



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Weidevogels in een toekomstig energielandschap

Potenties voor weidevogels in het energielandschap
Rijnenburg in de gemeente Utrecht

Sjoerd Duijns





Bureaustudie weidevogels energielandschap Rijnenburg

Potenties voor weidevogels in het energielandschap Rijnenburg in de gemeente Utrecht

Sjoerd Duijns

Status uitgave: definitief

Rapportnummer: 19-221
Projectnummer: 19-0808
Datum uitgave: 6 jan. 2020
Foto's omslag: Frank Brouwer / Bureau Waardenburg bv
Projectleider: dr. S. Duijns
Tweede lezer: ing. R.G. Verbeek
Naam en adres opdrachtgever: Gemeente Utrecht, Milieu & Mobiliteit
F. Brekelmans
Postbus 8406
3503 RK Utrecht
Referentie opdrachtgever: Bestelnummer 5800075600/1 dd 19-09-2019
Akkoord voor uitgave: drs. C. Heunks
Paraaf:

Graag citeren als: Duijns, S. 2019. Bureaustudie weidevogels energielandschap Rijnenburg. Bureau Waardenburg Rapportnr.19-221. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Weidevogels, energielandschap, zonnepark, windmolen, Gemeente Utrecht, Rijnenburg

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

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

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg, Varkensmarkt 9 4101 CK Culemborg, 0345 51 27 10, info@buwa.nl, www.buwa.nl



Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Algemeen	5
1.2 Aanpak	6
2 Huidig leefgebied weidevogels	7
2.1 Huidige verstoring	7
2.2 Grondwaterstand	8
2.3 Grondgebruik	9
2.4 Huidige geschiktheid voor weidevogels	9
2.5 Huidig voorkomen van weidevogels	10
3 Gevolgen van wind- en zonne-energie	12
3.1 Ruimtebeslag (afname areaal weidevogelleefgebied)	12
3.2 Aanvaringslachtoffers	14
3.3 Conclusie	15
4 Mogelijkheden voor behoud van weidevogels	16
Literatuur	18
Bijlage I Windturbines en vogels	20



Samenvatting

In de Polders Rijnenburg en Reijerscop is een energielandschap van zonne- en windenergie gepland door Gemeente Utrecht. Bureau Waardenburg is gevraagd om eventuele negatieve effecten in kaart te brengen en waar mogelijk, mogelijkheden aan te dragen om de weidevogels zo veel mogelijk te behouden in het gebied.

Voor deze studie is door middel van een GIS analyse geëvalueerd in hoeverre het plangebied in de huidige situatie geschikt is als leefgebied voor weidevogels en grutto in het bijzonder.

De zoekgebieden en verstoringsbronnen zijn op een rij gezet en betrokken in de GIS analyse. Het gebied is hiermee ingeschaald in drie kwaliteitsniveaus:

- Ongeschikt leefgebied
- Matig geschikt leefgebied
- Geschikt leefgebied

Op basis van de analyse is gebleken dat er in het geplande energie landschap weinig geschikt leefgebied overblijft voor weidevogels; om precies te zijn 66 ha van het huidige oppervlakte potentieel weidevogelgebied (437 ha), een afname van 85%.

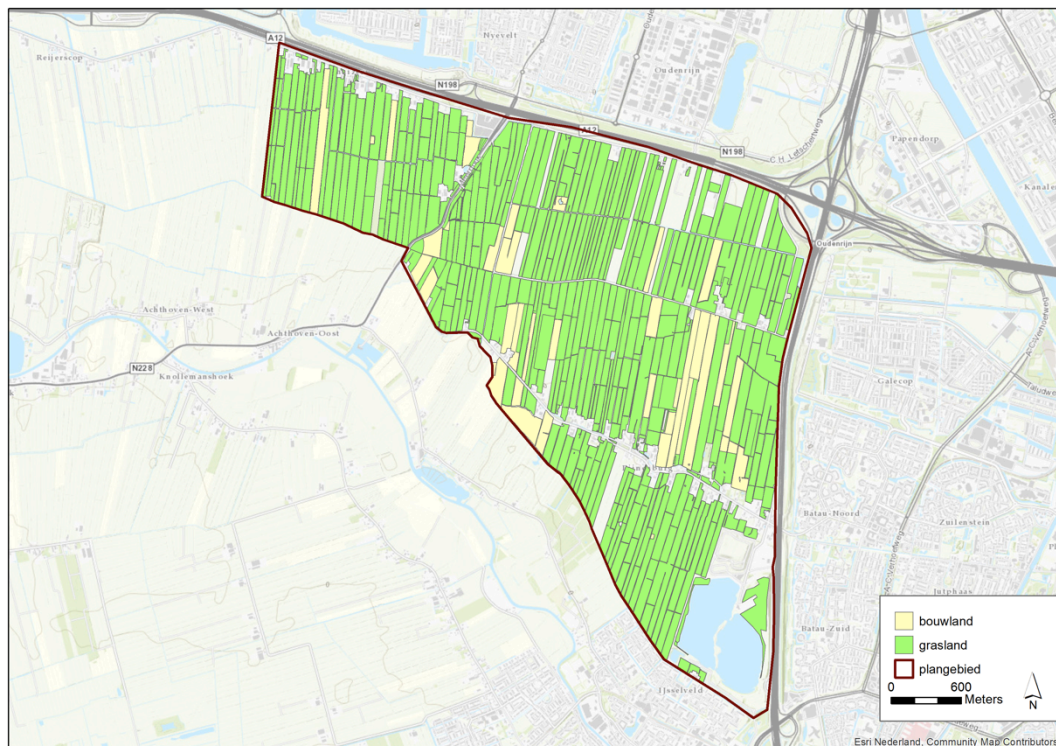
De beste mogelijkheid om weidevogels zoveel mogelijk te behouden is door de kwaliteit van resterend leefgebied sterk te verbeteren. Dit is te bereiken door lokaal de waterstanden te verhogen tot 20 – 40 cm onder maaiveld en bestaand akkerland te vervangen voor (extensief) grasland. Daarnaast zou het gebied nog opener gemaakt kunnen worden, door bomen in het zuidelijk deel van de polder weg te halen. Op deze manier blijft er dan 172 ha aaneengesloten geschikt weidevogel gebied over, wat overeenkomt met de minimale oppervlakte leefgebied voor een duurzame populatie weidevogels.



1 Inleiding

1.1 Algemeen

De Gemeente Utrecht wil een grootschalig energielandschap (zonne- en windenergie) ontwikkelen in de Polders Rijnenburg en Reijerscop. Het zoekgebied betreft het binnen het in Figuur 1.1 begrensde gebied, met in achtname van de maximale benutting van de zoekgebieden van het geplande energielandschap. Bureau Waardenburg voert op dit moment in het kader hiervan een veldonderzoek uit naar aanwezige natuurwaarden in opdracht van de Gemeente Utrecht. Het is reeds duidelijk dat de beoogde ontwikkeling effect zal hebben op de omvang en de kwaliteit van het leefgebied voor weidevogels en daarmee op de aanwezige weidevogels. De polder is één van de laatste gebieden in de gemeente waar de grutto nog broedt en de gemeente Utrecht wil de mogelijkheden in beeld brengen om weidevogels, met nadruk op de grutto als broedvogel, in het gebied te behouden



Figuur 1.1 *Overzicht van het studiegebied. Het plangebied is met een zwarte lijn aangegeven, waarbij binnen het plangebied onderscheid is gemaakt tussen bouwland en grasland.*



1.2 Aanpak

Voor deze studie is door middel van een GIS analyse geëvalueerd in hoeverre het plangebied in de huidige situatie geschikt is als leefgebied voor weidevogels en grutto in het bijzonder. De parameters die hieraan ten grondslag liggen zijn gemaakt op basis van bodemeigenschappen, grondwaterstand, verstoringafstanden (afstand tot wegen, hoogspanningsleidingen e.d.), welke van invloed zijn op het leefgebied van weidevogels. Op grond daarvan zijn drie kwaliteitsniveaus onderscheiden.

