turbines.

Krijgsveld (20) laat zien dat windparken voor de meeste soorten de omgeving van windparken op zee mijden.



Figuur 4. Overzicht van de reacties van vogels, zoals vastgesteld op het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ). De gegevens hebben betrekking op vliegbanen van individuele vogels, op basis van visuele waarnemingen en radargegevens. Bron: 20.

Omdat windparken op zee buiten de scope van de concept-RES vallen wordt op deze aspecten in deze notitie niet nader ingegaan.

Effecten op vleermuizen

Jaarlijks worden grote aantallen vleermuizen slachtoffer van windturbines, vooral trekkende exemplaren in het najaar en op plaatsen waar windturbines langs bosranden staan (32). Het jaarlijkse aantal slachtoffers in de Duitsland wordt geschat op 250.000, waarvan 70% vleermuizen betreft die doortrekken vanuit Oost-Europa (33). Ook in het geval van vleermuizen blijkt het mogelijk te zijn om het aantal slachtoffers te mitigeren door de turbines soms stil te zetten. Uit onderzoek van Behr (34) is gebleken dat op basis van windsnelheid, datum en tijd goed kan worden voorspeld wanneer vleermuistrek optreedt en door de toepassing van computermodellen waarin deze parameters zijn verwerkt, en het gebruik van in de turbine ingebouwde microfoontjes die het hypersonische geluid van vleermuizen kunnen detecteren, kan goed worden aangegeven wanneer de turbines zouden moeten worden stop gezet.

Krijgsveld (35) heeft onderzoek of het stilzetten van windturbines in de Eemshaven effect heeft op het aantal slachtoffers onder vleermuizen. Het aantal slachtoffers onder vleermuizen in het Eemshavengebied ligt naar verwachting rond 5 slachtoffers per turbine per jaar (alle soorten samen). Door de draaisnelheid van de rotorbladen te reduceren tot ≤ 1 rpm kan in de volgende specifieke omstandigheden een reductie worden gerealiseerd van het aantal slachtoffers van 80-90%.

1. periode tussen 1 augustus en 1 oktober,
2. én tussen zonsondergang en zonsopkomst,
3. én temperatuur hoger dan 12 °C,
4. én windsnelheden lager dan of gelijk aan 5 m/s.

Dit betreft een reductie in slachtoffers onder alle soorten vleermuizen en komt qua aantallen neer op 350-400 slachtoffers minder slachtoffers onder vleermuizen in het bestaande park en 250-300 in het toekomstige park. Uiteraard betekent reductie van het aantal draaiuren van de turbines een vermindering van de opbrengsten. De financiële consequenties hiervan zijn ook doorgerekend in het rapport (35).

Hoe gaan buitenland met de problematiek om?

Op basis van 25 jaren ervaring in Duitsland is men er hier toe gekomen om in het planningsproces waar windparken kunnen worden gesitueerd zowel wetenschappelijke kennis over vogelbewegingen en de ligging van verzamelplaatsen als het voorzorgprincipe zwaar te laten meewegen. Een zeer belangrijke mitigerende factor om mogelijk sterk negatieve effecten van windparken te voorkomen is voldoende afstand te bewaren tussen een windpark en plaatsen met geconcentreerd voorkomen van broedende vogels (kolonies) en belangrijke rustgebieden waar zich grote aantallen vogels verzamelen (36). Ook “micrositing” (het op een goed overwogen manier bepalen welke locatie voor een windpark de beste is, rekening houdend met bovengenoemde factoren) is een belangrijk instrument om negatieve effecten

van een windpark te minimaliseren. Door de sterk toegenomen groei van het aantal windparken in Duitsland is het ook belangrijk om goed rekening te houden met cumulatieve effecten.

