Ecologische effecten kleine windturbines

Provincie Zuid-Holland

13 december 2023 - Internal

Contactpersoon

ARCADIS NEDERLAND B.V.

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Samenvatting

Inleiding en doel

Binnen het provinciaal beleid van Zuid-Holland is het op dit moment mogelijk om *kleine windturbines* met een maximale ashoogte van 15 meter te plaatsen in het buitengebied, mits passend bij de ruimtelijke kwaliteit. Deze windturbines worden hoofdzakelijk geplaatst op boerenerven om te voorzien in de energiebehoefte van het bijbehorende agrarische bedrijf. In het participatieproces van de Regionale Energiestrategie (RES) en in het Coalitieakkoord van de provincie Zuid-Holland (2023-2027) is aangegeven om een verruiming van de ashoogte van kleine windturbines van 15 meter naar 30 meter te onderzoeken. Windturbines met een ashoogte van 30 meter worden *grote kleine windturbines* genoemd.

Het doel van dit onderzoek is te verkennen wat de (mogelijke) ecologische effecten zijn van grote kleine windturbines op lokaal en regionaal schaalniveau. Om dit doel te bereiken is een literatuurstudie uitgevoerd. Daarnaast is in dit onderzoek aandacht voor de ecologische voorwaarden waaronder het plaatsen van (grote) kleine windturbines mogelijk is. De focus van het onderzoek ligt op de cultuurlandschappen in Zuid-Holland (bollenlandschap, droogmakerijenlandschap, veen(weide)landschap, rivierdeltalandschap), omdat daar de meeste agrarische erven zijn gelegen.

Voorliggend onderzoek dient enkel als kennisdocument om inzicht te geven in de (mogelijke) ecologische effecten van het toestaan van grote kleine windturbines op regionaal schaalniveau en erfniveau. Bij ieder initiatief voor het plaatsen van een kleine en grote kleine windturbine dient in het kader van de Omgevingswet een QuickScan opgesteld te worden, waarin de aanwezige natuurwaarden worden geïnventariseerd, om significante negatieve effecten uit te sluiten op beschermde soorten en/of gebieden.

Ecologische effecten

In Tabel 1-1 zijn de ecologische effecten voor vogels en vleermuizen samengevat. Onder de tabel volgt een toelichting.

Tabel 1-1 Samenvatting ecologische effecten (geel = risico op negatieve effecten, rood = groot risico op negatieve effecten)

Soortgroep	Kleine windturbines (ashoogte max 15 meter)		Grote kleine windturbine (ashoogte max 30 meter)	
	Lokaal schaalniveau (erf)	Regionaal schaalniveau	Lokaal schaalniveau (erf)	Regionaal schaalniveau
Vogels	Risico op aanvarings-slachtoffers en barrièrewerking, met name op (erf)vogels. Risico het grootst bij plaatsing van windturbines in open veld.	Risico op verstoring of aantasting van belangrijke populaties van vogels. Met name wanneer sprake is van windturbines nabij grote concentraties vogels en op migratieroutes. Effecten zowel relevant voor soortbescherming als gebieden (Natura 2000-gebieden en weidevogelkerngebieden)	Risico op aanvarings-slachtoffers en barrièrewerking, met name op (erf)vogels. Risico het grootst bij plaatsing van windturbines in open veld.	Groot risico op verstoring of aantasting van belangrijke populaties van vogels. Met name wanneer sprake is van windturbines nabij grote concentraties vogels en op migratieroutes. Effecten zowel relevant voor soortbescherming als gebieden (Natura 2000-gebieden en weidevogelkerngebieden)
Vleermuizen	Groot risico op aanvaringsslachtoffers, met name van windturbines nabij landschappelijke elementen (migratieroutes).	Risico op aanvaringsslachtoffers, met name van windturbines nabij landschappelijke elementen (migratieroutes).	Risico op aanvarings-slachtoffers, met name van windturbines nabij landschappelijke elementen (migratieroutes).	Risico op aanvarings-slachtoffers, met name van windturbines nabij landschappelijke elementen (migratieroutes).

Vogels
Voor kleine windturbines geldt dat lokaal aanwezige (erf)vogels het grootste risico op negatieve effecten ondervinden, zoals aanvaring en barrièrewerking. Lokaal aanwezige (erf)vogels bevinden zich namelijk binnen het bereik van kleine windturbines (ca. 5 meter tiplaagte tot 25 meter tiphoogte). Voorbeelden van vogelsoorten zijn uilen, wilde eend, houtduif, spreeuw, boerenzwaluw en vink.

Grote kleine windturbines raken hogere luchtlagen (ca. 15 meter tiplaagte tot 45 meter tiphoogte) dan kleine windturbines. Hierdoor kennen vogels niet alleen een aanvaringsrisico bij lokale foerageerbewegingen, maar ook bij meer regionale trek (bijvoorbeeld voedsel- en slaaptrek). Voorbeelden van soorten zijn reigers, aalscholvers en ganzen. Voor grote kleine windturbines geldt met name een risico op regionale effecten nabij locaties met hoge concentraties van vogels. Plaatsing van grote kleine windturbines nabij Natura 2000-gebieden (m.n. Vogelrichtlijn) en weidevogelkerngebieden is daarom afgeraden.

Het risico op negatieve effecten op vogels is het grootst bij droogmakerij-, veenweide- en rivierdeltalandschap. Hier bevinden grotere concentraties en gevoeligere vogelsoorten dan bij het bollenlandschap.

Vleermuizen
Voor vleermuissoorten geldt dat zij zich meer binnen het bereik van kleine windturbines bevinden dan binnen het bereik van grote kleine windturbines. De meeste vleermuissoorten maken gebruik van lagere luchtlagen (bijvoorbeeld tijdens de jacht). Grote kleine windturbines hebben (deels) overlap met migratiehoogtes van enkele vleermuissoorten in de provincie Zuid-Holland, zoals de laatvlieger en de rosse vleermuis. Het risico op negatieve effecten is het grootst wanneer (grote) kleine windturbines worden geplaatst nabij landschappelijke elementen die worden gebruikt als migratieroutes.

Tussen de verschillende cultuurlandschappen in provincie Zuid-Holland is weinig verschil in het voorkomen van vleermuissoorten. Daarom zijn voor vleermuizen geen grote verschillen in effecten te verwachten per cultuurlandschap.

Mitigatie en ecologische voorwaarden

Om ecologische effecten in aanleg- en gebruiksfase te mitigeren zijn meerdere mitigerende maatregelen beschikbaar (zie Bijlage II voor voorbeelden). De belangrijkste maatregel om risico’s op effecten te verkleinen is een juiste locatieafweging op zowel regionaal - als perceel niveau. Locatiekeuze op regionaal niveau is in het bijzonder voor grote kleine windturbines en voor vogels essentieel. Op regionaal niveau is het belangrijk dat voorzichtigheid wordt betracht bij het plaatsen van grote kleine windturbines in of nabij vogelrijke gebieden. Het onderzoeken van een zonering kan hier uitkomst bieden om te bepalen waar het wel/niet gewenst is om (grote) kleine windturbines te plaatsen. Omdat het onderzoek naar de ecologische effecten van (grote) kleine windturbines beperkt is, zijn enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan aan het eind van voorliggend kennisdocument.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 6

1.1 Aanleiding 6

1.2 Doel en onderzoeksvragen 6

1.3 Leeswijzer 7

2 Vigerend beleid windturbines Zuid-Holland 8

2.1 Omgevingsvisie Zuid-Holland 8

2.2 Zuid-Hollandse Omgevingsverordening 9

2.3 Omgevingsprogramma Zuid-Holland 10

3 Uitgangspunten onderzoek 11

3.1 Bandbreedte referentieturbines 11

3.2 Plaatsingspotentieel kleine windturbines Zuid-Holland 14

3.3 Cultuurlandschappen in provincie Zuid-Holland 15

4 Ecologische effecten in literatuur 21

4.1 Beschikbare literatuur 21

4.2 Afbakening relevante soortgroepen 21

4.3 Afbakening typen effecten van grote kleine windturbines 24

4.4 Samenvatting afbakening 26

5 Ecologische effecten in provincie Zuid-Holland 27

5.1 Relevante soorten en beschermde gebieden in provincie Zuid-Holland 27

5.2 Mogelijke ecologische effecten op regionaal niveau in Zuid-Holland 39

5.3 Mogelijke ecologische effecten op erfniveau in Zuid-Holland 42

5.4 Ecologische voorwaarden voor referentieturbine(s) 44

6 Conclusies en aanbevelingen 46

6.1 Conclusies 46

6.2 Leemten in kennis en vervolgonderzoek 48

7 Literatuurlijst 51

Bijlage I Beschikbare kleine windturbines 55

Bijlage II Mitigerende maatregelen 56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen het provinciaal beleid van Zuid-Holland is het op dit moment mogelijk om kleine windturbines tot een maximale ashoogte van 15 meter te plaatsen in het buitengebied, mits passend bij de ruimtelijke kwaliteit. Het provinciaal omgevingsbeleid voor windturbines is opgedeeld in drie categorieën:

- **Categorie 1**: Ashoogte van maximaal 15 meter > overal toegestaan, mits de ruimtelijke kwaliteit dit toestaat.
- **Categorie 2**: Ashoogte van maximaal 45 meter > alleen in de bestaande stad, glastuinbouw en industriegebied.
- **Categorie 3**: Ashoogte groter dan 45 meter > alleen op aangewezen locaties in de verordening.

In het participatieproces van de RES is aangegeven dat er voorkeur bestaat voor het verruimen van de ashoogte van categorie 1 windturbines van 15 naar 30 meter. In de Herziening Omgevingsbeleid Module Energietransitie (2022) is daarom aangegeven dat onderzocht gaat worden wat een mogelijke verruiming van de maximale ashoogte betekent en onder welke voorwaarden dit een gewenste ontwikkeling is. Ook in het Coalitieakkoord van de provincie Zuid-Holland (2023-2027) is opgenomen om te onderzoeken of een verruiming van de ashoogte tot 30 meter mogelijk is. In dit onderzoek worden dergelijke windturbines met een ashoogte groter dan 15 meter en een maximale ashoogte van 30 meter ‘grote kleine windturbines’ genoemd.

Om de (on)mogelijkheden voor grote kleine windturbines te onderzoeken is als eerste stap een landschappelijk onderzoek uitgevoerd door Wing (2023) in opdracht van de provincie Zuid-Holland. Uit de verkenning is gebleken dat 25 meter ashoogte (en 30 meter tiphoogte) onder voorwaarden in veel situaties (landschappelijk) passend is, en dat 30 meter ashoogte in specifieke gevallen mogelijk is. Ook is onderzocht waarom er nog maar relatief weinig kleine windturbines in Zuid-Holland staan. Een bepalende factor blijkt de gemeentelijke regelgeving te zijn.

Als tweede stap in de verkenning of grote kleine windturbines mogelijk zijn wil de provincie Zuid-Holland de ecologische effecten van grote kleine windturbines onderzoeken. Voorliggend rapport geeft inzicht in de (mogelijke) ecologische effecten van grote kleine windturbines.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is te verkennen wat de (mogelijke) ecologische effecten zijn van grote kleine windturbines. Hierbij gaat het om windturbines met een ashoogte van 15 tot 30 meter. Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie en het voorliggende rapport betreft een kennisdocument. Om het doel van dit onderzoek te bereiken worden de volgende drie onderzoeksvragen beantwoord:

1. Welke referentieturbine(s) dient/dienen gebruikt te worden voor dit onderzoek?
2. Wat zijn de ecologische effecten van deze referentieturbine(s)?
3. Onder welke ecologische voorwaarden kunnen deze referentieturbine(s) worden toegestaan?

Toepassing onderzoek: kennisdocument
In de Wet natuurbescherming (vanaf 1 januari 2024 opgenomen in de Omgevingswet) staan regels voor de bescherming van Nederlandse natuurgebieden en planten- en diersoorten. Voorliggend onderzoek richt zich met name op de ecologische effecten die van invloed zijn op gebiedsbescherming en soortenbescherming, maar is géén wettelijke toetsing. Voorliggend onderzoek dient enkel als kennisdocument om inzicht te geven in de (mogelijke) ecologische effecten van het toestaan van grote kleine windturbines op regionaal schaalniveau en erfniveau. Bij ieder initiatief voor het plaatsen van een kleine en grote kleine windturbine dient in het kader van de Omgevingswet een QuickScan opgesteld te worden, waarin de aanwezige natuurwaarden worden geïnventariseerd, om significante negatieve effecten uit te sluiten op beschermde soorten en/of gebieden. Uit de QuickScan en eventuele vervolgonderzoeken moet blijken of ontheffingsaanvragen noodzakelijk zijn.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport zijn de volgende onderwerpen behandeld:

- Hoofdstuk 2– Een beschrijving van het vigerend ruimtelijke beleid voor windturbines in de provincie Zuid-Holland.
- Hoofdstuk 3 – Een beschrijving van de referentieturbines, het plaatsingspotentieel van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland en de vier onderscheden cultuurlandschappen. Dit hoofdstuk beantwoordt de eerste onderzoeksvraag.
- Hoofdstuk 4 – Een beschrijving van de geraadpleegde literatuur naar de ecologische effecten van kleine, grote kleine en grote windturbines. Dit hoofdstuk vormt de afbakening van de (niet-gebiedspecifieke) ecologische effecten die mogelijk kunnen optreden als gevolg van grote kleine windturbines.
- Hoofdstuk 5 – Een beschrijving van de (mogelijke) ecologische effecten van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland, uitgesplitst op regionaal en erfniveau. Het hoofdstuk eindigt met het omschrijven van de ecologische voorwaarden waaronder de referentieturbines geplaatst kunnen worden. Daarmee beantwoordt dit hoofdstuk de tweede en derde onderzoeksvraag.
- Hoofdstuk 6 – Een uiteenzetting van de resultaten uit de voorgaande hoofdstukken. Daarnaast omschrijft dit onderzoek leemten in kennis en worden er aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

2 Vigerend beleid windturbines Zuid-Holland

De provincie Zuid-Holland heeft het Klimaatakkoord onderschreven en wil vanuit haar rol en verantwoordelijkheid bijdragen aan de oplossing van de klimaatproblematiek. In het Klimaatakkoord staat beschreven dat Nederland in 2050 de uitstoot van CO2 met 95% reduceert ten opzichte van 1990. In 2030 moet 49% van deze reductie gerealiseerd zijn. Voor de elektriciteitsproductie geldt dat deze 100% CO2-neutraal moet zijn in 2050.

Om invulling te geven aan de doelstellingen uit het Klimaatakkoord zijn regionale energiestrategieën (RES'en) opgesteld. In de provincie Zuid-Holland bevinden zich zeven RES-regio's. De provincie werkt nauw samen met deze regio's om een duurzame, betrouwbare en betaalbare energievoorziening te realiseren. De provincie Zuid-Holland zet zich dan ook in om de Klimaatdoelstellingen te vertalen naar ruimtelijk beleid en regelgeving, in de vorm van provinciaal omgevingsbeleid.