- Ongeschikt leefgebied
- Matig geschikt leefgebied
- Geschikt leefgebied

Vervolgens is bepaald wat het effect zal zijn van de beoogde ontwikkeling van wind- en zonne-energie in het plangebied. Dit is gebaseerd op enerzijds de geschiktheid van het gebied en het huidig voorkomen van weidevogels en anderzijds op bestaande kennis ten aanzien van weidevogels in relatie tot wind- en zonne-energie. Door de bouw en het gebruik van windturbines en zonnepanelen kunnen voor vogels meerdere soorten risico's met zich meebrengen. Hier moet gedacht worden aan aanvaringen van vliegende vogels met de windturbines, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels. Deze risico's worden voor de weidevogels op hoofdlijnen beschouwd.



2 Huidig leefgebied weidevogels

2.1 Huidige verstoring

Voor de meeste weidevogels is openheid van het landschap vereist voor vestiging. De ene soort is daarin kritischer dan de andere (Oosterveld & Altenburg 2005). Kieviten en scholeksters kruipen nog wel eens tussen opgaande begroeiingen, maar de meeste weidevogels worden daar niet aangetroffen. Met name de grutto is storingsgevoelig met bebouwing, wegen, fietspaden, hoogspanningsleidingen en opgaande beplantingen (bosjes, singels, rietland en rietkragen) als versturende elementen. Weidevogels mijden locaties met veel menselijke activiteiten en geluid, vandaar dat de mate van verstoring een combinatie is van verstoring van de openheid, als menselijke verstoring. Daarom is bij het bepalen van verstoringsafstanden rekening gehouden met de combinatie van de twee. Daarbij is het goed te realiseren dat deze verstoringsafstand de maximale afstand is, waarbij bij gelijkblijvend habitat sprake is van lagere dichtheden van broedende weidevogels in vergelijking met een situatie zonder verstoringsbron. In dit rapport zijn we uitgegaan van het 'worst case scenario' en gaan er vanuit dat de in de literatuur gemelde waarden strak afgebakend zijn en dat er geen weidevogels in de verstoringsafstanden bevinden en dat het habitat dus ongeschikt is. Een overzicht van de door ons gehanteerde verstoringsafstanden staan weergegeven in tabel 2.1.

Het studiegebied Rijnenburg en Reijerscop ligt omsloten door twee snelwegen, de A2 en de A12 en aan de randen zijn veelal wegen, bebouwing en beplanting aanwezig. De maximale verstoringsafstand voor autosnelwegen is vastgesteld op 300 m (Tabel 2.1). In de noordwestelijke hoek loopt een bovengrondse hoogspanningsverbinding. Aan weerszijden wordt de broeddichtheid binnen 100 meter beperkt (Oosterveld & Altenburg 2005).

Tabel 2.1 Overzicht van de storingsbronnen en bijbehorende verstoringsafstand. (naar Oosterveld & Altenburg 2005)

Storingsbron	Maximale verstoringsafstand (m)
Secondaire weg	50
Autosnelweg	300
Hoogspanningsleiding	100
Bebouwing	50
Opgaande begroeiing	100
Windmolens	200
Windmolens	200
Zonnepark	50



2.2 Grondwaterstand

Grondwaterstanden zijn sterk bepalend voor de beschikbaarheid van voedsel (en daarmee ook vestiging) van weidevogels. De grondwaterstanden worden in belangrijke mate gestuurd door slootpeilen.

Het studiegebied heeft een divers peilbeheer. Sommige delen hebben een verschillend seizoenspeil, terwijl andere gebieden een vast peil hebben. Weidevogels als grutto prefereren graslanden met een grondwaterpeil 20 tot 40 cm beneden maaiveld. Bij voorkeur tot 40 cm onder maaiveld in het voorjaar (Onrust *et al.* 2019). Bij een grondwaterpeil tot 80 cm beneden maaiveld zijn de broeddichtheden beduidend lager (Oosterveld & Altenburg 2005).

Het stapelvoedsel van volwassen grutto's wordt in de broedtijd gevormd door regenwormen en emelten. Deze worden met behulp van de (lange) snavel uit de bodem geprikt. De regenwormen zijn voor weidevogels bereikbaar bij voldoende hoge grondwaterstanden. Met name bij voedselrijke en niet te zure graslanden is de hoeveelheid regenwormen groot (Kleijn *et al.* 2009a).

Een voldoende hoog grondwaterpeil is van belang omdat bij toenemende uitdroging van het bodemoppervlak regenwormen naar beneden migreren (Schekkerman 1997) en de bovenlaag moeilijk toegankelijk is voor grutto's (Kleijn *et al.* 2009a). Een hoger grondwaterpeil kan voorkomen dat de bodem uitdroogt en de bereikbaarheid van regenwormen vergroten. Plasdras kan een verhoogde beschikbaarheid van bodemfauna veroorzaken.

Algemeen wordt aangenomen dat een hoge grondwaterstang gunstig is voor weidevogels. Oosterveld & Altenburg (2005) stellen dat hoog waterpeil (20 - 40 cm onder maaiveld) een optimale waterstand is voor weidevogels. Guldemond *et al.* (1996) laten vrij duidelijk zien dat een hoog grondwaterpeil tot een hogere dichtheid gruttoterritoria leidt. Vanuit de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels is een grondwaterstand tot minimaal 40 cm onder maaiveld aan te raden (Onrust *et al.* 2019). Reproductie is in deze studies niet onderzocht, maar op basis van deze studies zal een optimaal peil gelegen zijn in een range van 20 – 40 cm onder maaiveld.

De voedselkeuze van gruttokuikens wijkt af van volwassen vogels. Gruttokuikens zijn afhankelijk van geleedpotigen (*Arthropoden*) die aan de oppervlakte verzameld worden. Direct na het uitkomen van de eieren verlaten gruttokuikens het nest en gaan op zoek naar voedsel. Dit wordt bij voorkeur verzameld in ongemaaide vegetatie (dekking, voedselaanbod). Een hoge grondwaterstand kan in de kuikenperiode zorgen voor een lage, open vegetatie met een groot voedselaanbod. Grondwaterpeil heeft nauwelijks invloed op de hoeveelheid *Arthropoden* (Kleijn *et al.* 2009b), een hoog grondwaterpeil vormt dus geen bezwaar voor het voedselaanbod voor kuikens (eerder een voordeel). Net



als voor adulte vogels is er voor wat betreft kuikens slechts beperkt onderzoek beschikbaar over het belang van grondwaterpeil en ontbreekt experimenteel onderzoek (Kleijn *et al.* 2009b).

Op basis van bovenstaande informatie en beschikbare informatie van het studiegebied is gekozen voor drie geschiktheidscategorieën ten aanzien van de grondwaterstand in het voorjaar, te weten:

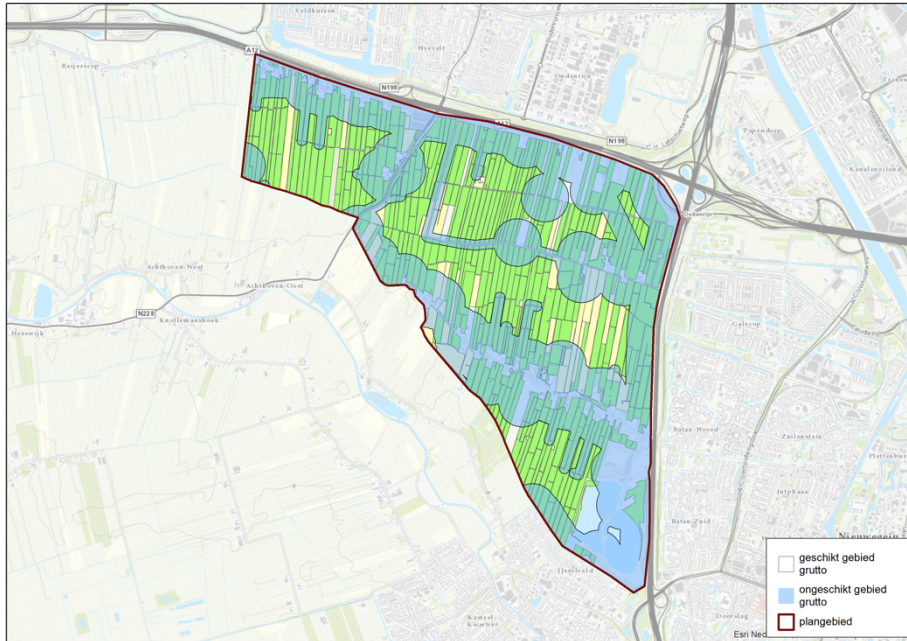
- Zeer geschikt 0 – 40 cm onder maaiveld
- Matig geschikt 40-80 cm onder maaiveld
- Ongeschikt < 0 & > 80 cm onder maaiveld

2.3 Grondgebruik

Het grondgebruik, dat mede bepalend is voor de geschiktheid voor weidevogels, is afgeleid van het gridbestand voor Landelijk Grondgebruik in Nederland, LGN2018. Dit is een gridbestand met een ruimtelijke resolutie van 5 x 5 meter. In het bestand worden de belangrijkste landbouwgewassen, bos, water, natuur en stedelijke klassen onderscheiden. Een overzicht hiervan is te zien op Figuur 2.1. Hierbij is grasland geclassificeerd als geschikt weidevogel gebied. Overige gewassen (landbouwgebruik zoals maïs) is geclassificeerd als matig geschikt. Hiervoor is gekozen omdat dit landgebruik in principe niet geschikt zijn voor weidevogels (met uitzondering van kievit), maar wel relatief makkelijk om te vormen is naar grasland. Overig landgebruik zoals water en stedelijk gebied is geclassificeerd als ongeschikt.

2.4 Huidige geschiktheid voor weidevogels

Op basis van de verstoringsafstanden (Tabel 2.1), de grondwaterstanden (matig tot zeer geschikt; paragraaf 2.2), en grondgebruik (paragraaf 2.3) is het huidige beschikbare oppervlak voor weidevogels 437 ha (Figuur 2.1).



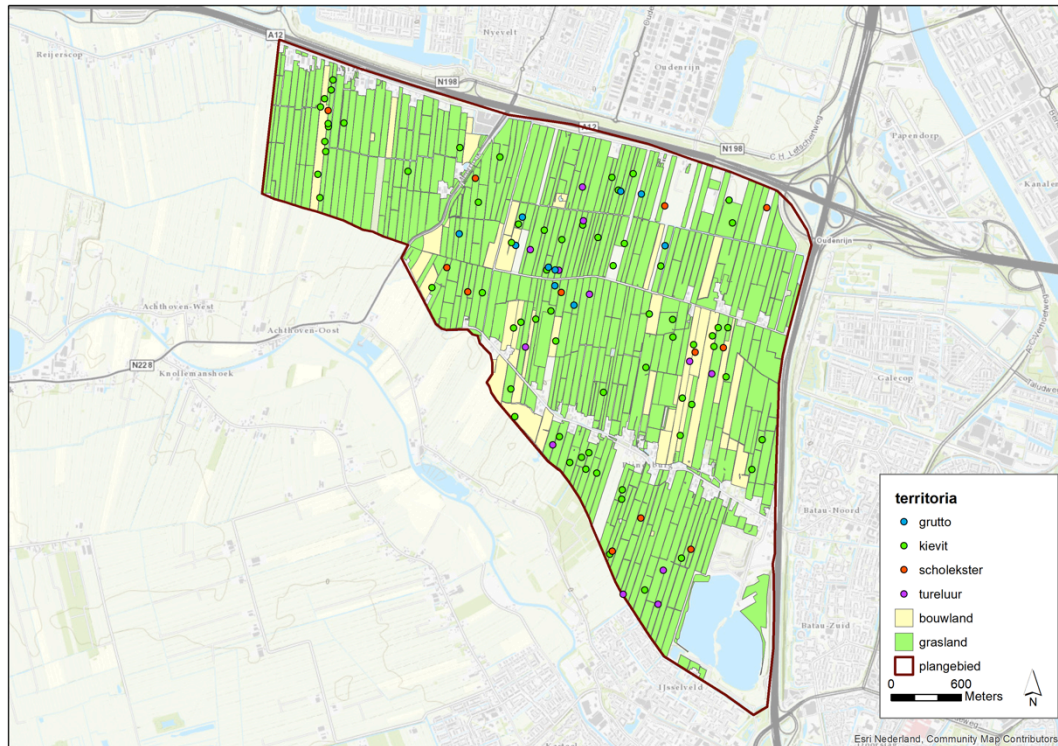
Figuur 2.1 Overzicht van het studiegebied onderverdeeld in geschikt en ongeschikt habitat voor de grutto. Het ongeschikte deel is bepaald door de verstoringafstanden en grondwaterstanden.

2.5 Huidig voorkomen van weidevogels

In opdracht van de Gemeente Utrecht zijn in het voorjaar van 2019 de weidevogels in het gebied geïnventariseerd. De inventarisatie is uitgevoerd volgens de BMP-methodiek; de door SOVON ontwikkelde broedvogel-monitoringsmethodiek (Vergeer *et al.* 2016). In 2019 zijn er vijf ochtendronde en één nachtronde uitgevoerd. Dat onderzoek heeft zich gericht op de graslanden en sloten in het gebied, waarbij erven, bosjes en de Nedereindse Plas op voorhand ongeschikt voor weidevogels zijn bevonden en daarom buiten beschouwing zijn gelaten.

Alle waarnemingen die op broeden of een territorium duiden zijn ingevoerd op de exacte locatie, inclusief de broedcodes. De invoer heeft plaatsgevonden met behulp van een tablet met het programma Avimap (Sovon Vogelonderzoek Nederland). Na afloop van alle veldbezoeken zijn de veldwaarnemingen omgezet worden in territoria door middel van het autoclustersysteem van Sovon.

Op basis van de inventarisaties zijn 10 territoria van grutto's, 66 territoria van kieviten, 12 territoria van scholeksters en 12 territoria van tureluurs vastgesteld (Figuur 2.2). De verspreiding van de weidevogels concentreert zich in het noordelijke, centrale, deel van het studiegebied. Hierin valt op dat de soorten zich inderdaad gevestigd hebben op basis van landgebruik (kieviten bevinden zich voornamelijk op bouwland en grutto's in het nattere deel en relatief ver van de huidige verstoring).



Figuur 2.2 *Overzicht van het studiegebied waar de territoria van de verschillende weidevogels zijn aangegeven in verschillende kleuren. Er is een behoorlijke spreiding in locatie van de verschillende soorten, waarbij de grutto zich voornamelijk in het centrum van het gebied bevindt.*



3 Gevolgen van wind- en zonne-energie

3.1 Ruimtebeslag (afname areaal weidevogelleefgebied)

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de gevolgen van het geplande energielandschap, (opgesplitst per type energie) voor weidevogels.

3.1.1 Aantasting kwaliteit leefgebied door windturbines

Ten gevolge van het geluid, de beweging en/of fysieke aanwezigheid van (draaiende) windturbines kunnen vogels verstoord worden. Door de versturende werking is het leefgebied in de directe omgeving van windturbines minder geschikt. Hierdoor kunnen vogels een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark verlaten. De verstoringafstand verschilt per soort, ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn met name aangetoond voor rustende vogels, maar ook voor foeragerende watervogels.