In Duitsland wordt de afweging van de planning van windparken grotendeels gestuurd door aanbevelingen over aan te houden afstanden (bufferzones) ten opzichte van belangrijke leefgebieden van vogels en van kritische soorten. Hiervoor zijn criteria ontwikkeld door de Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (37). Deze zijn weergegeven in de Bijlages 2 en 3 in deze notitie. Hierbij worden 2 typen bufferzones ten opzichte van nestlocaties of verzamelplaatsen onderscheiden: de aanbevolen minimumafstand tot de dichtstbijzijnde windturbine en een gebied erom heen waarin moet worden getoetst of hierin wordt gefoerageerd, of er veel gebruikte vliegroutes in liggen en of dat hier rust- of slaapplekken liggen. Hierbij wordt rekening gehouden met het feit dat in de directe omgeving van het nest veel meer vliegbewegingen van kwetsbare soorten plaatsvinden dan in verder van het nest gelegen gebieden (zie onder andere de studie van Hötker (9) over Rode Wouwen). De omvang van de bufferzones rond nestgebieden varieert van 500m voor soorten als Wulp, Nachtzwaluw Kwartelkoning en Boomvalk tot 1000m voor roofvogelsoorten als Buizerd en kiekendieven, en 3000m voor soorten als de Zeearend. De nader te onderzoeken gebieden zijn de afstanden tussen haakjes in de Bijlages 2 en 3. Kerngebieden met zeer hoge broedvogeldichtheden worden geheel gevrijwaard van windparken. In de regio Oost-Friesland wordt bovendien extra rekening gehouden met de aanwezigheid van (in aantal sterk teruglopende) weidevogels, zoals de Kievit.

Bij de planning van windparken wordt, op basis van de LAG LVS-criteria ook nadrukkelijk rekening gehouden met de ligging van belangrijke voedsel- en rustgebieden en slaapplekken. Windparken kunnen belangrijke barrières zijn (zie boven). Daarom moeten ook de vliegbewegingen rond deze concentratiegebieden goed in kaart worden gebracht.

Ook in Schotland, met relatief hoge windsnelheden, is getracht in kaart te brengen waar de voor vogels waardevolle gebieden aanwezig zijn (38). Deze inventarisatie kan helpen bij het maken van plannen voor zoekgebieden voor windenergie. Deze "gevoeligheidskaart" is samengesteld op basis van de verspreiding van 16 soorten met een hoge beschermingswaarde, gecombineerd met de omvang van foerageergebieden, aanvaringsrisico en verwachte verstoringsgevoeligheid van deze soorten. Op basis van deze gegevens zijn gebieden met een gemiddelde en hoge gevoeligheid op kaart gezet. Op basis van deze kaart heeft 37% van het areaal in Schotland de kwalificatie "zeer gevoelig", 25% is "gemiddeld gevoelig" en 38% "laag gevoelig/onbekend".

In Nederland is tot dusver geen visie ontwikkeld hoe de plaatsing van windmolens ruimtelijk geordend kan worden ingepast in de gebruiksfuncties door vogels (zoals dat in Duitsland en Schotland dus wel gebeurd is). Ook de voorliggende concept-RES beoordeelt alleen lokaal waar windmolens kunnen worden geplaatst, in eerste instantie op basis van een afweging van waar planologische mogelijkheden liggen. Pas daarna wordt beoordeeld welke effecten er mogelijk op vogels zijn. Dit is jammer en ook een gemiste kans: door deze manier van werken worden mogelijk gebieden als kansrijk aangewezen waarvan later blijkt dat, gelet op de vogelwaarden, ze later alsnog moeten afvallen. Beter zou het zijn om te

beginnen met een kanskaart waarin op voorhand al de op basis van vogelwaarden waardevolle gebieden niet worden meegenomen.

Conclusie

De aantallen slachtoffers zijn in veel gevallen laag maar het gaat vaak wel om grote vogels met een lage reproductie (roofvogels). De mogelijke effecten op populatieniveau lijken echter vaak te laag te worden ingeschat. Uit een recente studie van Schippers (39) blijkt dat een jaarlijkse sterfte van 1-5% (vaak “acceptable mortality” genoemd) wel degelijk kan leiden tot een permanente achteruitgang van soorten, bovenop de natuurlijke jaarlijkse sterfte. Modelmatig is bij Spreeuw, Grutto, Lepelaar, Bruine Kiekendief, Ooievaar, Visdief en Zeearend doorgerekend welk effect de ogenschijnlijk geringe extra sterfte heeft, gebruik makend van stochastische density-independent en density-dependent Leslie matrix modellen. De resultaten laten zien dat een 1% extra sterfte van vogels, nadat de vogels vliegvlug zijn geworden, leidt tot een 2-4% afname van de populatie in 10 jaren. Een 5% extra sterfte leidt tot een afname van 9-77% in 10 jaren! Dit betekent dat een betrekkelijk kleine extra sterfte wel degelijk sterke effecten op de populatieomvang kan hebben.