Het omgevingsbeleid van de provincie Zuid-Holland bestaat uit **I) de Omgevingsvisie, II) de Omgevingsverordening en III) het Omgevingsprogramma**. Vanwege de snelle ontwikkelingen in de energietransitie vond in 2022 een herziening plaats van het provinciale omgevingsbeleid: de Herziening Omgevingsbeleid Module Energietransitie[1]. De herziening bouwt voort op de afspraken die gemaakt zijn in de zeven Regionale Energiestrategieën (RES) in Zuid-Holland[2], het uitvoeringsprogramma Schone Energie voor iedereen[3] en het Coalitieakkoord provincie Zuid-Holland (2019-2023)[4]. Dit hoofdstuk beschrijft de Omgevingsvisie, de Omgevingsverordening en het Omgevingsprogramma voor het thema energietransitie.

2.1 Omgevingsvisie Zuid-Holland

De Omgevingsvisie van Zuid-Holland[5] biedt een strategische blik op de lange(re) termijn voor de gehele fysieke leefomgeving en bevat de hoofdzaken van het integrale beleid van de provincie Zuid-Holland. De beleidskeuzes in de Omgevingsvisie zijn de bevoegdheid van de Provinciale Staten. Onder de huidige Elektriciteitswet zijn Provincies bevoegd gezag voor windparken met een opgesteld vermogen van meer dan 5 MW. Een enkele windturbine met een ashoogte tot 45 meter blijft onder deze grens, wat betekent dat gemeentes bevoegd gezag zijn.

In de provinciale Omgevingsvisie is beschreven dat windturbines met een ashoogte tot 15 meter binnen en buiten bestaand stads- en dorpsgebied mogen worden geplaatst, mits rekening gehouden wordt met het omringende landschap en de cultuurhistorische, ecologische en recreatieve kwaliteiten. Voor windturbines met een ashoogte tot 45 meter kan de gemeente haar afwegingen maken vanuit het lokale effect op de energieopwekking en ruimtelijke impact binnen bestaand stads- en dorpsgebied of glastuinbouwgebied. Indien daarbij provinciale belangen rond landschap, cultuurhistorie, kroonjuwelen[6], ecologie en recreatie in het geding komen kan de provincie daarover een zienswijze indienen.

[1] Voor de Herziening Omgevingsbeleid Module Energietransitie zie: bijlage-2-herziening-omgevingsbeleid-module-energietransitie-docx (4).pdf.
[2] Voor de zeven Regionale Energiestrategieën in de provincie Zuid-Holland zie: Regionale Energie Strategieën - Provincie Zuid-Holland.
[3] Voor het uitvoeringsprogramma Schone Energie voor iedereen zie: Uitvoeringsprogramma schone energie voor iedereen - Provincie Zuid-Holland.
[4] Voor het Coalitieakkoord provincie Zuid-Holland, zie: Omgevingsvisie Zuid-Holland (in werking per 01 april 2023) - Ruimtelijke plannen (ruimtelijkeplannenzuidholland.nl).
[5] Voor de Omgevingsvisie Zuid-Holland, zie: Omgevingsvisie Zuid-Holland (in werking per 01 april 2023) - Ruimtelijke plannen (ruimtelijkeplannenzuidholland.nl)
[6] Cultuurhistorische kroonjuwelen zijn unieke, zeer karakteristieke en gave erfgoedensembles van het Zuid-Hollands landschap. De provincie kent in totaal dertien kroonjuwelen die in zeer sterke mate bepalend zijn voor de identiteit en herkenbaarheid van een plek of landschap. Zie: Kroonjuwelen (zuid-holland.nl).

Gebaseerd op bovenstaande zijn in de omgevingsvisie de volgende uitgangspunten gedefinieerd voor de drie categorieën windturbines:

Categorie 1: Winturbines met een ashoogte tot 15 meter

- Plaatsing kan overal, mits rekening gehouden met het omringende landschap en de cultuurhistorische, ecologische en recreatieve kwaliteiten;
- De ruimtelijke inpassing is ter beoordeling aan de gemeente. De provincie kan wel een zienswijze indienen, indien te weinig rekening is gehouden met het omringende landschap en de cultuurhistorische, ecologische en recreatieve kwaliteiten.

Categorie 2: Winturbines met een ashoogte tot 45 meter

- Plaatsing binnen bestaand stads- en dorpsgebied;
- Passend bij glastuinbouwgebied en bedrijventerreinen mits inpasbaar in de lokale situatie;
- De ruimtelijke inpassing is ter beoordeling aan de gemeente. De provincie kan wel een zienswijze indienen, indien te weinig rekening is gehouden met het omringende landschap en de cultuurhistorische, ecologische en recreatieve kwaliteiten.

Categorie 3: Winturbines met een ashoogte hoger dan 45 meter

- Geconcentreerd plaatsen en voorkomen van versnippering;
- Plaatsing langs grootschalige infrastructuur (snelwegen, rivieren) en bij grootschalige bedrijvigheid (energievragers);
- Plaatsing bij grootschalige scheidslijnen tussen land en water en grote landschappelijke structuren (daar waar het waait);
- Bij voorkeur plaatsing in enkelvoudige lijnopstellingen en clusters, in samenhang met en evenwijdig aan de betreffende infrastructuur en scheidslijnen.

2.2 Zuid-Hollandse Omgevingsverordening

In de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening[7] zijn de regels voor de fysieke leefomgeving van de provincie Zuid-Holland opgenomen. De Omgevingsverordening stelt de kaders voor het ruimtelijk provinciaal en gemeentelijk beleid voor de energietransitie, met als onderdeel het provinciaal beleid voor windturbines.

In de Omgevingsverordening wordt de categorisering van windturbines uit de Omgevingsvisie juridisch bekrachtigd. In de Omgevingsverordening zijn door de Provinciale Staten locaties aangewezen voor de grootschalige opwekking van windenergie. Daarnaast kunnen bestaande windparken worden uitgebreid mits de locatie een samenhangende eenheid vormt in het landschap. Enkel op deze locaties is het mogelijk om windturbines met een ashoogte hoger dan 45 meter (categorie 3) te plaatsen. Buiten deze locaties zijn windturbines uit de derde categorie niet toegestaan.

Voor windturbines in categorie 1 en 2 geldt het vigerende gemeentelijk beleid binnen de kaders van de Provinciale Omgevingsverordening. In de praktijk dient vaak een omgevingsvergunning te worden aangevraagd of een bestemmingsplan gewijzigd te worden voor het plaatsen van windturbines in deze categorieën.

[7] Voor de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening, zie https://pzh.notubiz.nl/document/10785038/1/ZH+Omgevingsverordening+regels.

2.3 Omgevingsprogramma Zuid-Holland

Het Omgevingsprogramma Zuid-Holland[8] bevat een programmatische uitwerking van de beleidskeuzes zoals opgenomen in de Omgevingsvisie Zuid-Holland. Het programma zet de windzoeklocaties voor windturbines op land uiteen en behandelt deze vervolgens voor verschillende regio's binnen de provincie. Deze voorkeurslocaties gelden enkel voor windturbines in categorie 3. Voor windturbines in categorie 1 en 2 geldt het vigerende gemeentelijk beleid.

In de herziening van het Omgevingsprogramma Module Energietransitie is opgenomen dat er naar aanleiding van het participatieproces van de RES enkele onderzoeken worden gestart. Eén van deze onderzoeken betreft de (on)mogelijkheden van verruiming van de ashoogte van kleine windturbines op boerenerven (categorie 1 windturbines). Daarbij dient vermeld te worden dat de bijdragen van (grote) kleine windturbines aan de energiedoelstellingen van de RES (zeer) beperkt zijn. Ook in het Coalitieakkoord van de Provincie Zuid-Holland (2023-2027)[9] is opgenomen om deze verruiming van ashoogte te onderzoeken. Voorliggend onderzoek voorziet in de behoefte om te onderzoeken of een verruiming van de ashoogte wenselijk is vanuit ecologisch perspectief.

[8] Voor het Omgevingsprogramma Zuid-Holland, zie: Omgevingsprogramma Zuid-Holland (in werking per 1 april 2023) - Ruimtelijke plannen (ruimtelijkeplannenzuidholland.nl).
[9] Voor het Coalitieakkoord provincie Zuid-Holland 2023-2027, zie: coalitieakkoord_2023-2027.pdf.

3 Uitgangspunten onderzoek

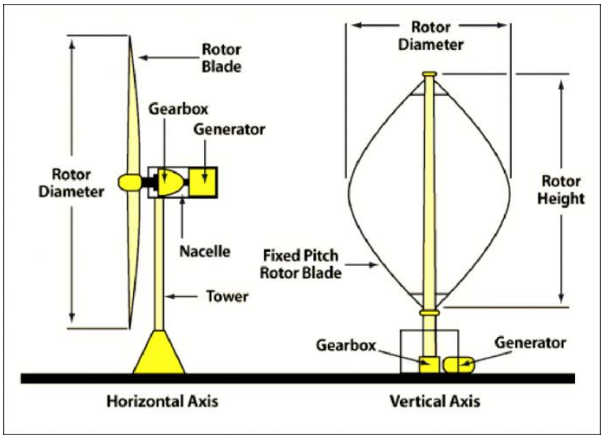
In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten die gehanteerd zijn in het onderzoek naar de ecologische effecten van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland uiteengezet. Paragraaf 3.1 geeft antwoord op de eerste onderzoeksvraag door een bandbreedte van de referentieturbines die gehanteerd wordt in dit onderzoek te definiëren. Vervolgens wordt in Paragraaf 3.2 het plaatsingspotentieel van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland. Het hoofdstuk sluit af met Paragraaf 3.3 waar de karakteristieken van vier cultuurlandschappen in de provincie Zuid-Holland zijn beschreven, waarbinnen de ecologische effecten van grote kleine windturbines worden onderzocht.

3.1 Bandbreedte referentieturbines

Een windturbine is een mast met op de wind draaiende wieken, technische installatie en aansluiting op een elektriciteitsnetwerk. Verschillende instanties hanteren variërende definities voor grote kleine windturbines. In dit onderzoek zijn grote kleine windturbines gedefinieerd **als windturbines met een ashoogte groter dan 15 meter en maximaal 30 meter, die in te passen zijn op een boerenerf.**

Deze definitie is ingegeven door het doel van dit onderzoek om de (mogelijke) ecologische effecten als gevolg van een verhoging van de ashoogte van 15 naar 30 meter te onderzoeken. Grote kleine windturbines worden ook wel erfmolens of boerderijmolens genoemd. Ze worden geplaatst om te voorzien in de energiebehoefte van het bijbehorende agrarische bedrijf. Er zijn veel verschillende merken/typen grote kleine windturbines op de markt.

Grote kleine windturbines bestaan in verschillende uitvoeringen. Zo zijn er horizontale as windturbines (HAWT) en verticale as windturbines (VAWT) (zie Figuur 3-1). VAWT's kennen een lagere efficiënte dan HAWT's. VAWT's zijn met name geschikt voor de stedelijke omgeving waar de windrichting varieert, bijvoorbeeld op gebouwen en flats. In agrarische omgevingen varieert de windrichting minder waardoor VAWT's minder geschikt worden geacht voor boerenerven dan HAWT's. De VAWT's worden daarom niet meegenomen in dit onderzoek. Naast het ontwerp (HAWT of VAWT) variëren kleine windturbines per leverancier wat betreft het aantal rotorbladen, het vermogen, toerental, de rotordiameters en ashoogtes. Grote kleine windturbines kennen een hoog toerental tussen de 40 en 400 omwentelingen per minuut (STOWA, 2020). Het vermogen varieert van ca. 10 tot 250 kW. In "Bijlage I Beschikbare kleine windturbines" is een overzicht gegeven van beschikbare grote kleine windturbines van enkele leveranciers en de verschillen in afmetingen en opwekvermogen. In Figuur 3-2 zijn enkele grote kleine windturbines afgebeeld ter illustratie.



Figuur 3-1. Verschil HAWT (links) en VAWT (rechts) (Ba Alawi, 2018).



Figuur 3-2. Impressie van kleine windturbines met een horizontale as (links = SWP-25 kW[10], midden = WES 250[11], rechts = E-20 HAWT[12]).

Voor het bepalen van de ecologische effecten van grote kleine windturbines zijn met name de tiphoogte en tiplaagte van kleine windturbines relevant. De reden hiervoor is dat de tiphoogte en tiplaagte het bereik vormen van een windturbine waarbinnen aanvaringslachtoffers kunnen vallen. De tiphoogte is de optelsom van de ashoogte en de wieklengte. De tiplaagte is de ashoogte minus de wieklengte, oftewel de minimale afstand tussen het maaiveld en het uiteinde van de wiek (zie Figuur 3-3 ter illustratie). De grote variëteit aan beschikbare grote kleine windturbines in combinatie met het provinciale schaalniveau van dit onderzoek maakt het niet mogelijk om voor ieder type kleine windturbine de ecologische effecten te onderzoeken. Daarom is in dit onderzoek gebruik gemaakt van een bandbreedte van afmetingen, welke is gebaseerd op het overzicht uit “Bijlage I Beschikbare kleine windturbines”. De te onderzoeken bandbreedte wordt bepaald door de twee uiterste afmetingen, namelijk de maximale tiphoogte (bij ashoogte 30 meter) en minimale tiplaagte (bij ashoogte 15 meter) (zie Figuur 3-3).

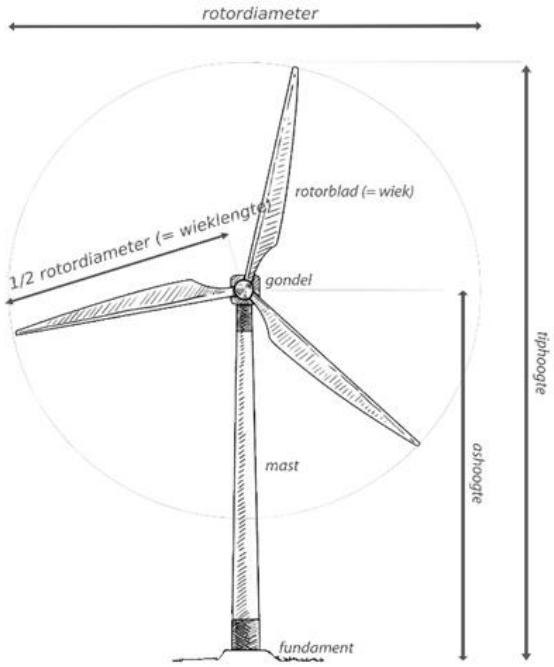
Om de maximale tiphoogte (bij ashoogte 30 meter) en minimale tiplaagte (bij ashoogte 15 meter) te bepalen, zijn twee worst-case referentieturbines nodig. Met ‘worst-case’ wordt de grootste rotordiameter bedoeld, passend bij een ashoogte van 15 en 30 meter. De referentieturbines zijn:

- **Referentieturbine ‘Laag’** (ashoogte van 15 meter): Op basis van “Bijlage I Beschikbare kleine windturbines” heeft de WES 50 de grootste afmetingen van kleine windturbines met een ashoogte van 15 meter. De rotordiameter is 20 meter, de tiphoogte is 25 meter en tiplaagte is 5 meter.
- **Referentieturbine ‘Hoog’** (ashoogte van 30 meter): Op basis van “Bijlage I Beschikbare kleine windturbines” hebben de WES 30/250 en WTN 250 de grootste afmetingen van kleine windturbines met een ashoogte van 30 meter. De rotordiameter is 30 meter, de tiphoogte is 45 meter en de tiplaagte is 15 meter.