Weidevogels kunnen bij het bepalen van de nestplaatskeuze locaties in de buurt van windturbines vermijden. Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar de mogelijke verstoringseffecten van de windturbines op broedende weidevogels. In een langjarig onderzoek in drie Duitse windparken in weidevogelgebieden zijn bij grutto geen significante verstoringseffecten aangetoond. Uit habitat-analyses in deze studie komt naar voren dat andere aspecten die de kwaliteit van het leefgebied bepalen, belangrijker zijn dan de afstand tot windturbines (Steinborn *et al.* 2011, Steinborn & Steinmann 2014). In een eerder onderzoek van Reichenbach (2003) werden verstoringseffecten van grutto van maximaal 200 m vastgesteld. In een ander Duits onderzoek (Hötter 2006) blijkt dat hogere turbines voor broedende weidevogels leiden tot kleinere effecten. Bij het hanteren van een verstoringafstand van 200 m is daarom zeker sprake van een *worst case* scenario voor het bepalen van mogelijke effecten van windturbines op broedende grutto's.

De windturbines die gepland zijn in het zoekgebied staan midden in het weidevogel-gebied en zal daarom een versturende invloed hebben op het foerageergebied van weidevogels in polder Rijnenburg. In de broedtijd wordt in de nabijheid van broedlocaties gefoerageerd, en hierdoor is er ook sprake van verstoringseffecten van Windenergie gedurende de aanleg en het gebruik van het windpark op grutto's in de broedtijd.

3.1.2 Aantasting kwaliteit leefgebied door zonne-energie

De aanleg van een zonnepark gaat ten koste van het leefgebied van boerenlandvogels (akker- en weidevogels). Een literatuurstudie naar dit onderwerp toonde aan dat er met de aanleg van een zonnepark er veelal een verschuiving plaatsvindt in de samenstelling van de lokale vogelgemeenschap (Klaassen *et al.* 2018). Een toename van het aantal vogels hoeft dus echter niet te betekenen dat het leefgebied van de doelsoorten (boerenlandvogels) is verbeterd.

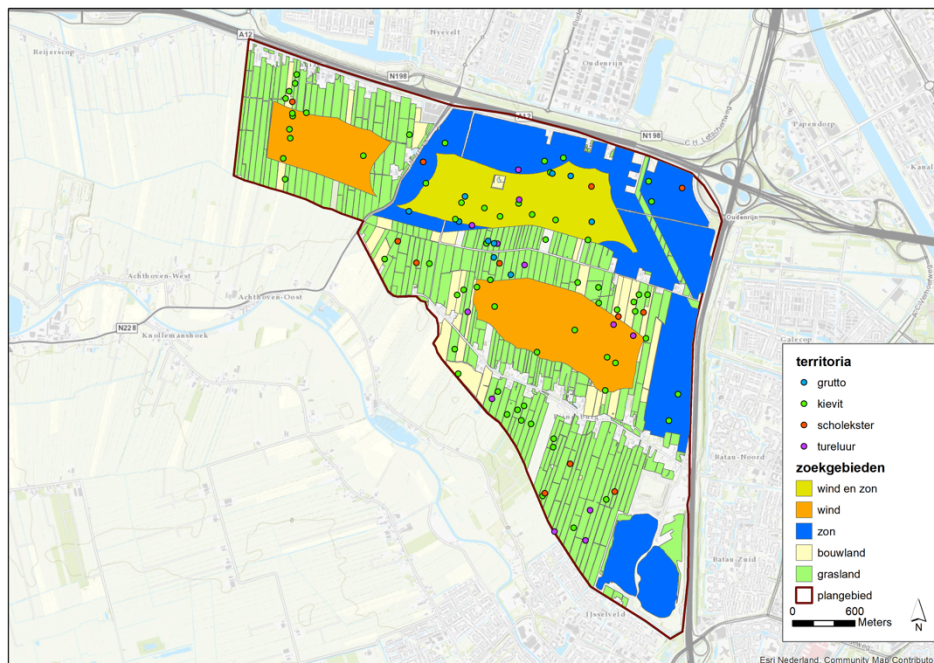


In de huidige plannen zijn we uitgegaan van een volledige bedekking van de ondergrond, waardoor er geen ruimte meer overblijft voor (weide)vogels. Er zijn tot op heden weinig studies verricht naar de effecten van zonneparken op weidevogels. Wel is duidelijk dat wanneer de bodem onder de panelentafels bijna volledig wordt afgeschermd van licht en regenwater, de ondergroei zal afsterven en het bodemleven verstoken zal blijven van de aanvoer van verse organische stof. Als gevolg daarvan zal de bodemvruchtbaarheid afnemen, alsmede de hoeveelheid organische stof en de opnamecapaciteit voor water. In hoeverre dit doorwerkt op het bodemleven zal afhankelijk zijn van grondsoort en beheer (Klaassen *et al.* 2018). Daarnaast moet er gedacht worden aan bodemvervuiling door bijvoorbeeld gebruik van verzinkte stellages.

Gezien weidevogels openheid prefereren, en het geplande zonnepark toch als een potentiële bedreiging zullen ervaren doordat roofvogels er op kunnen zitten en het zicht belemmerd wordt, hebben we 50 m als maximale verstoringsafstand gekozen.

3.1.3 Totale aantasting kwaliteit leefgebied zonne- en windenergie

De realisatie van het energielandschap zal leiden tot een vermindering van geschikt biotoop voor weidevogels. De zoekgebieden voor zon en windenergie zijn respectievelijk 378 ha en 275 ha. Deze gebieden overlappen deels (113 ha), zodat er een netto, ruimtebeslag is van 540 ha (Figuur 3.1).



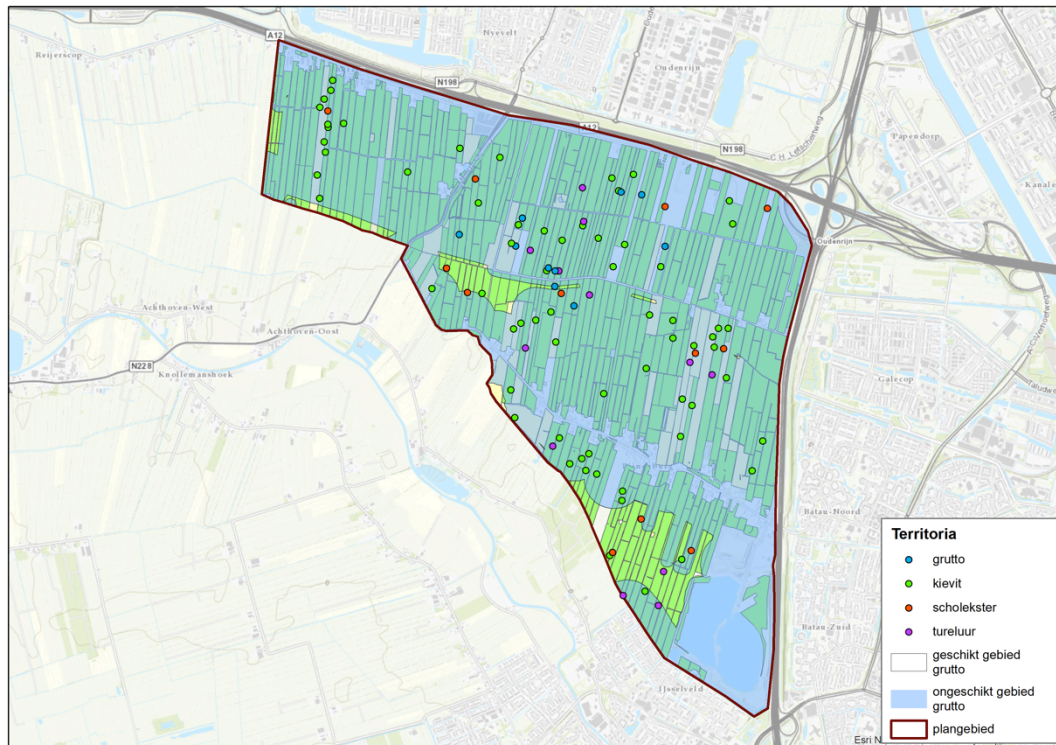
Figuur 3.1 Overzicht van het studiegebied met de zoekgebieden van wind en zon ingekleurd.