Mitigatie van negatieve effecten van windturbines is mogelijk door voor de realisatiefase van een windpark na te gaan of er belangrijke kolonies in de omgeving aanwezig zijn en goed rekening te houden met de trekbewegingen van de aan- en afvliegende vogels uit deze kolonies. Daarnaast zullen reguliere trekroutes (die worden gebruikt tijdens voorjaars- en najaarstrek), slaaptrek en foerageertrek-bewegingen in kaart moeten worden gebracht (zie 16,17), zowel van vogels als van vleermuizen. Toekomstige locaties van windparken dienen voorafgaand aan de realisatiefase van windparken op deze aspecten te worden onderzocht. Dergelijke onderzoeken zijn ook nodig vanwege de vereiste Natuurwet-procedures. Green (40) zegt hier het volgende over:

According to European Commission guidance on managing the network of protected sites established by the EU Birds and Habitats Directives (Natura 2000 sites), Article 6 of the Habitats Directive provides that ‘The integrity of the site involves its ecological functions. The decision as to whether it is adversely affected should focus on and be limited to the site’s conservation objectives’ (European Commission 2000). In addition, for the integrity of a site not to be adversely affected, a Court of Justice of the European Union decision (Court of Justice of the European Union 2013; Para. 39) found that the ‘site needs to be preserved at a favourable conservation status’, which entails ‘the lasting preservation of the constitutive characteristics of the site concerned that are connected to the presence of a natural habitat type whose preservation was the objective justifying the designation of that site’. Based upon this reasoning, we argue that some damage to the integrity of a designated site will have been sustained if populations of the seabirds for which it was designated are diminished, even to a small degree, by the effects of a wind farm, compared with what they would otherwise have been. If that is expected to be the case, it does not mean that the competent authority cannot give consent for a wind farm. Article 6(4) of the Habitats Directive sets out tests that determine whether the expected damage can be accepted and compensated for. However, poor science should not be used to avoid those tests by claiming that no damage will occur.

Windmolens in de concept-RES zoekgebieden op Texel

Rest de vraag of inpassing van windmolens op Texel mogelijk is? Deze vraag kan makkelijk beantwoord worden vanuit een emotionele invalshoek of wanneer landschappelijke waarden primair belangrijk worden gevonden. Je zou, bijvoorbeeld, kunnen beargumenteren dat grote windturbines niet aan de rand van Werelderfgoedgebied Waddenzee thuis horen. Toch staan er al vele tientallen windturbines aan de rand van de Eemshaven en deze zijn vanaf Schiermonnikoog zeer duidelijk te zien. Om deze vraag uit een ecologische invalshoek te beantwoorden is kennis nodig van de trekbewegingen van vogels op de Noordkop, in de omgeving van Oudeschild en rond de PH-zanddijk. Veel van deze trekbewegingen zijn onvoldoende goed in kaart gebracht, enkele kennen we wel. Zo zullen de meeste Grote Sterns (6000 paren, 12.000) vogels die er broeden in het Wagejot, en soms in Utopia, zich via het Eierlandse Gat over water naar de foerageergebieden op de Noordzee verspreiden. Een deel van deze vogels maakt een shortcut over land en zal mogelijk door het concept-RES zoekgebied vliegen. Wadvogels die foerageren op de Vlakte van Kerken en de Waardgronden (onder Vlieland) overvliegen vooral op de Vliehors en het Posthuiswad en in mindere mate op de Schorren en in de omgeving van polder Wassenaar. Welke aantallen het concept-RES zoekgebied passeren is onbekend. Voordat hier kokkelweekbassins werden ingericht overvliegen er in polder Wassenaar vele duizenden Scholeksters, tegenwoordig zijn er hooguit enkele duizenden te vinden op de strandhaak ten zuiden van de Volharding, samen met honderden Tureluurs en wisselende aantallen Rosse Grutto's, Bonte Strandlopers en Kanoeten. Wel zijn er plannen om polder Wassenaar, eigendom van Staatsbosbeheer, wanneer de kokkelproef is beëindigd om te vormen tot een brakwatergetijdegebied en in te richten voor o.a. kustbroedvogels. Een dergelijke ontwikkeling staat op gespannen voet met de inrichting van hetzelfde gebied als vestigingsplaats voor windturbines. Ook is bekend dat de Texelse Noordkop door vele tienduizenden vogels wordt aangevlogen tijdens de najaarstrek, en dat een deel van deze vogels hier ook enige tijd blijft hangen om op te vetten voor een vervolg van de trek. Of de Noordkop gebruikt wordt door trekkende vleermuizen is onbekend.