Aantal rotorbladen
Kleine windturbines met een horizontale as zijn beschikbaar met drie of twee rotorbladen (zie Figuur 3-2). Voor horizontale as windturbines geldt dat de mathematische kans op aanvaringsslachtoffers stijgt bij een toenemende rotordiameter en toenemend aantal rotorbladen. Bij een afnemende draaisnelheid neemt de mathematische kans op aanvaringen af (Winkelman, Kistenkas, & Epe, 2008).

Tweebladige windturbines hebben minder rotorbladen dan driebladige windturbines. Op basis van het aantal rotorbladen is de mathematische kans op aanvaringsslachtoffers daarom kleiner bij tweebladige windturbines dan bij driebladige windturbines. Op basis van de draaisnelheid is de kans op aanvaringsslachtoffers bij tweebladige windturbines echter groter, omdat tweebladige windturbines over het algemeen een hoger toerental kennen dan driebladige windturbines (Wind Energy Solutions, 2023). Gezien deze tegenstelling – en gezien het schaalniveau van voorliggend onderzoek - wordt het uitgangspunt gehanteerd dat de ecologische effecten vergelijkbaar zijn bij drie- of tweebladige kleine windturbines.

[10] Foto SWP-25 kW afkomstig van: https://en.wind-turbine-models.com/turbines/995-solid-wind-swp-25
[11] Foto WES 250 afkomstig van: https://en.wind-turbine-models.com/turbines/923-wes-wes250
[12] Foto E-20 HAWT afkomstig van: https://www.ryse.energy/20kw-wind-turbines/

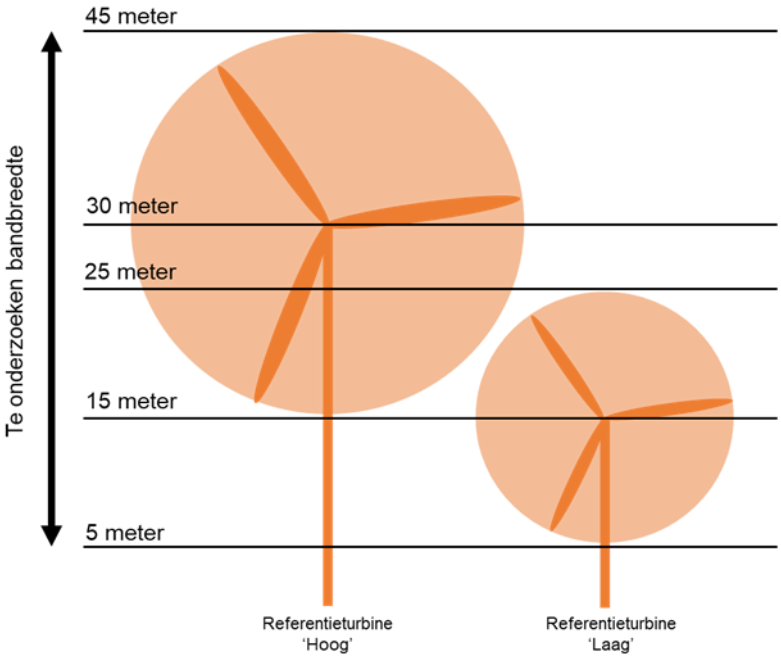


Figuur 3-3. Begrippen windturbines.

In Tabel 3-1 en Figuur 3-4 is het antwoord op de eerste onderzoeksvraag – Welke referentieturbine(s) dient/dienen gebruikt te worden voor dit onderzoek? – samengevat. In dit onderzoek naar ecologische effecten is de gehele bandbreedte tussen 5 meter tiplaagte en 45 meter tiphoogte onderzocht. Ecologische effecten door grote kleine windturbines met een ashoogte van bijvoorbeeld 20 of 25 meter vallen binnen deze bandbreedte.

Tabel 3-1. Referentieturbine laag en hoog.

Referentieturbine	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Tiphoogte (m)	Tiplaagte (m)
'Laag'	15	20	25	5
'Hoog'	30	30	45	15
Te onderzoeken bandbreedte	15 tot 30 meter	N.v.t.	45	5



Figuur 3-4. Te onderzoeken bandbreedte op basis van worst-case referentieturbines.

3.2 Plaatsingspotentieel kleine windturbines Zuid-Holland

In dit onderzoek wordt gefocust op agrarische erven gelegen in vier cultuurlandschappen in Zuid-Holland. Deze verdeling van vier cultuurlandschappen is conform het landschappelijk onderzoek van Wing (2023). De vier cultuurlandschappen zijn:

1. Bollenlandschap;
2. Droogmakerijenlandschap;
3. Veen(weide)landschap;
4. Rivierdeltalandschap.

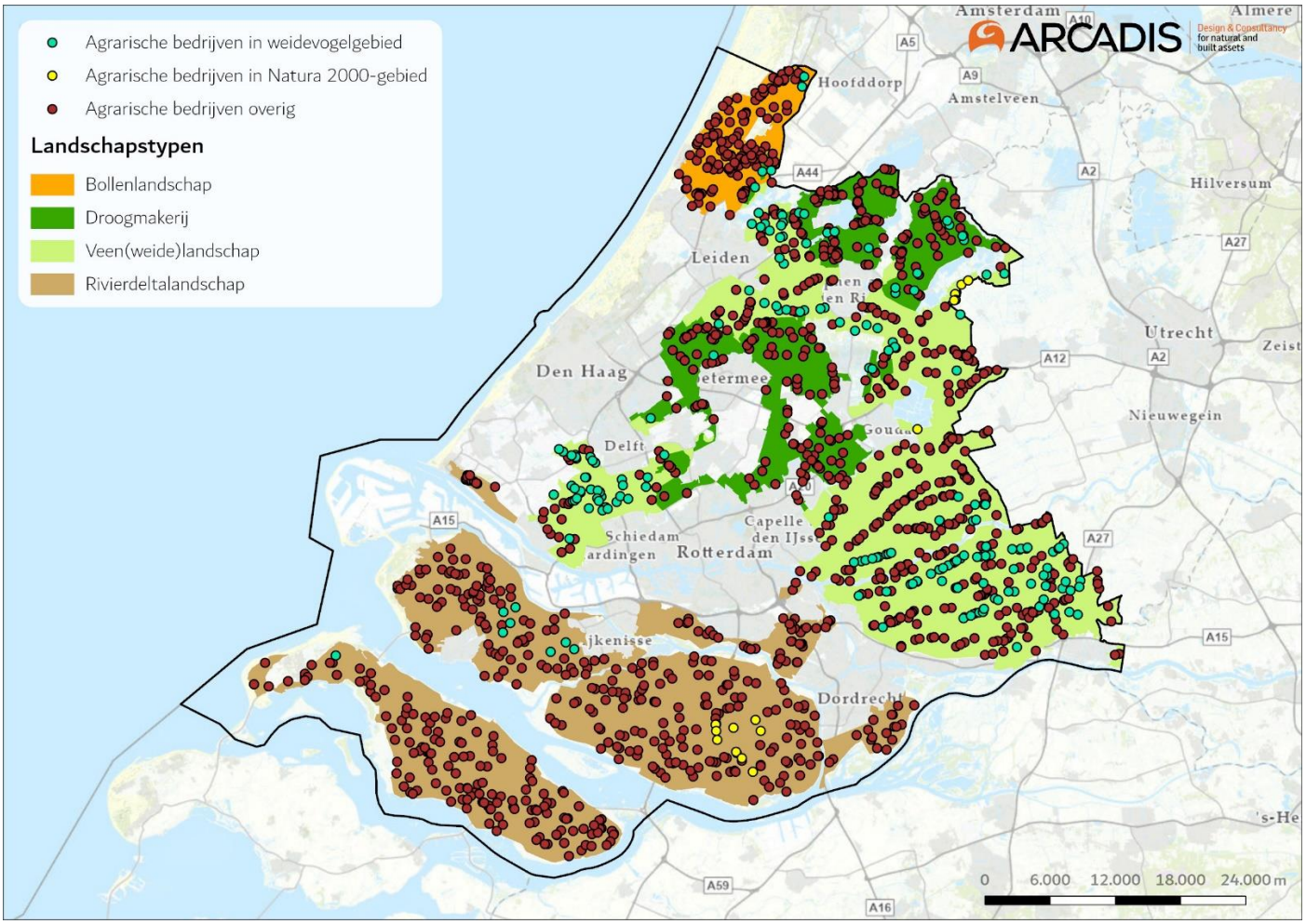
Andere landschapstypen, zoals stedelijk gebied, kustgebied (strand en duinen) en open water, blijven buiten beschouwing in dit onderzoek. Hier bevindt zich namelijk een beperkt aantal boerenerven waar potentieel kleine windturbines worden geplaatst.

Om de ecologische effecten te kunnen bepalen, wordt in dit onderzoek het uitgangspunt gehanteerd dat alle boerenerven binnen de vier cultuurlandschappen één grote kleine windturbine plaatsen. In Tabel 3-2 is het aantal agrarische erven per landschapstype weergegeven waar potentieel grote kleine windturbines kunnen worden geplaatst. In Figuur 3-5 is de geografische spreiding van deze erven weergegeven. Ook is weergegeven of deze boerenerven in Natura 2000-gebied of weidevogelgebied liggen. Het exacte aantal reeds geplaatste kleine windturbines in provincie Zuid-Holland is niet bekend. Provincie Zuid-Holland schat dat op dit moment ca. 35 kleine windturbines zijn geplaatst. In Paragraaf 3.3 is per landschapstype een korte beschrijving opgenomen.

Tabel 3-2. Aantal agrarische erven waar potentieel grote kleine windturbines worden geplaatst per type cultuurlandschap.[13]

Type cultuurlandschap	Aantal agrarische erven voor grote kleine windturbine
Bollenlandschap	139
Droogmakerijenlandschap	262
Veen(weide)landschap	559
Rivierdeltalandschap	491
Totaal	1451

[13] Agrarische bedrijven zijn afkomstig van 'Basiskaart Agrarische Bedrijfssituatie 2022': https://opendata.zuid-holland.nl/geonetwork/srv/api/records/2fa573bc-7f21-4820-910a-000e53eb223f. De agrarische bedrijven gelegen buiten de vier cultuurlandschappen zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Agrarische bedrijven omvatten akkerbouw, veehouderijen en tuinbouw (glastuinbouw, bloembollenteelt, fruitteelt, boomkwekerijen etc.).



Figuur 3-5. Overzicht van de agrarische bedrijven in de provincie Zuid-Holland per cultuurlandschap.

3.3 Cultuurlandschappen in provincie Zuid-Holland

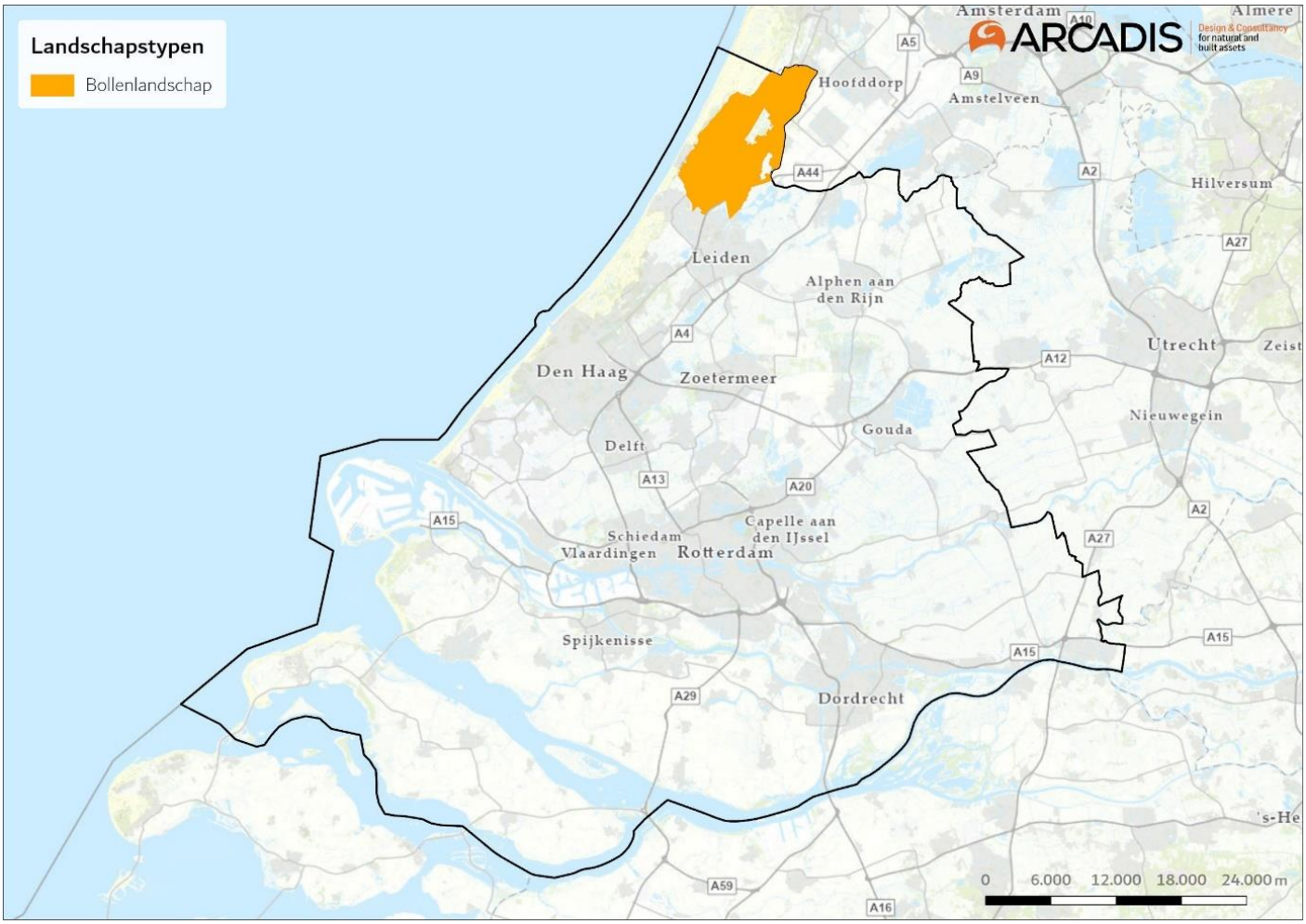
In deze Paragraaf is per cultuurlandschap een korte omschrijving opgenomen, bestaande uit de ontstaansgeschiedenis en de geografische ligging. Zoals later in voorliggend onderzoek (in Paragraaf 4.2) wordt beschreven, focust het ecologische onderzoek in de gebruiksfase zich op relevante vogel- en vleermuizensoorten. Daarom is de karakteristieke vogelbevolking opgenomen per cultuurlandschap. Karakteristieke vleermuissoorten zijn niet genoemd bij ieder cultuurlandschap, omdat de meeste algemene vleermuissoorten over de gehele provincie voorkomen. De franjestaart en bosvleermuis worden minder verwacht in de vier cultuurlandschappen doordat zij vooral langs de kust in de duinen voorkomen. Ook de kleine dwergvleermuis komt vooral in de kustgebieden voor, maar kan over de gehele provincie voorkomen. Indien een vleermuissoort in een specifiek cultuurlandschap meer voorkomt dan in anderen, dan is dit opgenomen.