Afhankelijk van het aantal windturbines en zonnepanelen dat daadwerkelijk gerealiseerd zal worden en de ruimtelijke configuratie hiervan zal de totale aantasting maximaal 540 ha



bedragen. Een substantieel deel (371 ha) hiervan betreft in de huidige situatie 'geschikt leefgebied' (Figuur 3.2).

Dit betekent dat het totale areaal aan 'geschikt leefgebied' door de ontwikkeling van wind- en zonne-energie kan afnemen 437 ha naar 66 ha; een afname van 85%. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het resterende areaal 'geschikt leefgebied' erg versnipperd zal worden.



Figuur 3.2 *Overzicht van het studiegebied onderverdeeld in geschikt en ongeschikt habitat. Het ongeschikte deel is bepaald door de verstoringsafstanden, het zoekgebied van zon en windenergie en grondwaterstanden. Het geschikte gebied ligt voornamelijk in het zuidelijk deel.*

3.2 Aanvaringslachtoffers

Grutto's zullen naar verwachting in aanvaring komen met de geplande windturbines, aangezien deze gepland zijn midden in het gebied met een hoge concentratie territoria (Figuur 3.1). De grutto kan tijdens de balts of het verjagen van predatoren wel tot buiten het broedgebied komen. Deze vluchten beperken zich, in tegenstelling tot het broeden en foerageren, niet tot de directe omgeving van het nest, maar deze vluchten gaan tot enkele kilometers ver (Beintema *et al.* 1995). Daarom wordt tijdens deze fase ook verwacht dat dit tot verhoogde sterfte zal leiden. Daarnaast is de verwachting dat ook kieviten een verhoogd risico lopen, gezien deze ook behoorlijk hoge baltsvluchten maken.



3.3 Conclusie

Door de ontwikkeling van wind- en zonne-energie zal het areaal en de kwaliteit van het leefgebied worden aangetast. Hierdoor zal maximaal 85% van huidig beschikbaar weidevogelgebied verloren gaan. Tevens lopen weidevogels het risico om in aanvaring te komen met windturbines. Daarmee is de kans op een wezenlijke aantasting van de lokale populatie van de grutto en kievit reëel.

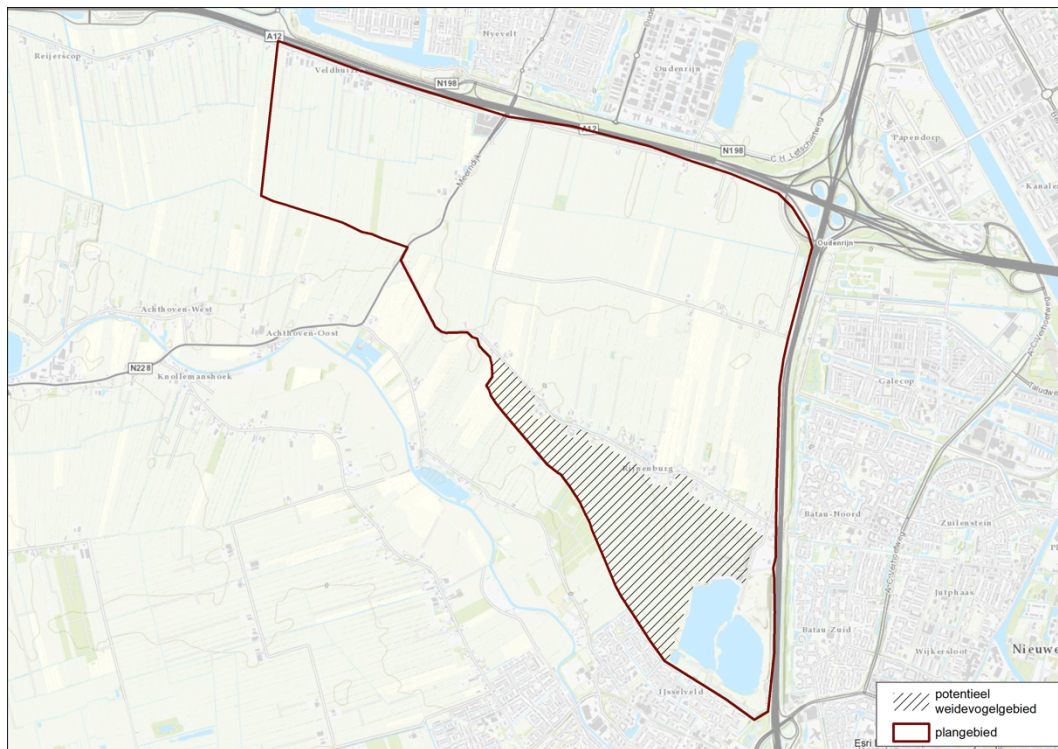
Het beschikbare leefgebied voor weidevogels à 437 ha zal door de voorgenomen plannen afnemen tot 66 ha. Voor weidevogels zoals de grutto is dit resterende oppervlak te klein voor een gezonde populatie (170 ha is nodig voor een gezonde populatie; Oosterveld & Altenburg 2005). Een vermindering van het beschikbaar biotoop zal daarom zeer waarschijnlijk een negatief effect op de populatie weidevogels. Temeer omdat de trend van weidevogels als de grutto in de provincie Utrecht al sterk negatief is en de populatie van het aantal broedende grutto's is sinds 2003 gehalveerd (Slaterus & Majoor 2015). Het ligt daarom voor de hand dat ook de huidige populatie in het studiegebied onder druk staat.



4 Mogelijkheden voor behoud van weidevogels

De Gemeente Utrecht heeft aangegeven om de eventuele negatieve effecten van het geplande energielandschap voor weidevogels zo veel mogelijk te beperken en alternatieve en/of mitigerende maatregelen te opteren. Aangezien de minimaal vereiste oppervlakte voor een gezonde populatie (te weten 170 ha) mogelijk in geding komt door de ontwikkeling van wind – en zonne-energie zullen maatregelen gericht moeten zijn op een kwaliteitsverbetering van leefgebied dat in de huidige situatie als 'matig' is geclassificeerd.

Als mitigerende maatregel kan overwogen worden om het meest zuidelijk gedeelte van het studiegebied (het gehele gebied ten zuiden van de Nedereindseweg) meer geschikt te maken voor weidevogels (Figuur 4.1). Van het resterende geschikte weidevogelgebied is dit het grootste aaneengesloten deel (Figuur 3.2), en het sluit goed aan bij de huidige kernpopulatie. Dat zou betekenen dat de grondwaterstand daar lokaal omhoog gebracht moet worden tot 20 - 40 cm onder het maaiveld. Daarnaast moet het landgebruik aangepast worden in (extensief) grasland, i.p.v. bestaande akkerbouw. De openheid zou bevorderd kunnen worden door bomen in het gebied weg te halen. Met deze maatregelen zou een aanzienlijk deel 'matig geschikt' gebied omgevormd kunnen worden tot 'geschikt weidevogelgebied', waardoor het totaal aaneengesloten geschikt weidevogelgebied neerkomt op 172 ha (Figuur 4.1). Het verlies van aantallen weidevogels zal op deze manier zo veel mogelijk opgevangen worden.



Figuur 4.1 Overzicht van het studiegebied, waarin in het zuidelijk deel door een aantal beheersmaatregelen tot een geschikt weidevogelhabitat gemaakt kan worden.