Daarnaast bestaat het voorlopige voornemen om een reeks windturbines te plaatsen langs de rand van de PH-polder. Dit voornemen is moeilijk te rijmen met de recente aanleg van de PH-zanddijk waar natuurwaarden dienen te worden beschermd als compensatie voor een ingepolderd stuk Waddenzee. Het lijkt een wat vreemde manier van handelen om eerst een stuk Waddenzee in te polderen ten behoeve van kustbescherming (om binnendijkse landbouwgronden en enkele huizen te sparen), om daarna ter compensatie een groot zandlichaam op te spuiten om er een natuurgebied van te maken dat deels voor het publiek is afgesloten om de natuurwaarden volop kansen te bieden om zich te ontwikkelen, om vervolgens aan de rand van dit gebied een serie windturbines te plaatsen die een deel van de natuurwaarden weer teniet zal doen, voornamelijk dankzij het verstoringseffect dat deze turbines zullen hebben. Binnen dit zoekgebied ligt het reservaat Molenkolk, in beheer bij Natuurmonumenten, dat wordt gebruikt als broedplaats voor o.a. Visdieven, Bergeenden en Tureluurs. De Visdieven zijn voor hun voedsel afhankelijk van de nabijgelegen Waddenzee en zullen hiervoor een voedseltrekroute kiezen die dwars op de mogelijk hier te plaatsen windmolens staat. Tijdens de najaarstrek wordt de oostkant van het eiland door vele duizenden vogels gebruikt als trekroute.

Resteert het zoekgebied rond Oudeschild. De belangrijkste natuurwaarden alhier zijn de aangrenzende Waddenzee en de daar aanwezige watervogels, en de kleine reservaatgebieden Ottersaat (kolonies

Visdieven), De Snippen en Troelje, alle eigendom van en in beheer bij Natuurmonumenten. De haven van Oudeschild wordt bezocht door vele tientallen meeuwen en (soms) Steenlopers. Tijdens de najaarstrek wordt ook dit gedeelte van de oostkant van het eiland door vele duizenden vogels gebruikt als trekroute. Er zijn plannen om ten noorden van Oudeschild een bierfabriek te bouwen waardoor de natuurwaarden van de Snippen mogelijk zullen verminderen. Wanneer alleen wordt gelet op de aanwezige natuurwaarden is dit voor de voor de concept-RES meest kansrijke locatie.

Literatuur

1. Stuurgroep Energieregio Noord-Holland Noord, 2020. Met elkaar naar een schone en duurzame regio. Voorlopige Concept-RES, 203 p. Te downloaden via www.energieregionhn.nl.
2. May, R., A.B. Gill, J. Köppel, R.H.W. Langston, M. Reichenbach, M. Scheidat, S. Smallwood, C.C. Voigt, O. Hüppop & M. Portman. 2017. Future research directions to reconcile wind turbine–wildlife interactions. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer International Publishing, Cham, p. 255-276.
3. <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/>
4. Renssen, T.A., A. de Bruin, J.H. van Doorn, A. Gerritsen, H.C. Greven, J. van der Kamp, H.D.M. Linthorst Homan & C.J. Smit. 1975. Vogelsterfte in Nederland ten gevolge van aanvaringen met hoogspanningslijnen. RIN rapport, Arnhem. 64 p.
5. De overlast van het populairste knuffeldier van Nederland. Volkskrant, 15 januari 2018
6. <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens/>
7. https://www.noordzeewind.nl/nl_nl/over/offshore-windpark-egmond-aan-zee.html
8. Chamberlain, D.E., M.R. Rehfish, A.D. Fox, M. Desholm & S.J. Anthony. 2006. The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis* 148, 198-202.
9. Hötker, H., K. Mammen, U. Mammen & L. Rasran. 2017. Red Kites and wind farms—Telemetry data from the core breeding range. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer International Publishing, Cham, p. 3-15.
10. Harwood, A.J.P., M.R. Perrow, R.J. Berridge, M.L. Tomlinson & E.R. Skeate. 2017. Unforeseen responses of a breeding seabird to the construction of an offshore wind farm. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer International Publishing, Cham, p. 19-41.
11. Grünkorn, T., J. Blew, O. Krüger, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann, S. Weitekamp & G. Nehls. 2017. Large-scale, multispecies assessment of avian mortality rates at land-based wind turbines in northern Germany. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer International Publishing, Cham, p. 43-64.
12. Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen., 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation* 21, 394–400.
13. Carrete, Martina, José A. Sánchez-Zapata, José R. Benítez, Manuel Lobón, Francisco Montoya & José A. Donázar. 2012. Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biodiversity Conservation* 145, 102–108.
14. Halley, D.J. & P. Hopshaug. 2007. Breeding and overland flight of red-throated divers *Gavia stellata* at Smøla, Norway, in relation to the Smøla wind farm. NINA Report 297, Trondheim, 26 p.
15. Brenninkmeijer, A. & E. Klop. 2017. Bird mortality in two Dutch wind farms: effects of location, spatial design and interactions with powerlines. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer International Publishing, Cham, p. 99-116.