Bollenlandschap

Het bollenlandschap is ontstaan door egalisatie van de strandwallen en strandvlakten. De afgevlakte, zandige bodem met een hoge grondwaterstand zorgt voor goede condities voor de bollenteelt. In het voorjaar staan de bollen in bloei, de rest van jaar zijn de akkers leeg. Het bollenlandschap bevindt zich vooral in het noorden van de provincie Zuid-Holland tegen de binnenduinrand aan (zie Figuur 3-6). Het bollenlandschap is geen vogelrijk gebied. De bollenvelden vormen voor enkele vogelsoorten een geschikte broedplaats. In Tabel 3-3 zijn de karakteristieken van het bollenlandschap samengevat.

Tabel 3-3. Karakteristieken bollenlandschap.

Karakteristiek	Beschrijving
Regionaal landschap	Intensief gebruikt landschap met functionele inrichting. Veel open vlaktes met verdichte randen door lintbebouwing.
Lokaal erfniveau	Grote variatie aan woonvormen (compact vs. grote erven), afgewisseld met bollenschuren en aan bollenteelt gelieerde bedrijvigheid. Erven zijn functioneel ingericht met relatief weinig (hoge) beplanting.
Karakteristieke soorten	Vogels: Patrijs, gele kwikstaart, veldleeuwerik, boerenlandvogels (o.a. kievit, graspieper en kneu) en erfvogels als huismus, merel, winterkoning, houtduif, wilde eend en boerenzwaluw.
Nabije Natura 2000-gebieden	Kennemerland-Zuid, Coepelduynen.



Figuur 3-6. Ligging van het Bollenlandschap in de provincie Zuid-Holland.

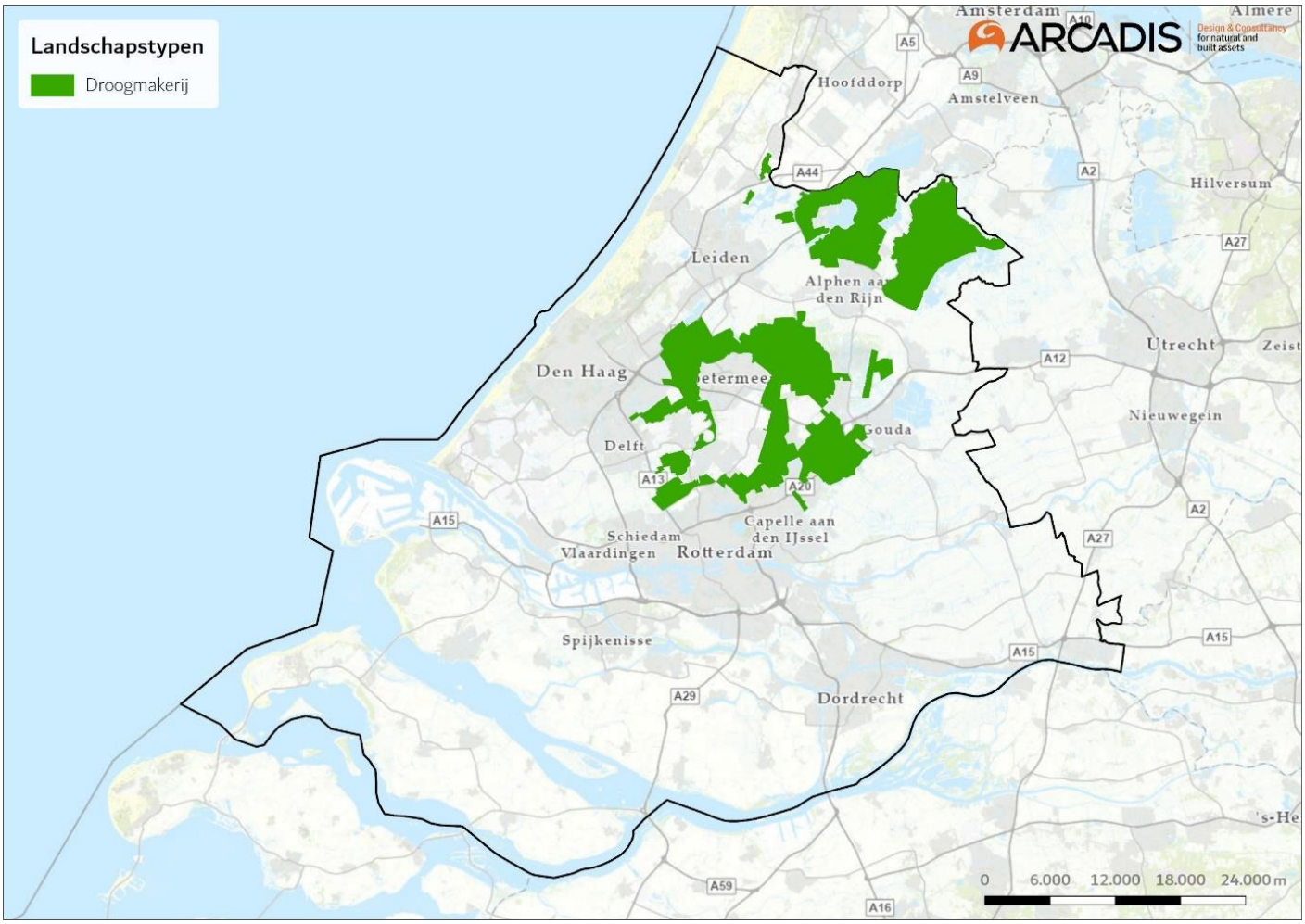
Droogmakerijlandschap

Droogmakerijen zijn ontstaan door (delen van) meren en plassen te bedijken en te bemalen. Het landschap is visueel open, met een regelmatig patroon van weiden en akkers. Iedere droogmakerij heeft zijn eigen ordening en maat: kavelgrootte en lengte-breedteverhouding zijn uniek. Het droogmakerijlandschap bevindt zich in de provincie Zuid-Holland vooral in het centrale deel van het groene hart, vaak grenzend aan het veenweidelandschap (zie Figuur 3-7). In Tabel 3-4 zijn de karakteristieken van het droogmakerijlandschap samengevat.

Vanuit landschaps-ecologisch oogpunt kan het droogmakerijlandschap niet los worden gezien van het veenweidelandschap. Het grenst vaak aan elkaar en heeft onderling veel uitwisseling van soorten. Het gebied is van groot belang voor veel watervogels en steltlopers zowel qua broedgebied als doortrek- en overwinteringsgebied.

Tabel 3-4. Karakteristieken droogmakerijlandschap.

Karakteristiek	Beschrijving
Regionaal landschap	Gekenmerkt door grootschalig, rechthoekig en agrarisch karakter.
Lokaal erfniveau	De agrarische erven zijn divers in omvang en bebouwing. Erfbeplanting is relatief beperkt.
Karakteristieke soorten	Vogels: Grote zilverreiger, grauwe gans, smient, krakeend, meerkoet, kievit, goudplevier, wulp Enkele belangrijke erfvogels: huismus, spreeuw, winterkoning, vink, houtduif, boerenzwaluw, tjiftjaf, zwartkop, wilde eend, meerkoet, grauwe gans. Vleermuizen: De laatvlieger komt in de hele provincie voor maar jaagt vaak in veenweidegebied en droogmakerijen.
Nabije Natura 2000-gebieden	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck, De Wilck, Broekvelden, Vettenbroek & Polder Stein.



Figuur 3-7. Ligging van het droogmakerijlandschap in de provincie Zuid-Holland.

Veen(weide)landschap

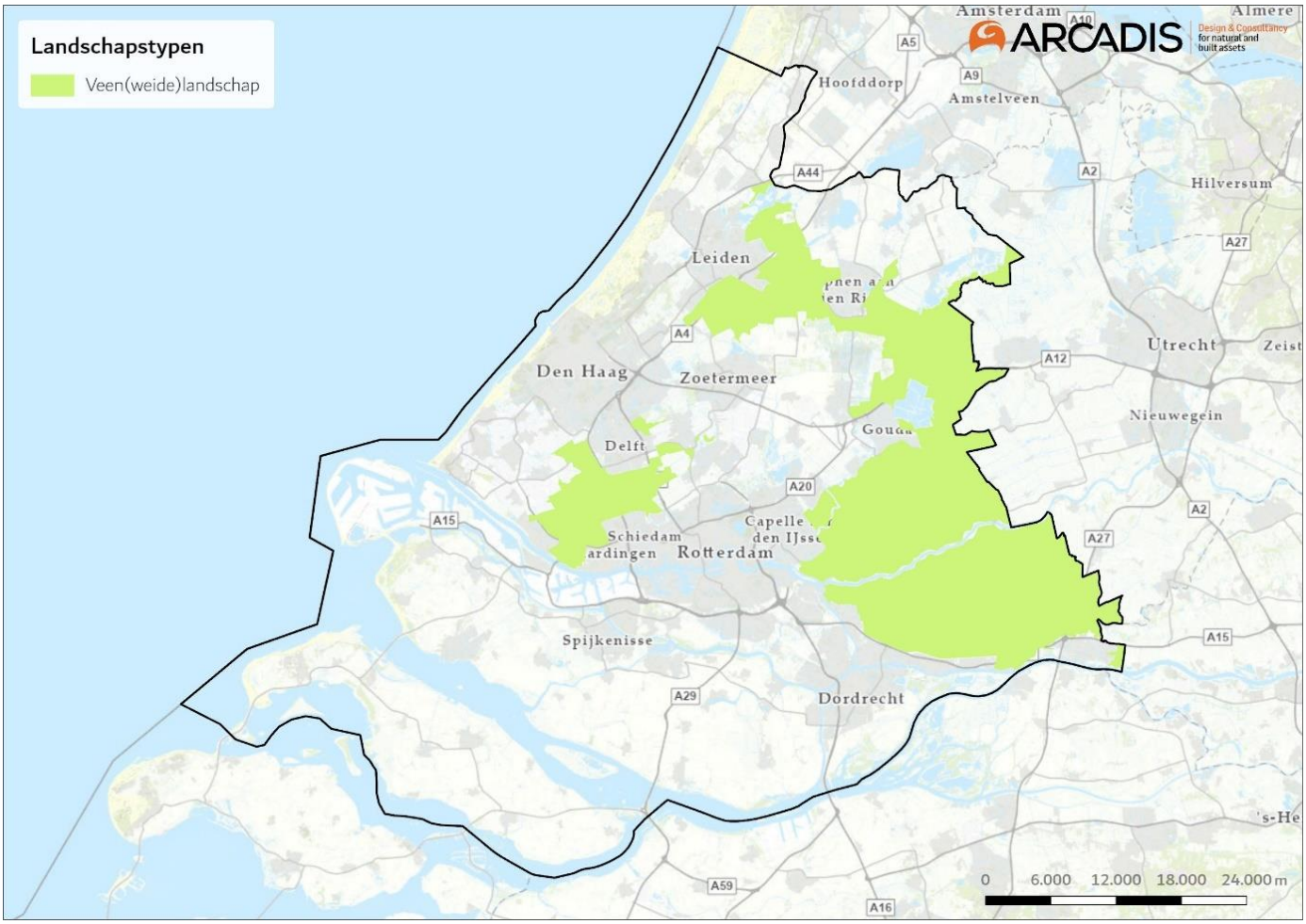
Het veenweidegebied is ontstaan door ontginning van (laag)veen in het westen van Nederland. Door deze ontginning is het kenmerkende slagenlandschap ontstaan, dat gekarakteriseerd wordt door openheid, langgerekte percelen en brede sloten met een hoog waterpeil. Het veen(weide)landschap bevindt zich in de provincie Zuid-Holland vooral in het ‘groene hart’ ten oosten van de stedelijk gebieden van Rotterdam, Leiden en Den Haag (zie Figuur 3-8). In Tabel 3-5 zijn de karakteristieken van het veen(weide)landschap samengevat.

Vanuit landschaps-ecologisch oogpunt kan het veenweidelandschap niet los worden gezien van het droogmakerijlandschap. Het grenst vaak aan elkaar en heeft onderling veel uitwisseling van soorten. Het open grazige

cultuurlandschap is van groot belang als weidevogelgebied en met de aanwezigheid van veel open water en moerasgebieden heeft het gebied ook een grote aantrekkingskracht op veel watervogels. Grote aantallen zwanen, ganzen, eenden en steltlopers gebruiken dit landschap als overwinteringsgebied. Ook is dit gebied van nationaal belang als broedgebied voor de purperreiger en herbergt het gebied enkele grote kolonies van aalscholvers en blauwe reigers. De belangrijkste laagveengebieden binnen of aan de rand van dit cultuurlandschap zijn de Nieuwkoopse plassen, de Krimpenerwaard en de Alblasserwaard.

Tabel 3-5. Karakteristieken veen(weide)landschap.

Karakteristiek	Beschrijving
Regionaal landschap	Het landschap wordt gekenmerkt door grote openheid met langgerechte percelen en smalle perceelsloten.
Lokaal erfniveau	De agrarische erven zijn wisselend van formaat, vaak is daarbij de smalle verkaveling bepalend voor de vorm. Op de voorzijde van de erven is vaak beplanting aanwezig of een erfgrens staat langs een houtsingel. De bebouwing is divers als het gaat om woonhuizen en stallen.
Karakteristieke soorten	Vogels: Purperreiger, grote zilverreiger, grauwe gans, kievit, grutto, goudplevier, wulp, smient, Belangrijke erfvogels zijn o.a. huismus, spreeuw, winterkoning, vink, houtduif, boerenzwaluw, tjiftjaf, zwartkop, wilde eend, meerkoet, grauwe gans. Vleermuizen:De baardvleermuis komt provinciedekkend voor, maar vooral in het veenweidegebied rondom Gouda. Ook de laatvlieger komt in de hele provincie voor maar jaagt vaak in veenweidegebied en droogmakerijen. Het veen(weide)landschap met kleine en grote watergangen is naar waarschijnlijkheid waardevoller voor vleermuizen dan de andere cultuurlandschappen. Vleermuizen zijn in dit landschap daarom kwetsbaarder voor windturbines.
Nabije Natura 2000-gebieden	Broekvelden, Vettenbroek & Polder Stein, Nieuwkoopse Plassen & De Haeck, Donkse Laagten, Boezems Kinderdijk, Lingegebied & Diefdijk-Zuid, Biesbosch.