Ten slotte zijn er nog een aantal randvoorwaarden ten aanzien van beheer en inrichting van het gebied, om het voorgestelde gebied nog geschikter te maken voor weidevogels:

- Zorg voor grote en open weidgebieden met weinig verstoring
- Hoog grondwater (10 tot maximaal 30 cm onder maaiveld); tijdelijk ondergelopen percelen die langzaam opdrogen richting het voorjaar
- Weinig tot geen bemesting
- Uitgesteld maaibeheer
- Een mozaïek van graslanden
- Lage predatiedruk en eventueel weidevogelbescherming
- Oppervlakkige afwatering in plaats van ondergrondse drainage
- Afwisseling in structuur, dus hoge en lage vegetatieplekken
- Relatief laag percentage (30 – 40 %) beweide percelen in het gebied (Grazende koeien verspreiden hun mest natuurlijk en dat zorgt voor een natuurlijk mozaïek in de vegetatie dat kuikens nodig hebben voor voedsel (insecten) en schuilplaatsen



Literatuur

- Beintema, A.J., Moedt, O. & Ellinger, D., 1995. Ecologische Atlas van de Nederlandse Weidevogels. Schuyt & Co, Haarlem.
- Guldemon, J.A., M.C. Sosa Romero & P. Terwan, 1996. Weidevogels, waterpeil en nestbescherming: tien jaar onderzoek aan Kievit, Grutto en Tureluur in een veenweidegebied. *Limosa* 68 (3): 89 - 96.
- Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Klaassen, R.H.G., T. Schaub, H.-J. Ottens, A.G.M. Schotman, J. Snethlage, G. Mol, 2018. Literatuurstudie en formulering richtlijnen voor een ecologische inrichting van zonneparken in de provincies Groningen en Noord-Holland : Eindrapportage. Groningen : University of Groningen, - 39 p.
- Kleijn, D., W. Dimmers, R. van Kats & D. Melman, 2009a. Het belang van hoog waterpeil en bemesting voor de Grutto: 1. de vestigingsfase. *De Levende Natuur*: 110-4.
- Kleijn, D., W. Dimmers, R. van Kats & D. Melman, 2009b. Het belang van hoog waterpeil en bemesting voor de Grutto: 2. de kuikenfase. *De Levende Natuur*: 110-4.
- Onrust, J., E. Wymenga, T. Piersma & H. Olf, 2019. Earthworm activity and availability for meadow birds is restricted in intensively managed grasslands. *Journal of Applied Ecology* 56(6): 1333-1342.
- Oosterveld, E.B. & W. Altenburg, 2005. Kwaliteitscriteria voor weidevogelgebieden, met toetslijst. A&W-rapport 412. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Reichenbach, M. 2003. Windenergie und Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung Dissertation an der Technischen Universität Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Nr. 123, Schriftenreihe der Fakultät Architektur Umwelt Gesellschaft.
- Schekkerman, H. , 1997 .Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuike. IBN - rapport 292 /DLG -publicatie 102 . Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Slaterus R. & Majoor F. 2015. Tellingen van Grutto's en andere weidevogels in de provincie Utrecht in 2015. Sovon-rapport 2015/30. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Steinborn, H. & P. Steinmann, 2014. 13 Jahre später - wie entwickeln sich die Wiesenvogelbestände im Windpark Hinrichsfehn? Positionen 06/2014. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmermann, 2011. Windkraft - Vögel - Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Vergeer J.W., van Dijk A.J., Boele A., van Bruggen J. & Hustings F. 2016. Handleiding Sovon broedvogelonderzoek: Broedvogel Monitoring Project en Kolonievogels. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.





Bijlage I Windturbines en vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien, namelijk aanvaringen van vliegende vogels, habitatverlies of verstoring van broedende, foeragerende of rustende vogels en barrièrewerking voor vliegende vogels.

Aanvaringen

Vogels kunnen door aanvaringen met de rotorbladen en mast of door lucht-wervelingen in het zog achter de windturbine gewond raken of sterven. Het aantal aanvaringen is afhankelijk van de intensiteit van vliegbewegingen en het aanvaringsrisico.

Vliegintensiteit

Het aantal slachtoffers wordt in belangrijke mate bepaald door de vliegintensiteit van vogels op rotorhoogte (Desholm *et al.* 2006). Variatie in deze vliegintensiteit wordt veroorzaakt door het aantal vogels dat in het gebied voorkomt of doorkruist, de soortensamenstelling van deze vogels, hun vlieggedrag en vlieghoogte en mate van uitwijking (Hötker *et al.* 2006, Gove *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). Het aantal slachtoffers varieert daarmee sterk per locatie. Zo vallen in en nabij vogelrijke gebieden, zoals wetlands en nabij broedkolonies, significant meer slachtoffers dan in en nabij minder vogelrijke gebieden (Hötker *et al.* 2006, Everaert 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Een deel van het aantal aanvaringslachtoffers wordt gevormd door vogels op de jaarlijkse seizoenstrek in voorjaar en najaar, doordat dan sprake is van de verplaatsing van tientallen miljoenen individuen en dus een hoge vliegintensiteit (Erickson *et al.* 2014). Afhankelijk van de weersomstandigheden, zullen de meeste vogels op seizoenstrek een windpark op grote hoogte passeren, maar tijdens tegenwind vliegt een deel hiervan ook op rotorhoogte. Hierdoor kan het percentage 's nachts trekkende zangvogels onder aanvaringslachtoffers variëren van nihil (Grünkorn *et al.* 2016), tot 9% op een Duits eiland in de Oostzee (Welcker *et al.* 2017), 13% in de Eemshaven (Klop & Brenninkmeijer 2014) en 29% in de Wieringermeer (Krijgsveld *et al.* 2009). Deze onderzoeken suggereren dat 's nachts langstreckende vogelsoorten niet per sé een groter aanvaringsrisico hebben dan overdag actieve vogelsoorten. Een groot deel van de lokale vogels vliegt laag, vaak zelfs onder rotorhoogte, maar bepaalde soortgroepen, zoals roofvogels, meeuwen, duiven en zwaluwen vliegen regelmatig op rotorhoogte en worden ook vaker slachtoffer (Grünkorn *et al.* 2016). Kiekendieven vormen een uitzondering onder de roofvogels omdat ze maar een beperkt deel van de tijd op rotorhoogte vliegen en daarom van alle soorten roofvogels het minst vaak aanvaringslachtoffer van windturbines worden (Whitfield & Madders 2006, Hötker *et al.* 2013, Oliver 2013).



Het verschil in het aantal aanvaringslachtoffers tussen soorten wordt voor een groot deel ook bepaald door de mate van uitwijking voor windturbines. Ganzen en kraanvogels mijden zowel het hele windpark (macro uitwijking) als individuele turbines (micro uitwijking; Fijn *et al.* 2012, Grünkorn *et al.* 2016). Ook steltlopers, waaronder de soorten Kievit en wulp, worden relatief weinig als aanvaringslachtoffer gevonden, waarschijnlijk vanwege hun sterke uitwijkgedrag (Hötker *et al.* 2006, Winkelman *et al.* 2008). Daarentegen houden bijvoorbeeld roofvogels en meeuwen, en soorten zoals wilde eend, houtduif, veldleeuwerik en spreeuw, zich meer op in en nabij windparken dan andere soorten en worden daardoor ook vaker slachtoffer van een aanvaring met een windturbine (Everaert 2014, Morinha *et al.* 2014, Grünkorn *et al.* 2016).

Aanvaringsrisico

Het aanvaringsrisico is de kans op aanvaring met een windturbine voor een vogel die door een windpark vliegt. Dit aspect is minder goed onderzocht dan het aantal slachtoffers zelf. In het algemeen wordt aangenomen dat het aanvaringsrisico het hoogst is tijdens de nacht en onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen). Winkelman (1992) berekende een gemiddeld aanvaringsrisico van 0,02% voor alle vogels (niet soortspecifiek) die overdag en 's nachts het windpark passeerden. Voor de soorten die alleen 's nachts passeerden bedroeg dit gemiddeld 0,17%. Krijgsveld *et al.* (2009) vonden voor drie windparken in Nederland een gemiddeld aanvaringsrisico voor nachttactieve soorten van 0,14% (niet soort-specifiek). Voor sommige dagactieve soorten, zoals meeuwen-, stern- en enkele roofvogelsoorten, zijn echter ook relatief hoge aanvaringsrisico's vastgesteld (Everaert *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2009, Langgemach & Dürr 2015). Dit komt mogelijk doordat deze soorten overdag al vliegend op zoek gaan naar voedsel, en dan meer op de grond onder hen gefocust zijn dan op de omgeving die voor hen ligt (Martin 2011).