16. Everaert, J. 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study* 61, 220–230.
17. Everaert, J. & E.W.M. Stienen. 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodiversity and Conservation* 16, 3345-3359.
18. Percival, S. 2005. Birds and windfarms: what are the real issues? *British Birds* 98, 194-204.
19. Desholm, M. & J. Kahlert. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm *Biology Letters* 2005-1, 1296–1298.
20. Krijgsveld, K.L. 2014. Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms. Overview of knowledge including effects of configuration Report nr 13-268, Bureau Waardenburg, Culemborg, 30 p.
21. Dirksen, S., A.L. Spaans & J. van der Winden. 1998. Nocturnal collision risks with wind turbines in tidal and semi-offshore areas. In: *Wind Energy and Landscape*. Ratto & Solari (eds.), Proc. 2nd European and African Conference on Wind Engineering, 1997. Balkema, Rotterdam, p. 99-108.
22. Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P. van Horsen, S. Dirksen & A.L. Spaans. 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64 Bureau Waardenburg, Culemborg / Rapport 99.30, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
23. Pettersson, J. & T. Stalin. 2003. Influence of offshore windmills on migration birds - in southeast coast of Sweden. Report to GE Wind Energy, 9 p.
24. Percival, S.M. 2003. Birds and windfarms in Ireland: A review of potential issues and impact assessments. Report Ecology Consulting, Durham, 25 p.
25. Rees, E.C. 2012. Impacts of wind farms on swans and geese: a review. *Wildfowl* 62, 37–72.
26. Krijgsveld, K.L., J.C. Kleyheeg-Hartman, E. Klop & A. Brenninkmeijer. 2016. Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven Mogelijkheden en consequenties. Bureau Waardenburg-rapport 16-100. Altenburg & Wymenga, Veenwouden en Bureau Waardenburg, Culemborg, 94 p.
27. Tomé, R., F. Canário, A.H. Leitão, N. Pires & M. Repas. 2017. Radar Assisted Shutdown on Demand ensures zero soaring bird mortality at a wind farm located in a migratory flyway. In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions*. Presentations from the CWW2015 Conference. Springer International Publishing, Cham, p. 119-133.
28. Larsen, J. K. & J. Madsen. 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. *Landscape Ecology* 15, 755-64.
29. Madsen, J. & D. Boertmann. 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape Ecology* 23, 1007-1011.
30. Kowallik, C. & J. Borbach-Jaene. 2001. Impact of wind turbines on field utilization by geese in coastal areas in NW Germany. *Vogelkundliche Berichte Niedersachsen* 33, 97-102.
31. Lindeboom, H.J., H.J. Kouwenhoven, M.J.N Bergman, S. Bouma, S. Brasseur, R. Daan, R.C. Fijn, D. de Haan, S. Dirksen, R. van Hal, R. Hille Ris Lambers, R. ter Hofstede, K.L. Krijgsveld, M. Leopold & M. Scheidat. 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters*. 6, 035101, 13 p.
32. Voigt C.C., L.S. Lehnert, G. Petersons, F. Adorf, L. Bach. 2015. Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research* 61, 213–219.
33. Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M. D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front. Ecology Environment* 5, 315–324.
34. Behr, O., R. Brinkmann, K. Hochradel, J. Mages, F. Korner-Nievergelt, I. Niermann, M. Reich, R. Simon, N. Weber & M. Nagy. 2017. Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach In: Köppel, Johann (ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions*. Presentations from the CWW2015 Conference. Springer International Publishing, Cham, p. 135-160.