Figuur 3-8. Ligging van het Veen(weide)landschap in de provincie Zuid-Holland.

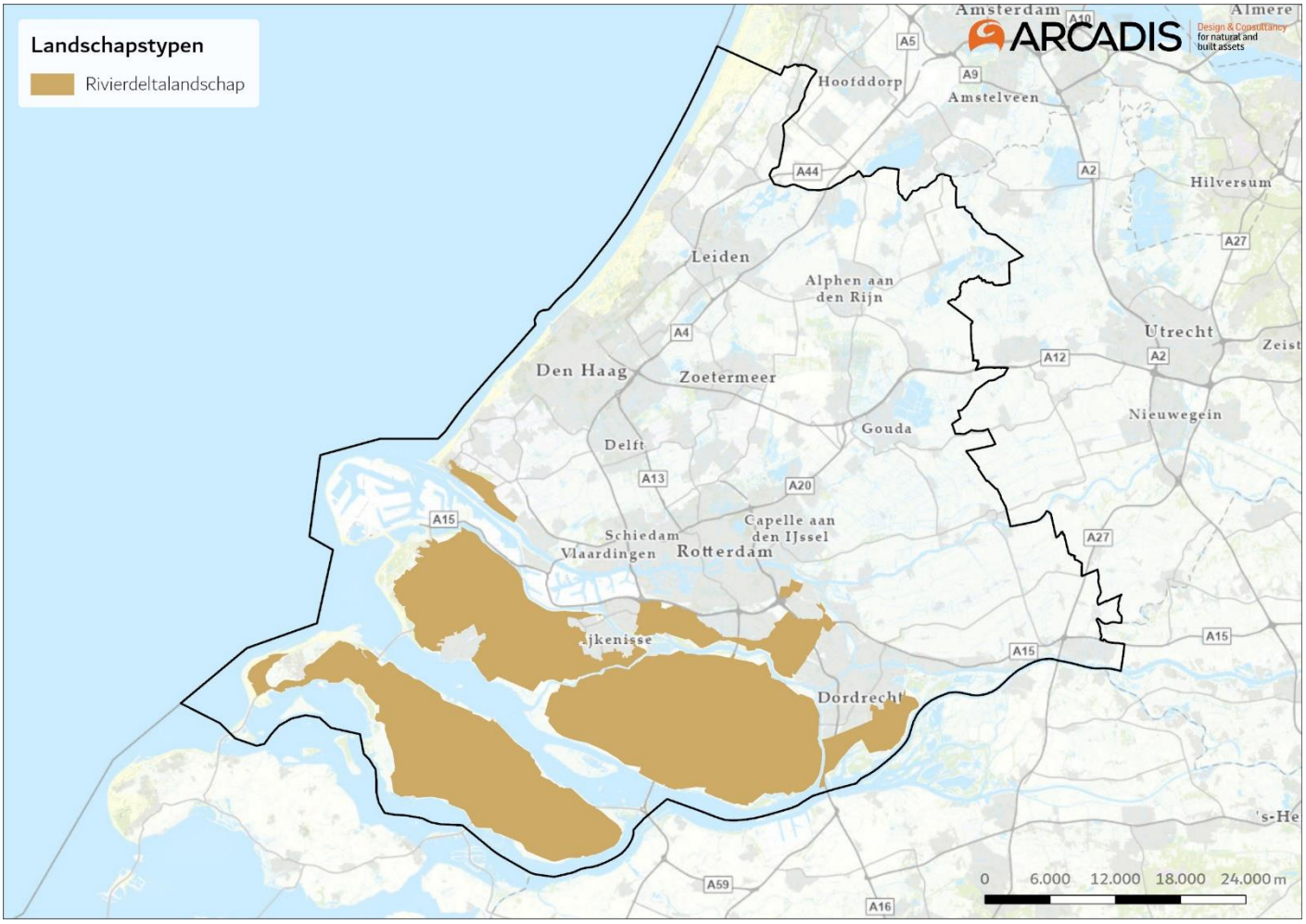
Rivierdeltalandschap

Het rivierdeltalandschap of zeekleilandschap in Zuid-Holland bestaat uit eilanden die zijn ontstaan uit omdijkte op- en aanwaspolders, omringt door brede wateren. Nieuwe stukken land (aanwassen) werden ingepolderd vanuit de oudste polders. De aanwaspolders zijn vaak zeer groot en hebben een onregelmatige vorm en verkaveling. Het betreft een weids landschap waar Rijn, Maas en Schelde in zee uitmonden. De binnendijkse strak verkavelde akkerlanden contrasteren met de buitendijkse Deltanatuur. Het rivierdeltalandschap bevindt zich in de provincie Zuid-Holland in het zuiden en zuidwesten van de provincie, zie Figuur 3-9. In Tabel 3-6 zijn de karakteristieken van het rivierdeltalandschap samengevat.

Het rivierdeltalandschap is gelegen in het noordelijke deltagebied. Vanuit vogelwaarden is het van belang dat dit gebied direct grenst aan grootschalige rijkswateren, zoals Grevelingenmeer en Haringvliet. De oeverlanden van deze grote wateren dienen vaak als slaapplaats voor grote aantallen watervogels. Het cultuurlandschap dient dan als voedselgebied (akkers en grasland als voedsel voor ganzen en smienten). Daarbij is het natuureiland Tiengemeten van extra belang en werkt als een magneet voor grote aantallen doortrekkende en overwinterende (water)vogels vanwege voedselaanbod en rust- en broedgebied.

Tabel 3-6. Karakteristieken rivierdeltalandschap.

Karakteristiek	Beschrijving
Regionaal landschap	De opwaspolders hebben een zeer open karakter en zijn grotendeels in gebruik als akkerland. Beplanting komt in de polders nauwelijks voor. De aanwaspolders zijn veelal groot met een onregelmatige vorm en verkaveling en ook grotendeels in gebruik als akkerland.
Lokaal erfniveau	De erven zijn als groene eilanden in de open ruimte herkenbaar. Het is een 'grofkorrelig' landschap. Op de erven staan vaak woonhuizen en schuren. De meeste erven zijn gedeeltelijk omzoomd met erfbeplanting samenhangend met grotere bomen.
Karakteristieke soorten	Vogels: Grauwe gans, kolgans, toendrarietgans, brandgans, smient, wintertaling, kievit, wulp, goudplevier, grote zilverreiger Belangrijke erfvogels zijn o.a. huismus, spreeuw, merel, winterkoning, houtduif, boerenzwaluw, zwartkop, wilde eend, meerkoet, grauwe gans. Vleermuizen: De rosse vleermuis wordt minder in dit cultuurlandschap verwacht.
Nabije Natura 2000-gebieden	Biesbosch, Oudeland van Strijen, Hollands Diep, Haringvliet, Krammer-Volkerak, Grevelingen, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Voornes Duin, Oude Maas, Solleveld & Kapittelduinen, Boezems Kinderdijk, Donkse Laagten, Voordelta.



Figuur 3-9. Ligging van het Rivierdeltalandschap in de provincie Zuid-Holland.

4 Ecologische effecten in literatuur

In dit hoofdstuk worden de mogelijke ecologische effecten van grote kleine windturbines toegelicht op basis van een literatuurstudie. Daarmee vormt dit hoofdstuk de afbakening van de (niet-gebiedspecifieke) ecologische effecten die mogelijk kunnen optreden als gevolg van grote kleine windturbines. In Paragraaf 4.1 wordt een overzicht gegeven van de beschikbare literatuur. In Paragraaf 4.2 wordt toegelicht welke soortgroepen mogelijk effecten ondervinden. In Paragraaf 4.3 is toegelicht welke typen effecten relevant zijn bij kleine windturbines. Tot slot wordt in Paragraaf 4.4 de afbakening samengevat.

4.1 Beschikbare literatuur

De literatuur over de mogelijke ecologische effecten van specifiek kleine (ashoogte maximaal 15 meter) en grote kleine windturbines (ashoogte maximaal 30 meter) is beperkt. Het merendeel van de beschikbare literatuur over de ecologische effecten van kleine windturbines is afkomstig uit Duitsland. Inmiddels zijn ook in Nederland enkele studies uitgevoerd naar de ecologische effecten van kleine windturbines. Deze studies hebben met name een verkennend karakter. Zo is in de provincie Noord-Holland een literatuurstudie uitgevoerd (Arcadis, 2022) en heeft de provincie Groningen een evaluatie uitgevoerd van het beleid op kleine windturbines (Rozema, 2019). Uit deze evaluatie volgden aanbevelingen voor vervolgonderzoek, zoals het verrichten van veldonderzoek naar vliegbewegingen rond kleine windturbines en slachtofferonderzoek (aanvaringsslachtoffers). Een eerste pilotproject in Groningen is afgerond dat voorzag in de aanbeveling een veldonderzoek te verrichten naar vogel- en vleermuisslachtoffers van kleine windturbines (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020). Het onderzoek in provincie Groningen is tot nu toe het enige onderzoek in Nederland waarbij daadwerkelijk veldwaarnemingen zijn verzameld van vliegbewegingen direct rond de kleine windturbines en van gevonden aanvaringsslachtoffers onder de kleine windturbines (Jonge Poerink, 2023; Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020; Rozema, 2019). Verder is internationaal enkel een onderzoek in het Verenigd Koninkrijk naar aanvaringsslachtoffers bekend (Minderman, Fuentes-Montemayor, Pearce-Higgins, & Pendlebury, 2014). Naar aanleiding van het onderzoek in Groningen is een vervolgonderzoek gestart, waarvan de eerste resultaten bekend zijn. De onderzoeksperiode betreft één jaar (2022) en 13 windmolens op 10 locaties (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). De resultaten worden verder toegelicht in 4.2.2.

Doordat op dit moment maar beperkte informatie beschikbaar is over de effecten van grote kleine windturbines wordt voor dit onderzoek ook geput uit effectenstudies van grote windturbines (ashoogte > 30 meter). De ecologische effecten van grote windturbines zijn, in meer of mindere mate, vergelijkbaar met kleine windturbines doordat deze vergelijkbare factoren omvatten (bijvoorbeeld ruimtebeslag op land en in luchtlagen of geluidsproductie). De effectenstudies van grote windturbines worden gebruikt om een zo volledig mogelijk beeld te schetsen van potentiële effecten op relevante soortgroepen. Wanneer gebruik wordt gemaakt van literatuur van grote windturbines, dan wordt er rekening gehouden met de verschillen in afmetingen tussen (grote) kleine windturbines en grote windturbines.

In de volgende paragrafen worden de (niet-gebiedspecifieke) soortgroepen toegelicht die mogelijk effecten ondervinden van (grote) kleine windturbines. Vervolgens worden de typen effecten die deze soorten mogelijk ondervinden als gevolg van (grote) kleine windturbines beschreven.

4.2 Afbakening relevante soortgroepen

Eerder literatuuronderzoek van Arcadis (2022) toont aan dat niet alle soort(groep)en, op basis van leefwijze, bewegingen en mobiliteit, even gevoelig zijn voor grote kleine windturbines. Soorten kunnen zowel in de aanlegfase als gebruiksfase effecten ondervinden van (grote) kleine windturbines. Tijdens de aanlegfase gaat het onder andere om effecten zoals oppervlakteverlies, (tijdelijke) verstoring door trillingen en geluidsoverlast. Gedurende de gebruiksfase is sprake van effecten als aanvaringsrisico’s met de rotoren, barrièrewerking en verstoring door bijvoorbeeld geluidsoverlast. Hieronder worden de relevante soortgroepen die effecten ondervinden in de aanleg- en gebruiksfase toegelicht.

4.2.1 Aanlegfase

Gedurende de aanlegfase ligt het zwaartepunt van soorten die mogelijk effecten ondervinden bij de soortgroepen flora, grondgebonden zoogdieren, reptielen, amfibieën en (niet vliegende) ongewervelden. De effecten zijn veelal beperkt en tijdelijk van aard, omdat deze soortgroepen niet direct in de buurt komen van de rotorbladen. De effecten gedurende de aanlegfase bestaan voornamelijk uit oppervlakteverlies en tijdelijke verstoring als leefgebied voor ongevleugelde soorten als zoogdieren, amfibieën en flora. Eventuele effecten zoals trillingen, verstoring,

barrièrewerking en oppervlakteverlies zijn sterk afhankelijk van locatie en aanwezigheid van soorten en/of functies. Voor gevleugelde ongewervelden geldt uiteraard wel dat zij zich op rotorhoogte kunnen bevinden. Binnen deze soortgroep is vooral onderzoek gedaan naar vlinders (zie tekstkader in volgende paragraaf). Omdat de effecten in de aanlegfase vooral afhankelijk zijn van de lokaal aanwezige soorten of functies en veelal tijdelijk van aard en te mitigeren zijn, worden deze in dit onderzoek naar de effecten van (grote) kleine windturbines niet meegenomen. Wel zijn de mitigerende maatregelen voor de aanlegfase beschreven in Bijlage II Mitigerende maatregelen.

De stikstofdepositie als gevolg van het bouwen van grote kleine windturbines wordt niet meegenomen in deze studie en dient per initiatief bekeken te worden. De inschatting is dat – afhankelijk van de locatie – de stikstofdepositie als gevolg van de bouw van een (grote) kleine windturbine verwaarloosbaar is óf sterk te reduceren is met daarvoor geschikte aanlegmethoden.

4.2.2 Gebruiksfase

In de gebruiksfase zijn ecologische effecten met name te verwachten voor de soortgroepen vogels en vleermuizen (Arcadis, 2022). In dit rapport worden daarom enkel de effecten in de gebruiksfase van grote kleine windturbines op de soortgroepen vogels en vleermuizen besproken. Deze soortgroepen lopen de grootste kans om gedood en/of verwond te worden door aanvaringen met rotorbladen en eventuele barrièrewerking door windturbines.

Effecten op vliegende insecten *(afkomstig uit onderzoek Arcadis (2022) p. 28)*
De effecten door grote en grote kleine windturbines op ongewervelden zoals vlinders, libellen en andere vliegende insecten zijn nog niet eenduidig gekwantificeerd. Uit Duits onderzoek (Trieb, 2018) naar vliegende insecten op hoogtes >20 meter kwam naar voren dat grote hoeveelheden individuen verdwijnen door windturbines, maar ook met de kanttekening dat grote aantallen binnen insecten niet direct zorgwekkend hoeven te zijn (vlinderstichting). De effecten door windturbines kunnen ook nog niet los bezien worden van de effecten door gebruik van onder andere insecticiden, pesticiden en aanrijdingen door verkeer (Trieb, 2018). Vanuit de vlinderstichting wordt het volgende gezegd over het onderzoek door Trieb (2018): “Windmolens zouden van invloed kunnen zijn op trekkende vlinders als atalanta, distelvlinder en gamma-uil, maar zeker niet op het overgrote deel van de dagvlinders. Daarnaast is sterfte van individuen bij insecten minder desastreus dan bij vogels of zoogdieren, die weinig nakomelingen hebben waardoor mortaliteit van de nakomelingen een belangrijke factor is”. Kort samengevat zijn vanwege het grote aantal nakomelingen van insecten de effecten op verlies van leefgebied waarschijnlijk van veel grotere invloed dan de effecten veroorzaakt door aanvaring of barotrauma (schade door druk) door de aanwezigheid van windturbines.