Aantal aanvaringen

In vergelijking met het verkeer of met hoogspanningslijnen, vallen bij windturbines relatief weinig slachtoffers. Het gedocumenteerde gemiddelde aantal aanvaringslachtoffers met windturbines ligt tussen 0 en de 63 vogelslachtoffers per turbine per jaar, met een maximum van 190 (Everaert 2014). De grote variatie in het aantal slachtoffers per turbine wordt geïllustreerd door onderzoek in de Eemshaven, een 'hot spot' voor vogels op seizoenstrek. Op deze ene locatie varieerden de aantallen slachtoffers per windturbine tussen de 1 en 213 vogels per jaar (Klop & Brenninkmeijer 2014).

Onderzoek bij windparken met windturbines van $\geq 1,5$ MW heeft aangetoond dat de slachtofferaantallen per windturbine vergelijkbaar zijn met de aantallen bij kleinere windturbines (Krijgsveld *et al.* 2009, Smallwood & Karas 2009). Het aantal aanvaringen per windturbine neemt dus niet lineair met het rotoroppervlak toe. Dit impliceert een vermindering van het aantal aanvaringslachtoffers met een toename van de omvang van windturbines (Everaert 2014). Daarnaast is er geen lineair verband tussen turbinehoogte en het aantal aanvaringen (Erickson



et al. 2014). Grotere windturbines staan verder uit elkaar en de rotoren draaien op grotere hoogte boven de grond en vaak ook langzamer, waardoor vogels er makkelijker tussendoor en onderdoor kunnen vliegen, zoals in bovengenoemde studies het geval was.

Effecten op populatieniveau

Effecten op populatieniveau zijn voor de meeste soorten niet aan de orde (Zimmerling *et al.* 2013, Erickson *et al.* 2014, Grünkorn *et al.* 2016). Aanwijzingen voor populatie-effecten zijn tot nu toe vooral gevonden voor langzaam reproducerende soorten, wanneer die in relatief hoge aantallen aanvaringslachtoffer worden. Voorbeelden hiervan zijn sommige zeevogelsoorten (Stienen *et al.* 2007) en roofvogelsoorten (Bellenbaum *et al.* 2013, Grünkorn *et al.* 2016). In het algemeen geldt dat effecten op populatieniveau verwacht kunnen worden wanneer een windpark gesitueerd is op een locatie met veel vliegbewegingen van soorten die een hoog aanvaringsrisico kennen, zoals in bovengenoemde studies het geval was. Een passende locatiekeuze, zowel van het windpark als van de individuele windturbines daarbinnen, is daarmee een belangrijke factor om negatieve effecten op vogelpopulaties te verkleinen (Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verandering in locatiekeuze, fysiologie en gedrag. Door de aanwezigheid van de windturbine en/of het geluid en de beweging van de draaiende rotorbladen, of door de verhoogde menselijke aanwezigheid (doorgaans voor onderhoud), kan een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark in lagere dichtheden worden benut, of als habitat in zijn geheel verloren gaan. Een dergelijke verstoring kan effect hebben op de reproductie en de overleving van individuen, met als gevolg veranderingen in populatieomvang (Whalen 2015, Zwart *et al.* 2016).

Factoren die een rol spelen bij verstoringseffecten

De verstoringsafstand en de mate waarin vogels verstoord worden verschilt per soort, seizoen, locatie en functie van het gebied voor de vogels en is ook afhankelijk van de omvang en lay-out van het windpark. Verder geldt dat in de meeste gevallen niet alle vogels binnen de beschreven verstoringsafstanden verdwijnen, maar dat de aantallen lager zijn in vergelijking met soortgelijke gebieden zonder de verstorings-bron. Voor de meeste soorten wordt aangenomen dat buiten het broedseizoen de verstoringsafstand toeneemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötcker *et al.* 2006). Sommige studies tonen aan dat vogels gewend kunnen raken aan wind-turbines (Madsen & Boertmann 2008, Fijn *et al.* 2012), terwijl bij andere juist een afname in vogeldichtheden in de tijd is geconstateerd (Hötcker *et al.* 2006). Daarnaast is voor verschillende soorten, waaronder verschillende zangvogel- en roofvogelsoorten, aangetoond dat ze niet of weinig beïnvloed worden door de aanwezigheid van de windturbines (Hötcker



et al. 2013, Stevens *et al.* 2013, Hale *et al.* 2014, Hernández-Pliego *et al.* 2015). Grotere, langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, een minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even goed tot meer verstoring kan leiden. Een studie bij 1 MW turbines duidde in ieder geval niet op een verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al.* 2003). Volgens recente gegevens kan tijdens de bouwfase van een windpark meer verstoring optreden dan tijdens de operatiefase (Birdlife Europe 2011).

Broedvogels

In de gebruiksfase hebben windturbines in het algemeen een beperkte verstorende invloed op broedvogels (Pearce-Higgins *et al.* 2009). Bij veel soorten zijn in het geheel geen verstorende effecten in de broedperiode aangetoond, en waar dat wel het geval is, zijn de effectafstanden geringer dan die buiten de broedperiode. Doordat vogels in het broedseizoen doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner dan buiten het broedseizoen.

De meeste soorten roofvogels vertonen geen vermijding van windparken. In verschillende studies konden geen statistisch aantoonbare effecten worden gevonden van windturbines op het aantal nesten, nestplaatskeuze en/of foerageer-en -areaal in het broedseizoen (Bellebaum *et al.* 2013, Hötker *et al.* 2013, Balotari-Chiebao *et al.* 2015, Hernández-Pliego *et al.* 2015, Grünkorn *et al.* 2016).

Steltlopers die in de open agrarische gebieden van NW-Europa broeden (o.a. kievit, wulp en scholekster), mijden windparken veelal tot maximaal 100 m (Steinborn *et al.* 2011, Steinborn & Steinmann 2014). Voor broedende zangvogels in dezelfde gebieden (o.a. veldleeuwerik, gele kwikstaart, roodborsttapuit) zijn tot nu toe geen of slechts geringe (< 50 m) verstoringseffecten vastgesteld. Alleen voor de gras-pieper laten verschillende onderzoeken uiteenlopende resultaten zien en kan op basis hiervan niet worden uitgesloten dat de soort tot circa 100 m verstoord wordt (Steinborn *et al.* 2011).

Voor broedvogels van bos en halfopen gebied zijn geen of in slechts beperkte mate effecten van windturbines op de aantallen en ruimtelijke verspreiding vastgesteld (Garcia *et al.* 2015, Reichenbach 2015). De dichtheid van vogels in de directe omgeving van windturbines in bossen verschilde niet van die in nabijgelegen ongestoorde referentiegebieden. Tijdens de aanleg vond wel een tijdelijke terugval in aantal territoria plaats, maar in de gebruiksfase namen alle soorten weer in aantal toe (Garcia *et al.* 2015). Daarnaast werd een (niet significant) verstoringseffect op vijf soorten spechten (maar niet de algemene grote bonte specht) gevonden tot 250 m afstand (Reichenbach 2015).