35. Krijgsveld, K.L., J.C. Kleyheeg-Hartman, E. Klop & A. Brenninkmeijer. 2016. Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven Mogelijkheden en consequenties. Bureau Waardenburg-rapportnr 16-100. Altenburg & Wymenga, Veenwouden en Bureau Waardenburg, Culemborg, 94 p.
36. Reichenbach, M. 2017. Wind Turbines and Birds in Germany. Examples of Current Knowledge, New Insights and Remaining Gaps. In: Köppel, Johann (ed.), Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference. Springer International Publishing, Cham, p. 239-252.
37. Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG- VSW). 2014. Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015). Berichte zum Vogelschutz 51, 15–42.
38. Bright, J., R. Lanyston, R. Bullman, R. Evans, S. Gardner & J. Pearce-Higgins. 2008. Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation* 141, 2342-2356.
39. Schippers, P., R. Buij, A. Schotman, J. Verboom, H. van der Jeugd & E. Jongejans. 2020. Mortality limits used in wind energy impact assessment underestimate impacts of wind farms on bird populations *Ecology and Evolution* 2020.6274–87. <https://doi.org/10.1002/ece3.6360>.
40. Green, R.E., R.H.W. Langston, A. McCluskie, R. Sutherland & J.D. Wilson. 2016. Lack of sound science in assessing wind farm impacts on seabirds. *Journal of Applied Ecology* 53, 1635–1641.

Cor Smit
De Waal, 120820



Bijlage 1: Locaties van afzonderlijke windturbines en windparken in Nederland in 2018. Bron: <https://windstats.nl/statistieken/>

Table 3. Average avian mortality rates from collisions at some wind farms in Europe. These studies used correction factors (search area, scavenging removal and/or search efficiency rates) to adjust the number of found fatalities.

Place	Number of turbines	Type of turbines (kW)	Number of birds/turbine/year	Years of study	Reference
Belgium (Oostdam, Zeebrugge) ^a	25 ^a	200–600	19–24, average 21	7	this paper, with more detailed information in the report Everaert (2008)
Belgium (Boudewijnkanaal, Brugge)	14	600	21–35, average 26	5	
Belgium (De Put, Nieuwkapelle) ^b	2	800	min. 1	1	
Belgium (Centrale, Schelle)	3	1500	7–18, average 12	3	
Belgium (Kleine Pathoekeweg, Brugge)	7	1800	41–43, average 42	2	
Belgium (Rodenhuize, Gent) ^b	2	2000	min. 3	1	
Belgium (Kluizendok, Gent)	11	2000	6–8, average 7	2	
Belgium (Zandvlietsluis, Antwerpen) ^b	2	2000	min. 21	1	
The Netherlands (Zeeland)	5	250	3	1	Musters <i>et al.</i> (1996)
The Netherlands (Oosterbierum) ^c	18	300	22–33	1	Winkelman (1995)
The Netherlands (Urk) ^c	25	300	15–18	1	Winkelman (1995)
The Netherlands (Almere) ^d	10	1650	20	1	Krijgsveld <i>et al.</i> (2009)
The Netherlands (Waterkaaptocht) ^d	8	1650	27	1	Krijgsveld <i>et al.</i> (2009)
The Netherlands (Groettocht) ^d	7	1650	39	1	Krijgsveld <i>et al.</i> (2009)
The Netherlands (Westereems) ^e	88	3000	average 10–42	2	Brenninkmeijer (2011)
The Netherlands (Delfzijl-Zuid) ^e	34	2000	average 2–7	5	Brenninkmeijer & van der Weyde (2011)
Germany (Island Fehmarn, West)	23	2300	4	1	BioConsult & ARSU (2010)
Germany (Island Fehmarn, Mitte)	16	2300	6	1	
Germany (Island Fehmarn, Presen)	17	2300	29	1	
Germany (Island Fehmarn, Klingenberg)	11	2300	13	1	
England (Blyth)	9	300	1.3	2	Still <i>et al.</i> (1996)
France (Vendée) ^f	8	2400	11–34	3	Dulac (2008)
Spain (Salajones) ^g	33	660	22	1	Lekuona (2001)
Spain (Izco) ^g	75	660	23	1	
Spain (Alaiz) ^g	75	660	4	1	
Spain (Guerinda) ^g	145	660	8	1	
Spain (El Perdón) ^g	40	500–600	63	1	
Spain (Basque Country)	40	650–850	5–7	3	Onrubia <i>et al.</i> (2002)
Spain (Tarifa) ^h	190	100–150	0.5	1	SEO-Birdlife (1995)
Spain (Tarifa) ^h	66	150–180	0.1	1	