Uit bestaande literatuur naar de vlieghoogtes van verschillende vogel- en vleermuissoorten kan inzicht worden verkregen in de soortgroepen die bij verschillende ashoogtes risico’s op aanvaring ondervinden (Van Lierop & Heunks, 2018; Smits & Dirksen, 2008; Dirksen, Spaans, & Van der Winden, 1996; Thaxter, Ross-Smith, & Cook, 2016). De info hierover is beperkt en indicatief. Er ontbreekt een breed georiënteerd onderzoek naar dit onderwerp (zie ook Paragraaf 6.2). Uit onderzoek naar grote windturbines blijkt dat naast de vlieghoogte van deze soortgroepen, de hoogte van de windturbine en de draaisnelheid van de rotoren van belang zijn bij het inschatten van mogelijke effecten (De Grijs, 2018; Thelander, Smallwood, & Rugge, 2003; Drewitt & Langston). Ook is bekend dat de sterftecijfers vanwege aanvaringen voor zowel vogels als vleermuizen hoger is in gebieden waar veel vogel- of vleermuisactiviteit is (Minderman, Fuentes-Montemayor, Pearce-Higgins, & Pendlebury, 2014). De conclusies die gevonden zijn in beschikbare literatuur zijn hieronder samengevat per soortgroep.

Vogels

- Vogels lijken kleine windturbines niet te vermijden (Minderman, J., Pendlebury, Pearce-Higgings, & Park, 2012).
- Mogelijk zijn de rotoren van kleinere windturbines slechter zichtbaar dan die van grote windturbines door het kleinere rotoroppervlakte en hogere draaisnelheid. Ook het toepassen van patronen met hoog contrast, lichtgevende of UV-reflecterende verf leidt niet tot significant minder aanvaringen met vogels (Winkelman, Kistenkas, & Epe, 2008).
- Het merendeel van de vogelslachtoffers rondom windturbines vallen ’s nachts, in de avond- of ochtendschemering, of tijdens slechte weersomstandigheden zoals mist, regen en harde wind (Marques, et al., 2014).
- Met name grotere vogels lopen een hoog risico op aanvaring met kleine windturbines. Dit heeft vermoedelijk te maken met beperkte wendbaarheid. De soort met het hoogste risico is de kerkuil. Ook andere uilen lopen hoog risico, evenals meeuwen, ganzen, roofvogels, zwaluwen en akkervogels, waaronder veel zangvogels. Voor vogels

is de aanvaringskans groot als zij binnen een straal van 100 meter van het erf broeden. Vogels lopen minder risico als zij klein en wendbaar zijn (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020).
- Aanvaringsslachtoffers onder vogels worden gevonden onder kleine windturbines. Het betreft met name soorten die op en direct rond de boerenerven voorkomen (broeden) (Jonge Poerink, 2023). Gedurende het onderzoeksjaar 2022 zijn tijdens het slachtofferonderzoek in Groningen dertig vogelslachtoffers waaronder negen vogelsoorten gevonden. Hiervan zijn de huiszwaluw, spreeuw, houtduif en wilde eend meerdere keren aangetroffen. Alle eendenslachtoffers zijn tijdens de voortplantingsperiode gevonden. De hoogste aantallen slachtoffers onder spreeuwen en zwaluwen zijn tussen juli en september aangetroffen. Het is belangrijk om te benoemen dat de gevonden slachtoffers geen volledig beeld geven van de werkelijke aantallen. Op basis van de vindkans is een werkelijk aantal slachtoffers ingeschat. Het totale aantal geschatte werkelijke vogelslachtoffers is 26,2 (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).

Vleermuizen

- Hoewel effecten op vleermuizen op een schaal van 100 m van de windturbine kunnen plaatsvinden, ligt het grootste risico binnen 25 m. In het onderzoek naar vleermuizen van het geslacht *pipistrellus* (o.a. de gewone en ruige dwergvleermuis) werd verminderde vleermuisactiviteit gemeten binnen 100 m van kleine windturbines (in het onderzoek <25 m ashoogte), wat indiceert dat vleermuizen negatieve effecten als verstoring ondervinden van de windturbines waardoor zij deze vermijden (Minderman, Gillis, Daly, & Park, 2017). In eerder onderzoek bleek dit effect nog sterker binnen 25 m van de kleine windturbines. Vleermuizen lijken kleine windturbines als deze in functie zijn te vermijden wanneer zij binnen 0-5 m van de windturbine komen (Minderman, J., Pendlebury, Pearce-Higgings, & Park, 2012). De reden dat vleermuizen windturbines lijken te vermijden is nog onduidelijk. Mogelijk speelt de weerkaatsing van echolocatiepulsen een rol, die van de draaiende turbinebladen af onregelmatig kan zijn. Hierdoor zouden vleermuizen moeite met navigeren kunnen hebben. Ook geluidsverstoring kan een rol spelen. Het kan bijvoorbeeld dat vleermuizen niet willen foerageren nabij het geluid van de windturbine (Minderman, Gillis, Daly, & Park, 2017).
- Hoewel uit het onderzoek van Minderman, Gillis, Daly & Park (2017) indiceert dat vleermuizen kleine windturbines vermijden, geven andere onderzoeken verschillende resultaten weer. Een mogelijke verklaring is de kleine schaal van het onderzoek van Minderman, wat zich alleen richt op vleermuizen van het geslacht pipistrellus. Gedrag van vleermuizen rond windturbines kan verschillen per vleermuissoort. Vleermuizen van het geslacht Myotis jagen bijvoorbeeld meer op basis van structuurelementen, waardoor deze dichter bij de turbines komen dan sommige andere vleermuizen (Hartmann, et al., 2021). Daarnaast is de onderzoekssample van het onderzoek gering.
- Onderzoek van Hartmann lijkt juist aan te wijzen dat kleinere windturbines meer vleermuisslachtoffers veroorzaken dan grote kleine windturbines (Hartmann, et al., 2021).
- Mogelijk zijn kleine windturbines voor vleermuizen lastig op te merken en te ontwijken vanwege de in de regel trage vliegsnelheden van vleermuizen en het gebrek aan inschatten door middel van zicht of echolocatie van snelheid en afstand tot de rotoren (Rydell, et al., 2010).
- Voor vleermuizen is de sterfte hoger wanneer de windturbine nabij gebouwen, heggen en lijnvormige elementen is geplaatst (Minderman, Fuentes-Montemayor, Pearce-Higgins, & Pendlebury, 2014).
- Vanwege de gevoeligheid voor windsnelheid van vleermuizen vallen de meeste slachtoffers in nachten waarbij de windsnelheid onder de 4-6 m/s ligt (Rydell, et al., 2010; De Grijs, 2018; Winkelman, Kistenkas, & Epe, 2008)
- Voor vleermuizen is de aanvaringskans groot als er structurele vliegbewegingen op de windturbinelocatie plaatsvinden, bijvoorbeeld bij potentiële verblijfplaatsen of vliegroutes (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020; Tuitert Natuuronderzoek & Natuurbank Overijssel, 2022). Met name de rosse vleermuis, grootoorvleermuis, tweekleurige vleermuis en de gewone en ruige dwergvleermuis lopen een hoog risico op aanvaring. Ruige dwergvleermuizen lijken langs de mast van een windmolen omhoog richting de wieken te vliegen op zoek naar insecten. Daardoor is de gevoeligheid van deze soort relatief hoog. Het risicobeeld is gebaseerd op het gedrag en de vlieghoogte van vleermuizen.
- Bij het lopende onderzoek in Groningen naar slachtoffers onder vleermuizen zijn meer slachtoffers aangetroffen dan eerder verwacht (Jonge Poerink, 2023). In het onderzoeksjaar 2022 bestonden de aangetroffen vleermuisslachtoffers uit 9 individuen van de gewone en ruige dwergvleermuis. Ook voor vleermuizen is een inschatting gemaakt van het werkelijke aantal slachtoffers op basis van de vindkans. Voor de gewone dwergvleermuis is het geschatte aantal 9,2 dieren en voor de ruige dwergvleermuis 2,6 dieren. Opvallend is dat alleen in de periode juni – september vleermuizen als slachtoffer zijn aangetroffen. Dit kan waarschijnlijk worden verklaard doordat dit binnen de paar- en kraamtijd van deze soorten valt. Het aantal slachtoffers was in augustus, direct na de kraamperiode, het grootst. Dit is net na de kraamtijd, waardoor het mogelijk gerelateerd is aan de grotere aantallen jonge dieren, en net aan het begin van de paartijd, waarin vleermuizen het meest actief zijn en daarom grotere kans op aanvaring hebben. Van november tot en met maart houden vleermuizen hun winterrust, waardoor zij weinig buiten actief zijn (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).

4.3 Afbakening typen effecten van grote kleine windturbines

Op basis van de beschikbare literatuur zijn vijf typen effecten van windturbines op vogels en vleermuizen te onderscheiden. In deze Paragraaf zijn deze effecten opgesomd en afgebakend tot de effecten die het meest relevant zijn voor dit onderzoek. Door het plaatsen van grote kleine windturbines op boerenerven zijn de volgende typen effecten op vogels en vleermuizen in de gebruiksfase te verwachten:

- Doden/verwonden van individuen door kans op aanvaring met de wieken van de windturbine;
- Negatieve effecten op grootschalige open landschappen, zoals kwaliteitsvermindering van het leefgebied door inbreuk op het open karakter (zie ook barrièrewerking);
- Verstoring door geluid;
- Oppervlakteverlies van leefgebied;
- Barrièrewerking door versnippering van leefgebieden.

Voor barrièrewerking en negatieve effecten op grootschalige open landschappen geldt dat dit niet direct optreedt bij het plaatsen van één solitaire grote kleine windturbine. Barrièrewerking speelt met name wanneer windturbines in linie geplaatst worden langs migratieroutes. De directe overlevingskracht bij de plaatsing van een solitaire grote kleine windturbine zal hier dan ook niet direct door afnemen. Het oppervlakteverlies op erfniveau als gevolg van de plaatsing van een grote kleine windturbine is eveneens beperkt. Wel dient er rekening gehouden te worden met mogelijke cumulatieve effecten bij grootschalige toepassing van grote kleine windturbines op meerdere erven.

Het grootste risico bij het plaatsen van grote kleine windturbines voor vogels en vleermuizen betreft het aanvaringsrisico in de gebruiksfase. Deze effecten zijn zowel mogelijk bij kleine windturbines als grote kleine windturbines. Echter, doordat grote kleine windturbines een hogere tiphoogte hebben dan kleine windturbines, zijn er verschillen in effecten per soortgroep. Om vast te stellen welke soort(groepen) mogelijk risico’s ondervinden van kleine en grote kleine windturbines is het beschouwen van soort specifieke kenmerken zoals vlieghoogte, vlieggedrag, groepsgedrag, zichtvermogen, omvang en locatie leefgebied, voorkeursbiotoop en jaarlijkse trekbewegingen van broed- naar overwinteringsgebieden (migratie) van belang (Sierdsema, Foppen, van Els, Kampichler, & Stahl, 2021; Winkelman, Kistenkas, & Epe, 2008). Deze kenmerken verschillen sterk per soort en jaargetijden. Tot slot dient rekening gehouden te worden met verschillende typen vliegbewegingen die op verschillende hoogtes afspelen. Een voorbeeld is de dagelijkse trekbewegingen van en naar voedsel- en slaapgebieden.

In Tabel 4-1 en Tabel 4-2 zijn de mogelijke effecten van kleine windturbines en de factoren die deze mogelijke effecten veroorzaken op vogels en vleermuizen samengevat. Deze tabellen zijn gebaseerd op het onderzoek naar de ecologische effecten van kleine windturbines in Noord-Holland (Arcadis, 2022) en aangevuld met informatie uit de beschikbare literatuur. Hierbij is als uitgangspunt genomen dat de effecten die voor kleine windturbines uit de literatuur naar voren komen, ook kunnen spelen bij grote kleine windturbines.

Tabel 4-1. Mogelijke effecten van kleine en grote kleine windturbines op vogels, gebaseerd op Arcadis (2022).

Effecten op vogels	Effecten van kleine windturbines uit literatuur	Factoren
Aanvaringsrisico	• Gering risico vanwege kleine rotoren die minder luchtla(a)g(en) doorkruisen dan grote windturbines. • Hoge draaisnelheid en daardoor lagere zichtbaarheid dan grote windturbines.	• Draaisnelheid/zichtbaarheid. • Rotordiameter/ aantal rotorbladen en hoogte turbine. • Aantal luchtlagen die doorkruist worden door rotoren.
Oppervlakteverlies	• Relatief klein oppervlakte nodig om turbine te plaatsen. Maar ook op de werkterreinen vindt tijdelijk oppervlakteverlies plaats.	• Oppervlakteverlies gedurende aanlegfase (tijdelijk) en gebruiksfase (permanent).
Barriérewerking	• Kleine fysieke barrière om te overkomen/ontwijken bij het plaatsen van één kleine windturbine. • Vermindering kwaliteit open leefgebied door barrière.	• Aantal windturbines/schaal. • Locatie t.o.v. frequente vliegbewegingen.
Verstoring	• Verstoring door geluid. Door verstoring kunnen vogels nesten verlaten of gebieden vermijden voor activiteiten als foerageren. Daarom kan verstoring een risico vormen voor het broedsucces.	• Geluidsniveau. • Locatie.
Soorten met hoogste kans op aanvaring o.b.v. literatuur	• Zangvogels, vogels van agrarisch gebied.	• Laagvliegende soorten.

Tabel 4-2. Mogelijke effecten van kleine en grote kleine windturbines op vleermuizen, gebaseerd op Arcadis (2022).

Effecten op vleermuizen	Effecten van kleine windturbines uit literatuur	Factoren
Aanvaringsrisico	• Beperkt risico vanwege kleine rotoren die minder luchtlagen doorkruisen dan grote windturbines. • Hoge draaisnelheid en daardoor lagere zichtbaarheid dan grote windturbines. • Minder kans op barotrauma dan bij grote windturbines vanwege kleine drukverschillen. • Beperkte warmteafgifte en daardoor kleine potentiële lokfunctie.	• Draaisnelheid/zichtbaarheid. • Rotordiameter/aantal rotorbladen. • Luchtlagen die doorkruist worden. • Barotrauma door drukverschil achter rotoren. • Insectendichtheid rondom warmteafgifte die mogelijk vleermuizen aantrekken.
Oppervlakteverlies	• Kleine oppervlakte nodig om turbine te plaatsen. • Rotoren doorsnijden slechts een klein oppervlakte luchtruim.	• Aanlegfase. • Luchtruim dat doorkruist wordt.
Verstoring	• Verstoring door geluid, met name bij soorten die bij het jagen luisteren naar geluid dat een prooi maakt. Ook hindert geluidsverstoring de sociale communicatie bij bijvoorbeeld baltsende dieren. Door geluidsverstoring kunnen vleermuizen gebieden gaan mijden.	• Geluidsniveau. • Locatie.
Soorten met hoogste kans op aanvaring o.b.v. literatuur	• Gewone- en ruige dwergvleermuis	• Laagvliegende soorten die zijn gebonden aan landschappelijke structuren.