Foeragerende en rustende vogels buiten het broedseizoen



Onder een aantal vogelsoorten van agrarische gebieden (o.a. zaadeters, kraaiachtigen en leeuweriken) konden ook buiten het broedseizoen geen significante verstoringseffecten van windturbines worden vastgesteld (Devereux *et al.* 2008, Steinborn *et al.* 2011). Echter, voor veel vogelsoorten zijn wel versturende effecten van windturbines buiten de broedperiode vastgesteld. Als maximum verstoringafstand van windturbines op niet-broedende vogels wordt over het algemeen 600 m gebruikt (Birdlife Europe 2011), maar dit is sterk soortspecifiek en bedraagt meestal kleinere afstanden. De gemiddelde verstoringafstand voor zwanen-, ganzen- en enkele steltlopersoorten, zoals wulp, kievit en goudplevier, ligt bijvoorbeeld tussen 150-400 m (Hötker *et al.* 2006, Steinborn *et al.* 2011, Langgemach & Dürr 2015). Voor de meeste andere soort(groep)en die buiten het broedseizoen in groepen rusten of foerageren (o.a. eenden, meeuwen, duiven, spreeuw), vormen verstoringafstanden van 100-200 m veelal de bovengrens (Winkelman 1989, Hötker *et al.* 2006, Steinborn *et al.* 2011). Alle voornoemde soortgroepen vertonen soms gewenning voor windparken. Zo is bij kleine rietganzen in een tienjarige studie vastgesteld dat de vogels steeds dichterbij windturbines zijn gaan foerageren en op een gegeven moment tussen de windturbines verbleven (Madsen & Boertman 2008). Verder lijkt de omvang van het effect ook afhankelijk te zijn van het voedselaanbod. Bijvoorbeeld, voor brandganzen en kleine zwanen is vastgesteld dat beide soorten een grotere afstand tot de windturbines aanhouden aan het begin van de winter, wanneer meer voedsel beschikbaar is, dan aan het eind van de winter (Fijn *et al.* 2012). Ook is aangetoond dat een relatief grotere verplaatsing van vogels kan optreden als in de directe omgeving alternatieve foerageergebieden aanwezig zijn. Zo vermeed ongeveer 75% van de kieviten een graslandpolder na de plaatsing van vier windturbines en verbleef in een nieuw aangelegd natuurgebied enkele kilometers verderop (Beuker & Lensink 2010).

Barrièrewerking

Bij nadering van een windpark passen vrijwel alle vogels hun vliegroutes aan, ofwel door het gehele windpark, ofwel door individuele turbines te vermijden. Dit gedrag vermindert weliswaar de kans op een aanvaring, maar kan leiden tot een verhoogd energieverbruik. De reacties zijn afhankelijk van het type windturbine en de omvang van het windpark, en verschillen ook binnen een soort en tussen soorten. Als het windpark in een groot cluster of in een lange lijn is opgesteld, kan het door de verhoogde vlieggkosten voor vogels een barrière in een vliegroute worden. Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van foerageer- of rust-gebieden. Om barrièrewerking te minimaliseren kunnen windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden. Het opschalen van windparken heeft een gunstig effect, omdat bij een toename van de turbineomvang de tussenafstand tussen turbines ook groter wordt (Smallwood & Karas 2009, Everaert 2014).

Literatuurlijst



- Balotari-Chiebao, F., J.E. Brommer, T. Niinimäki, & T. Laaksonen, 2015. Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the White-tailed Eagle. *Anim. Conserv.* 19: 265-272.
- Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *J. Nature Conserv.* 21: 394-400.
- Beuker, D. & R. Lensink, 2010. Monitoring windpark windturbines Echteld. Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers onder lokale en trekkende vogels. Rapport 10-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Birdlife Europe, 2011. Meeting Europe's renewable energy targets in harmony with nature. RSPB, Sandy, UK.
- Desholm, M., A.D. Fox, P.D.L. Beasley & J. Kahlert, 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis* 148: 76-89
- Erickson, W.P., M.M. Wolfe, K.J. Bay, D.H. Johnson & J.L. Gehring, 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. *PLoS ONE* 9(9).
- Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken, 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport 2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Everaert, J., 2014. Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study* 61: 220-230.
- Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, W. Tijssen, H.A.M. Prinsen, & S. Dirksen, 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering near a wind farm in the Netherlands. *Wildfowl* 62: 97-116.
- Garcia, D. A., G. Canavero, F. Ardenghi & M. Zamborn, 2015. Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines. *Renewable Energy* 80: 190-196.
- Gove, B., R. Langston, A. McCluskie, J. D. Pullan & I. Scrase, 2013. Windfarms and birds: an updated analysis of the effect of wind farm on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Strasbourg, 89.
- Grünkorn, T., J. Blew, T. Coppack, O. Krüger, G. Nehls, A. Potiek, M. Reichenbach, J. von Rönn, H. Timmermann & S. Weitekamp, 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.
- Hale, A.M., E.S. Hatchett, J.A. Meyer & V.J. Bennett, 2014. No evidence of displacement due to wind turbines in breeding grassland songbirds. *The Condor* 116: 472-482.
- Hernández-Pliego, J., M. de Lucas, A.R. Muñoz & M. Ferrer, 2015. Effects of wind farms on Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain. *Biol. Conserv.* 191: 452-458.
- Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and



- ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Berghusen.
- Hötter, H., O. Krone & G. Nehls, 2013. Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH. Berghusen, Berlin, Husum.
- Klop, E. & A. Brenninkmeijer, 2014. Monitoring aanvaringslactoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. *Ardea* 97: 357-366.
- Langgemach, T. & T. Dürr, 2015. Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Landesamt für Umwelt Brandenburg, Nennhausen.
- Madsen, J. & D. Boertmann, 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape Ecol.* 23: 1007-1011.
- Martin, G.R., 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Morinha, F., P. Travassos, F. Seixas, A. Martins, R. Bastos, D. Carvalho, P. Magalhães, M. Santos, E. Bastos & J.A. Cabral, 2014. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study* 61: 255-259.
- Oliver, P., 2013. Flight heights of Marsh Harriers in a breeding and wintering area. *British Birds* 106: 405-408.
- Pearce-Higgins, J.W., L. Stephen, R.H.W. Langston, I.P. Bainbridge & R. Bullman, 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *J. Appl. Ecol.* 46: 1323-1331.
- Reichenbach, M., 2015. Gefährdung von Vögeln durch Windkraftanlagen. UVP-Report 29: 179-184.
- Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.
- Smallwood, K.S. & B. Karas, 2009. Avian and bat fatality rates at old-generation and repowered wind turbines in California. *J. Wildl. Manage.* 73: 1062-1070.
- Steinborn, H. & P. Steinmann, 2014. 13 Jahre später - wie entwickeln sich die Wiesenvogelbestände im Windpark Hinrichsfehn? Positionen 06/2014. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Steinborn, H., M. Reichenbach & H. Timmermann, 2011. Windkraft - Vögel - Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. Arsu GmbH, Oldenburg.
- Stevens, T.K., A.M. Hale, K.B. Karsten, & V.J. Bennett, 2013. An analysis of displacement from wind turbines in a wintering grassland bird community. *Biodiv. Conserv.* 22: 1755-1767.



- Stienen, E.W.M., J. van Waeyenberge, E. Kuijken & J. Seys, 2007. Trapped within the corridor of the Southern North Sea: the potential impact of offshore windfarms and seabirds. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds.), Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation. Quercus. Madrid.
- Welcker, J., M. Liesenjohann, J. Blew, G. Nehls & T. Grünkorn, 2016. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. *Ibis* 159: 366-373.
- Whalen, C.E., 2015. Effects of wind turbine noise on male Greater Prairie-Chicken vocalizations and chorus. M.S. thesis, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, USA.
- Whitfield, D.P. & M. Madders, 2006. Flight height in the Hen Harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural Research Information Note 2. Natural Research Ltd, Banchory, UK.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. RIN, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1. Aanvaringslachtoffers. RIN-rapport 92/2. IBN-DLO, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra, Wageningen.
- Zimmerling, J.R., A.C. Pomeroy, M.V. d'Entremont & C.M. Francis, 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conserv. Ecol.* 8(2): 10.
- Zwart, M.C., J.C. Dunn, P.J.K. McGowan & M.J. Whittingham, 2016. Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *Behav. Ecol.* 27: 101-108.