Bijlage 2: Gemiddelde aantallen slachtoffers per jaar in verschillende windparken in Europa. Bron: (16).

■ **Tabelle 1:**

Übersicht über fachlich empfohlene Abstände von Windenergieanlagen (WEA) zu bedeutenden Vogellebensräumen. Angegeben werden Mindestabstände bzw. Prüfbereiche (in Klammern) um die entsprechenden Räume. – *Overview of recommended distances of wind turbines to important areas for bird: minimum distances and, in brackets, ranges of verification around wind farms.*

Vogellebensraum	Empfohlener Mindestabstand der WEA (Prüfbereiche in Klammern)
Europäische Vogelschutzgebiete (SPA) mit WEA-sensiblen Arten im Schutzzweck	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Alle Schutzgebietskategorien nach nationalem Naturschutzrecht mit WEA-sensiblen Arten im Schutzzweck bzw. in den Erhaltungszielen	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Feuchtgebiete internationaler Bedeutung entsprechend Ramsar-Konvention mit Wasservogelarten als wesentlichem Schutzgut	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Gastvogellebensräume internationaler, nationaler und landesweiter Bedeutung (Rast- und Nahrungsflächen; z. B. von Kranichen, Schwänen, Gänsen, Kiebitzen, Gold- und Mornellregenpfeifern sowie anderen Wat- und Schwimmvögeln)	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
Regelmäßig genutzte Schlafplätze: Kranich, Schwäne, Gänse (mit Ausnahme der Neozoen) jeweils ab 1 %-Kriterium nach WAHL & HEINICKE (2013) sowie Greifvögel/Falken und Sumpfohreule	Kranich: 3.000 m (6.000 m) Schwäne, Gänse (mit Ausnahme der Neozoen): 1.000 m (3.000 m) Greifvögel/Falken* & Sumpfohreule: 1.000 m (3.000 m)
Hauptflugkorridore zwischen Schlaf- und Nahrungsplätzen bei Kranichen, Schwänen, Gänsen (mit Ausnahme der Neozoen) und Greifvögeln	Freihalten
Überregional bedeutsame Zugkonzentrationskorridore	Freihalten
Gewässer oder Gewässerkomplexe >10 ha mit mindestens regionaler Bedeutung für brütende und rastende Wasservögel	10-fache Anlagenhöhe, mind. jedoch 1.200 m
* Weihen, Milane, Seeadler und Merlin	

Bijlage 3: Overzicht van de aanbevolen afstanden van windparken ten opzichte van belangrijke vogelgebieden die in planologische procedures in de Duitse deelstaten worden gehanteerd. Aangegeven zijn de minimaal in acht te nemen afstanden van gebieden tot windparken en (tussen haakjes) de afstanden binnen welke onderzoek dient plaats te vinden of een groter gebied rondom de belangrijke vogelgebieden gebruikt wordt als foerageergebied of anderszins een belangrijke rol vervult voor vogels uit de belangrijke vogelgebieden. Wanneer dat het geval is dient deze zone te worden gevrijwaard van windmolens. Omdat hoge windturbines een groter effect hebben dan lage wordt hiermee rekening gehouden. Met Anlagenhöhe wordt de hoogte van de turbines in een windpark bedoeld. Bron: (37).

Bijlage 4 (volgende pagina):

Overzicht van de aanbevolen afstanden van windparken ten opzichte van belangrijke broedgebieden van vogels die in planologische procedures in de Duitse deelstaten worden gehanteerd. Voor nadere details zie toelichting bij Bijlage 2. Bron: (37).