4.4 Samenvatting afbakening

De afbakening van (mogelijke) ecologische effecten voor dit onderzoek naar grote kleine windturbines samengevat:

- Ecologische effecten als gevolg van grote kleine windturbines kunnen zowel in de aanleg- als gebruiksfase plaatsvinden.
- **Aanlegfase:** Het zwaartepunt onder soortgroepen die mogelijke effecten in de aanlegfase ondervinden ligt bij de soortgroepen grondgebonden zoogdieren, reptielen, amfibieën, (niet vliegende) ongewervelden en flora. De effecten zijn beperkt en tijdelijk van aard óf sterk afhankelijk van locatie en aanwezigheid van specifieke soorten. Tot slot zijn effecten in de aanlegfase goed te mitigeren (zie Bijlage II Mitigerende maatregelen). Daarom worden deze effecten niet verder meegenomen in dit onderzoek.
- **Gebruiksfase:** Bij vogels en vleermuizen ligt het grootste risico in de gebruiksfase bij aanvaring met kleine windturbines. De effecten met betrekking tot oppervlakteverlies en barrièrewerking zijn bij kleine windturbines beperkt. Verstoringseffecten zijn mogelijk groter in de aanlegfase, maar deze is slechts tijdelijk en voor een groot deel te mitigeren.
- Te verwachten effecten tussen vogels en vleermuizen kunnen tegenstrijdig zijn. Zo zijn bij vleermuizen negatieve effecten te verwachten nabij landschappelijke elementen, terwijl bij vogels effecten te verwachten zijn in open gebied.
- Ecologische effecten van grote kleine windturbines kunnen zowel plaatsvinden op erfniveau als op regionaal niveau. Deze mogelijke effecten worden toegelicht respectievelijk in Paragraaf 5.2 en 5.3.
- De effecten als gevolg van stikstofdepositie worden niet meegenomen in dit onderzoek.

Zoals in Paragraaf 3.2 is toegelicht, richt dit onderzoek zich op de plaatsing van grote kleine windturbines op boerenerven die gelegen zijn in de vier gedefinieerde cultuurlandschappen. In Paragraaf 3.3 zijn de karakteristieken van deze cultuurlandschappen toegelicht. In Hoofdstuk 5 worden de benoemde typen effecten gespecificeerd naar mogelijke effecten voor de vogel- en vleermuissoorten die voorkomen in de cultuurlandschappen in de provincie Zuid-Holland.

5 Ecologische effecten in provincie Zuid-Holland

In dit hoofdstuk zijn de (mogelijke) ecologische effecten van grote kleine windturbines toegelicht in de provincie Zuid-Holland. Ook worden mitigerende maatregelen toegelicht, die toegepast kunnen worden om de (mogelijke) ecologische effecten van grote kleine windturbines te verminderen. Daarmee richt dit hoofdstuk zich op de beantwoording van onderstaande onderzoeksvraag 2 en 3. Om deze vragen te beantwoorden is gebruik gemaakt van de in Hoofdstuk 4 beschreven beschikbare literatuur en onderzoeken. Er zijn geen modelberekeningen uitgevoerd en er is geen veldwerk verricht.

Onderzoeksvraag 2: Wat zijn de ecologische effecten van deze referentieturbine(s)?

Onderzoeksvraag 3: Onder welke ecologische voorwaarden kunnen deze referentieturbine(s) worden toegestaan?

In Paragraaf 5.1 worden algemene soortgroepen en gebieden die mogelijk effecten ondervinden van grote kleine windturbines (beschreven in Hoofdstuk 4) gespecificeerd naar soorten en natuurgebieden in de provincie Zuid-Holland. In Paragraaf 5.1.1 worden de soorten besproken die mogelijk effecten ondervinden van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland. In Paragraaf 5.1.2 worden de Natura 2000-gebieden toegelicht die mogelijk effecten ondervinden van grote kleine windturbines en in Paragraaf 5.1.3 de weidevogelgebieden. Vervolgens zijn in Paragraaf 5.2 en 5.3 de mogelijke ecologische effecten op regionaal schaalniveau en erfniveau toegelicht voor de provincie Zuid-Holland. Dit vormt het antwoord op de tweede onderzoeksvraag. Tot slot zijn in Paragraaf 5.4 mitigerende maatregelen opgenomen voor zowel de aanleg- als gebruiksfase. Paragraaf 5.4 geeft daarmee antwoord op de derde onderzoeksvraag.

5.1 Relevante soorten en beschermde gebieden in provincie Zuid-Holland

5.1.1 Relevante soorten in provincie Zuid-Holland

In deze paragraaf worden eerst de relevante vogelsoorten in provincie Zuid-Holland besproken en vervolgens de relevante vleermuissoorten.

Vogels

De aanwezige vogelsoorten variëren over cultuurlandschappen in de provincie Zuid-Holland. Welke soorten effecten ondervinden van grote kleine windturbines varieert dus tussen de verschillende cultuurlandschappen. In Tabel 5-1 is op basis van expertbeoordeling het relatief belang voor soorten en soortgroepen per cultuurlandschap weergegeven. Opvallend is dat het bollenlandschap voor veel vogelsoorten minder relevant lijkt te zijn dan andere cultuurlandschappen. De effecten van grote kleine windturbines op vogels zijn daarom naar waarschijnlijkheid kleiner in het bollenlandschap, omdat hier minder grote aantallen vogels aanwezig zijn.

Tabel 5-1. Relatief belang voor soorten en soortgroepen per cultuurlandschap (X = beperkt relevant, XX = redelijk relevant, XXX = zeer relevant. Geen aanduiding betekent dat het landschap voor de desbetreffende vogelsoort niet relevant is.)

Soort(groep)	Rivierdelta-landschap	Veenweide-landschap	Droogmakerij-landschap	Bollen-landschap
Smient, ganzen, zwanen	XXX	XXX	XXX	X
Ganzen (slaapplaats)	XXX	XXX	XXX	
Reigers (broeden)	XX	XXX	XXX	X
Purperreiger		XXX	XXX	
Reigers (slaapplaats)	XX	XXX	XXX	
Torenvalk, boomvalk	XXX	XX	XX	XX
Bruine kiekendief	XX	XX	XX	
Weidevogels (broeden)	XX	XXX	XXX	X
Steltlopers (winter)	XXX	XXX	XXX	X
Meeuwen (slaapplaats)	XXX	XXX	XXX	XX
Uilen	XXX	XXX	XXX	XX
Zwaluwen	XXX	XXX	XXX	XXX

Zoals uiteengezet in de literatuurstudie in Hoofdstuk 4 variëren de vogelsoorten met aanvaringsrisico's bij de verschillende ashoogtes van grote kleine windturbines. Figuur 5-1 geeft een schematische en indicatieve weergave van de vlieghoogte van verschillende vogelsoorten die voorkomen in provincie Zuid-Holland. Na het figuur zijn de relevante soorten(groepen) beoordeeld op basis van hun vlieghoogten, eigenschappen en gevoeligheid. Hierbij zijn alle mogelijk relevante vogels waarvoor informatie over (lokale) vlieghoogtes beschikbaar is meegenomen. De soorten kunnen daarom afwijken van de soorten genoemd in Tabel 5-2. De gevoeligheidsscore geeft inzicht in de kans dat een soort verstoring zal ondervinden door een windturbine en de kans op aanvaring. De score, gebaseerd op grote windturbines (ashoogte > 30 meter), is afkomstig uit een onderzoek naar de provincie Utrecht (Stahl & Epe, 2021) en daarom niet volledig toepasbaar voor de provincie Zuid-Holland. In combinatie met de informatie over vlieghoogten, eigenschappen en het voorkomen in de provincie Zuid-Holland kan een inschatting worden gemaakt welke soorten specifiek voor de provincie Zuid-Holland hoog risico lopen voor negatieve effecten van windturbines. Daarom is de risicoscore naast de eigenschappen en het voorkomen van de soorten gelegd.

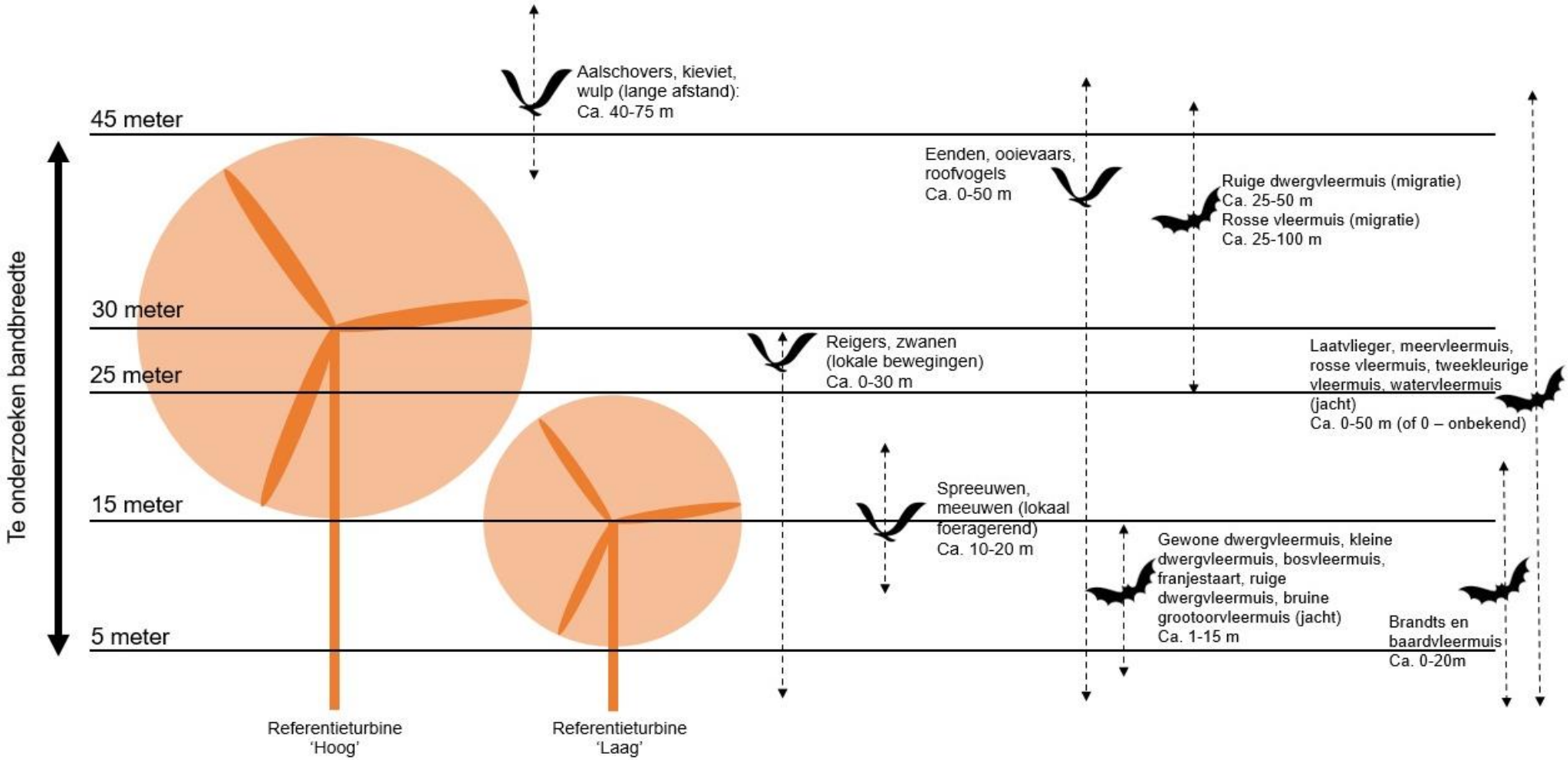
De gevoeligheidsscore is als volgt opgebouwd: voor aanvaringen en verstoring is het risico voor aanvaringen ingeschat en vervolgens wordt dit gecombineerd tot een algemene risicowaarde. Hiervoor wordt de aanvaringsrisicoscore met klasse opgehoogd indien de verstoringsscore hoger is dan die voor aanvaringsrisico. Zie Tabel 5-3 voor een schematisch overzicht van deze scores. Deze gecombineerde score geldt als kwetsbaarheidscore.

Tabel 5-3. Wegingsfactoren voor combinatie uit aanvaringsrisico en verstoringsgevoeligheid (Stahl & Epe, 2021).

Gevoeligheid voor aanvaring	Verstoringsrisico			
	0 niet gevoelig	1 matig gevoelig	2 gevoelig	3 zeer gevoelig
0 niet gevoelig	0	1	1	1
1 matig gevoelig	1	1	2	2
2 gevoelig	2	2	2	2
3 zeer gevoelig	3	3	3	3

De kwetsbaarheidscore wordt vervolgens gecombineerd met de mate van bedreiging van de soort, bepaald aan de hand van de Rode Lijst-status, landelijke indicatoren en Staat van Instandhouding. De mate van bedreiging is ingedeeld in scores van 1 t/m 3. Zie het rapport van SOVON en de Zoogdiervereniging voor een beschrijving van hoe verschillende landelijke indicatoren worden gescoord (Stahl & Epe, 2021).

De uiteindelijke risicoscore gevoeligheid is als volgt opgebouwd: (kwetsbaarheidscore x 2) + mate van bedreiging = risicoscore gevoeligheid. Het gaat hier om een score van 0-11, waarbij 1 geen risico betreft en 11 zeer groot risico betreft (Stahl & Epe, 2021). De scores zijn voor het broedseizoen en voor buiten het broedseizoen bepaald. Voor sommige vogels zijn geen scores in één van deze periodes in het SOVON en Zoogdiervereniging rapport opgenomen. Ook zijn voor sommige vogelsoorten, waarvan in dit rapport relevantie voor Zuid-Holland en/of kleine windturbines is geconstateerd, geen scores opgenomen in het rapport van SOVON en Zoogdiervereniging. Deze ontbrekende gegevens hebben waarschijnlijk te maken met de relevantie van de broedtijd versus de niet-broedtijd in Nederland of gebrek aan voorkomen in de provincie Utrecht, waar het rapport voor is opgesteld. Voor deze vogels kan niet op dezelfde manier een score worden vastgesteld, dus kan een inschatting van hun risico voor windturbines alleen op basis van vlieghoogten en literatuur worden gemaakt.