■ **Tabelle 2:**

Übersicht über fachlich empfohlene Mindestabstände von Windenergieanlagen (WEA) zu Brutplätzen bzw. Brutvorkommen WEA-sensibler Vogelarten. Der in Klammern gesetzte Prüfbereich beschreibt Radien, innerhalb derer zu prüfen ist, ob Nahrungshabitate, Schlafplätze oder andere wichtige Habitate der betreffenden Art bzw. Artengruppe vorhanden sind, die regelmäßig angefliegen werden. – *Overview of recommended minimum distances of wind turbines to breeding sites of bird species sensitive to wind turbines. In brackets recommended ranges of verification around wind farms for frequently used feeding sites, roosts or other significant habitats.*

Art, Artengruppe	Mindestabstand der WEA (Prüfbereich in Klammern)
Raufußhühner: Auerhuhn (<i>Tetrao urogallus</i>), Birkhuhn (<i>Tetrao tetrix</i>), Haselhuhn (<i>Tetrastes bonasia</i>), Alpenschneehuhn (<i>Lagopus muta</i>)	1.000 m um die Vorkommensgebiete, Freihalten von Korridoren zwischen benachbarten Vorkommensgebieten
Rohrdommel (<i>Botaurus stellaris</i>)	1.000 m (3.000 m)
Zwergdommel (<i>Ixobrychus minutus</i>)	1.000 m
Schwarzstorch (<i>Ciconia nigra</i>)	3.000 m (10.000 m)
Weißstorch (<i>Ciconia ciconia</i>)	1.000 m (2.000 m)
Fischadler (<i>Pandion haliaetus</i>)	1.000 m (4.000 m)
Wespenbussard (<i>Pernis apivorus</i>)	1.000 m
Steinadler (<i>Aquila chrysaetos</i>)	3.000 m (6.000 m)
Schreiadler (<i>Aquila pomarina</i>)	6.000 m
Kornweihe (<i>Circus cyaneus</i>)	1.000 m (3.000 m)
Wiesenweihe (<i>Circus pygargus</i>)	1.000 m (3.000 m); Dichtezentren sollten insgesamt unabhängig von der Lage der aktuellen Brutplätze berücksichtigt werden.
Rohrweihe (<i>Circus aeruginosus</i>)	1.000 m
Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>)	1.500 m (4.000 m)
Schwarzmilan (<i>Milvus migrans</i>)	1.000 m (3.000 m)
Seeadler (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	3.000 m (6.000 m)
Baumfalke (<i>Falco subbuteo</i>)	500 m (3.000 m)
Wanderfalke (<i>Falco peregrinus</i>)	1.000 m, Brutpaare der Baumbrüterpopulation 3.000 m
Kranich (<i>Grus grus</i>)	500 m
Wachtelkönig (<i>Crex crex</i>)	500 m um regelmäßige Brutvorkommen; Dichtezentren sollten insgesamt unabhängig von der Lage der aktuellen Brutplätze berücksichtigt werden.
Großtrappe (<i>Otis tarda</i>)	3.000 m um die Brutgebiete; Wintereinstandsgebiete; Freihalten aller Korridore zwischen den Vorkommensgebieten
Goldregenpfeifer (<i>Pluvialis apricaria</i>)	1.000 m (6.000 m)
Waldschnepfe (<i>Scolopax rusticola</i>)	500 m um Balzreviere; Dichtezentren sollten insgesamt unabhängig von der Lage der aktuellen Brutplätze berücksichtigt werden.
Uhu (<i>Bubo bubo</i>)	1.000 m (3.000 m)
Sumpfohreule (<i>Asio flammeus</i>)	1.000 m (3.000 m)
Ziegenmelker (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	500 m um regelmäßige Brutvorkommen
Wiedehopf (<i>Upupa epops</i>)	1.000 m (1.500 m) um regelmäßige Brutvorkommen
Bedrohte, störungssensible Wiesenvogelarten: Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i>), Uferschnepfe (<i>Limosa limosa</i>), Rotschenkel (<i>Tringa totanus</i>), Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i>) und Kiebitz (<i>Vanellus vanellus</i>)	500 m (1.000 m), gilt beim Kiebitz auch für regelmäßige Brutvorkommen in Ackerlandschaften, soweit sie mindestens von regionaler Bedeutung sind
Koloniebrüter: Reiher Möwen Seeschwalben	