Figuur 5-1. Indicatieve hoogten van vliegbewegingen van de relevante soortgroepen. Samengesteld op basis van de (beperkt) beschikbare literatuur. Door gebrek aan vlakdekkende gegevens kunnen daadwerkelijke vlieghoogten afwijken van dit schema.

De volgende tabellen zijn ingedeeld op basis van de bekende gegevens over vlieghoogten van vogelsoorten of -soortgroepen. De informatie over vlieghoogten is beperkt en afwijking van deze indicaties is mogelijk. Omdat sommige onderzoeken soorten betreffen en andere onderzoeken soortgroepen, zijn enkele soorten los van hun soortgroep in de tabellen opgenomen (bijvoorbeeld de groep meeuwen en de kokmeeuw). Het is hierbij mogelijk dat de gegevens over de vlieghoogte van een soort afwijken van de gegevens van de soortgroep waar deze toe behoort. Daarom zijn een aantal soorten ook los van de groep waar tot zij behoren genoemd. Ondanks dat de bandbreedte van dit onderzoek zich focust op (grote) kleine windturbines (van 5 tot 45 meter) (zie Paragraaf 3.1), worden ook gegevens van grote windturbines (ashoogte >30 meter) gebruikt. Reden hiervoor is de beperkte informatie die beschikbaar is over (grote) kleine windturbines.

Relevante vogelsoorten of soortgroepen en hun risicoscore gevoeligheid voor **kleine windturbines** (ashoogte maximaal 15 meter) op basis van vlieghoogte zijn weergegeven in Tabel 5-4.

Tabel 5-4. Relevante vogelsoorten voor kleine windturbines.

Soort(groep)	Eigenschappen en effecten	Cultuurlandschap	Risicoscore gevoeligheid
Spreeuwen	Spreeuwen zijn belangrijke erfvogels in de meeste cultuurlandschappen en zijn in het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) regelmatig in de buurt van kleine windmolens waargenomen en ook meermaals aangetroffen als slachtoffer (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Zij broeden op en rond boerderijen en kunnen in trektijd en winter in grote zwermen voorkomen.	Alle.	Geen score toebedeeld.
Zwanen	Soorten als de wilde zwaan zijn in het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) naar voren gekomen als hoog risico voor aanvaring. Echter zijn hier in het onderzoeksjaar 2022 geen slachtoffers van aangetroffen (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Wel komt bijvoorbeeld de knobbelzwaan algemeen in Zuid-Hollandse cultuurlandschap voor en kan deze in de nabijheid van boerenerven voorkomen.	Alle, in mindere mate in bollenlandschap.	9 (buiten broedtijd) (kleine zwaan)
Reigers	De provincie Zuid-Holland herbergt de grootste broedpopulatie van purperreigers in Nederland. De grootste kolonies bevinden zich in de Nieuwkoopse Plassen, Zouweboezem en in de Boezems van Kinderdijk. Deze gebieden bevinden zich in het veen(weide)landschap en droogmakerijlandschap. De kolonie in de Nieuwkoopse Plassen foerageert voor een deel langs petgaten en sloten met drijvende vegetatie of verlandingsvegetaties binnen het gebied, maar het merendeel vliegt naar het omliggend agrarisch gebied (Van der Winden, et al., 2013). Het belang van de purperreiger in Zuid-Holland is verder toegelicht in een kader aan het einde van deze paragraaf. Hier is ook een kaart met belangrijke foerageergebieden opgenomen (Figuur 5-2). Ook is de provincie Zuid-Holland van groot belang voor de groeiende populatie grote zilverreiger.	Alle, met name in veenweide- en droogmakerijlandschap.	4 of 5 (buiten broedtijd), 7 (broedtijd)
Steltlopers	In de provincie Zuid-Holland komen grote aantallen weidevogels voor in de broedtijd (denk aan Grutto, Scholekster, Kievit). In de broedtijd zullen deze soorten de boerderijen en erven veelal mijden. Echter, in de trektijd en winter komen grote concentraties	Alle, in mindere mate in bollenlandschap.	Meeste 5 (buiten broedtijd), 7 broedtijd

	steltlopers naar Zuid-Holland om te pleisteren. De erkende weidevogelgebieden zijn daarvoor zeer intrek en gedurende een groot deel van het jaar komen veel vliegbewegingen op regionaal niveau voor.		
Uilen	Hoewel de vlieghoogte van lokale bewegingen van uilen niet duidelijk is (en daarom niet is opgenomen in bovenstaand figuur), kwamen in het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) verschillende uilensoorten naar voren als risicovol voor kleine windturbines. Echter zijn in het onderzoeksjaar 2022 geen uilen als slachtoffer gevonden, maar gelet op de kleine schaal van de steekproef en duur van het onderzoek kunnen slachtoffers niet worden uitgesloten (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Uilen komen in heel Zuid-Holland voor.	Alle.	Meeste 6 (buiten broedtijd), 7 (broedtijd)
Zangvogels	Hoewel de exacte vlieghoogten van zangvogels niet bekend zijn (en daarom niet zijn opgenomen in bovenstaand figuur), kwamen zangvogels naar voren als risicovolle soort voor kleine windturbines in het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020). In de eerste resultaten van het slachtofferonderzoek zijn de zangvogels keep en vink ook (in zeer gering aantal) als slachtoffer aangetroffen (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Zangvogels komen in heel Zuid-Holland voor.	Alle.	Geen score toebedeeld.

Relevante vogelsoorten of soortgroepen en hun risicoscore gevoeligheid voor **grote kleine windturbines** (ashoogte maximaal 30 meter) op basis van vlieghoogte zijn weergegeven in Tabel 5-5.

Tabel 5-5. Relevante vogelsoorten voor grote kleine windturbines.

Soort(groep)	Eigenschappen en effecten	Cultuurlandschap	Risicoscore gevoeligheid
Aalscholvers	Belangrijke kolonies zijn aanwezig in Zuid-Holland, bijvoorbeeld in de Hollandse Duinen. Ook in de trektijd en winter komen grote concentraties voor op het open water in alle cultuurlandschappen. Veel vliegbewegingen betreffen voedseltrek en slaaptrek.	Alle.	7 (buiten broedtijd), 4 (broedtijd)
Kievit	In de vier cultuurlandschappen van Zuid-Holland komt de kievit jaarrond algemeen voor. In de trektijd en winter kunnen grote groepen langdurig pleisteren op grasland en akkergebied.	Alle.	7 (broedtijd)
Wulp	Met name in de trektijd en winter kunnen grote concentraties voorkomen van de wulp in de vier Zuid-Hollandse cultuurlandschappen. De soort overnacht op vaste locaties (slaapplaatsen).	Alle.	5 (buiten broedtijd), 8 (broedtijd)
Kokmeeuw	In het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) waren er regelmatig Kokmeeuwen in de buurt van windturbines. De kokmeeuw komt hele jaar door in grote aantallen voor in de provincie Zuid-Holland.	Alle.	6 (buiten broedtijd), 7 (broedtijd)

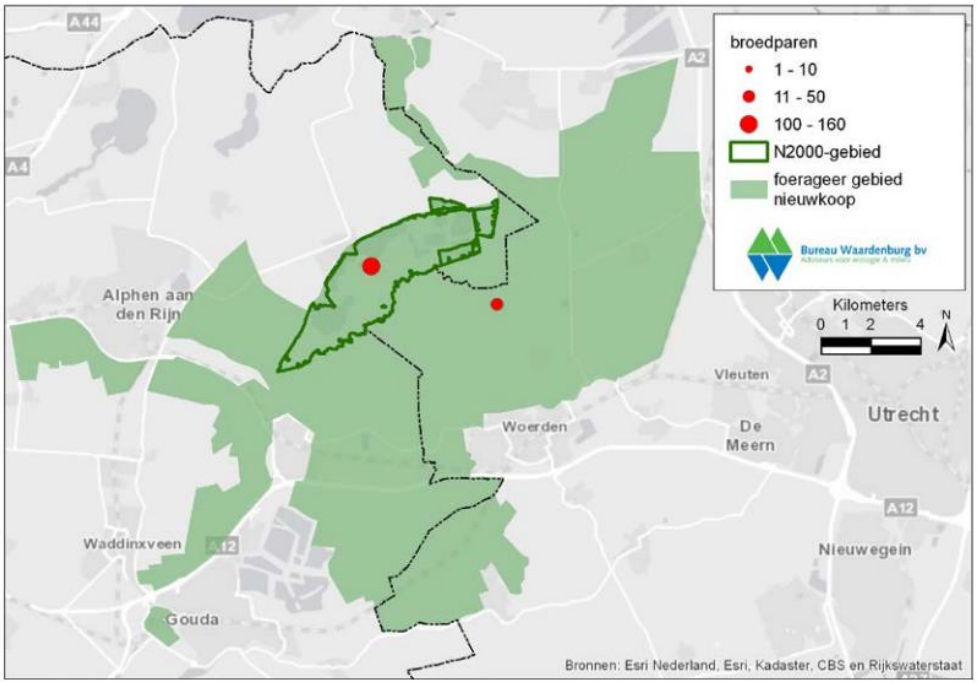
Relevante vogelsoorten of soortgroepen en hun risicoscore gevoeligheid voor **zowel kleine als grote kleine windturbines** op basis van vlieghoogte zijn weergegeven in Tabel 5-6.

Tabel 5-6. Relevante vogelsoorten voor kleine en grote kleine windturbines.

Soort(groep)	Eigenschappen en effecten	Cultuurlandschap	Risicoscore gevoeligheid
Eenden	Wilde eend is een veel voorkomende erfvogel in alle vier cultuurlandschappen.	Alle.	5 (binnen en buiten broedtijd) (wilde eend)
Meeuwen	In het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) kwamen ook meeuwen als de zilvermeeuw en kokmeeuw naar voren als risicovolle soorten voor kleine windturbines. Tijdens het slachtofferonderzoek is de kleine mantelmeeuw als slachtoffer aangetroffen (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Meeuwen komen in heel Zuid-Holland voor.	Alle.	Meeste meeuwen 6/7
Ooievaars	Jaarrond is provincie Zuid-Holland van belang voor ooievaars. Vaak kan deze in de directe omgeving van boerenerven worden aangetroffen. In sommige gevallen komt de ooievaar ook tot broeden op boererven.	Alle.	6 (buiten broedtijd), 7 (broedtijd)
Roofvogels	In het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) zijn roofvogels naar voren gekomen als mogelijk hoog risico omdat zij vaak nabij de windturbines zijn waargenomen en zelfs in de nabijheid van de windturbines kunnen broeden. Echter zijn in het onderzoeksjaar 2022 geen aanvaringsslachtoffers onder roofvogels gevonden, maar door de kleine steekproef en korte onderzoeksduur zijn aanvaringsslachtoffers niet uitgesloten (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Het gaat hierbij voor provincie Zuid-Holland dan vooral over de soorten torenvalk, boomvalk en buizerd. Deze komen meer of minder algemeen ook in de Zuid-Hollandse cultuurlandschappen voor. Ook kan de bruine kiekendief ook voedsel zoeken in het agrarisch gebied, met veel kleine wateren.	Alle, bruine kiekendief minder in bollenlandschap.	Veelal 6 (buiten broedtijd), 7 (broedtijd), sommigen 8/9
Lepelaar	Deze karakteristiek moerasvogel komt in toenemende mate voor in de provincie Zuid-Holland. Als broedvogel vooral in natuurgebieden, maar de vier cultuurlandschappen zijn belangrijk als voedselgebied. Daardoor worden veel vliegbewegingen verwacht in de cultuurlandschappen.	Alle.	Geen score toebedeeld.
Visdief	Deze zomervogel is deels afhankelijk van kleine wateren in het Zuid-Hollandse cultuurlandschap. Vooral sloten en waterpartijen in het laagveengebied (veenweidelandschap en droogmakerijlandschap) is van belang hierbij. Normaal zullen boerenerven wel vermeden worden.	Veenweide- en droogmakerijlandschap.	8 (buiten broedtijd), 9 (broedtijd)

Soort(groep)	Eigenschappen en effecten	Cultuurlandschap	Risicoscore gevoeligheid
Ganzen	In Zuid-Holland bevinden zich ruim 140.000 ganzen, vooral de grauwe gans, brandgans, nijlgans en Canadese gans (Provincie Zuid-Holland, 2019). In Zuid-Holland komt een van de grootste concentraties broedende ganzen voor. De grauwe gans is ook een belangrijke erfvogel in de meeste cultuurlandschappen.	Rivierdelta-, veenweide- en droogmakerijlandschap.	Geen score toebedeeld.

De purperreiger in Zuid-Holland
De provincie Zuid-Holland herbergt de grootste broedpopulatie van purperreigers in Nederland. De grootste kolonies bevinden zich in de Nieuwkoopse Plassen, Zouweboezem en in de Boezems van Kinderdjik (veen(weide)landschap en droogmakerijlandschap). Omdat deze vogels veel in het omliggend agrarisch gebied foerageren lopen zij mogelijk relatief hoog risico op aanvaring met grote kleine windturbines (Van der Winden, et al., 2013). De soort staat sinds 2004 als bedreigd op de Nederlandse Rode Lijst en is al een aantal keer in het nieuws geweest vanwege bedreiging door grote windturbines (Timmer, 2020; Nederlands Dagblad, 2009; Brus, 2022).



Figuur 5-2. Overzicht van de foerageergebieden van de purperreigers kolonies in de Nieuwkoopse Plassen. Het Natura 2000-gebied Nieuwkoopse plassen en De Haeck is donkergroen gekleurd (Van der Winden, et al., 2013).

Vleermuizen

Op basis van bestaande literatuur over vlieghoogten van vleermuizen is hieronder een overzicht gemaakt van de relevante vleermuissoorten per ashoogte (Haarsma, 2016; Roemer, Disca, Coulon, & Bas, 2017; Warwickshire Bat Group, n.d.; Zoogdiervereniging, n.d.). Figuur 5-1 geeft hier een schematische weergave van. Van sommige soorten is alleen de vluchthoogte tijdens de jacht of juist tijdens de migratie bekend. Ook hier is de risicoschatting voor gevoeligheid voor windturbines per soort opgenomen. In het rapport van SOVON en de Zoogdiervereniging is dit voor vleermuizen opgenomen op basis van de mate waarin deze soorten als slachtoffer worden gevonden in de buurt van windturbines (Stahl & Epe, 2021). Deze risicobeoordeling is gebaseerd op grote windturbines. Voor vleermuizen is in het rapport geen numerieke score opgenomen. Onderstaand zijn voor de vleermuissoorten de overzichten voor de verschillende hoogtes van de windturbines gegeven. Omdat veel vleermuizen in alle cultuurlandschappen kunnen voorkomen is hier geen aparte tabel opgenomen met het belang van de cultuurlandschappen per soort. Wel is in paragraaf 3.3 en onderstaande tabel aangegeven in welke cultuurlandschappen de verschillende vleermuissoorten het

meeste voorkomen. Vanuit de beschikbare literatuur over vlieghoogtes lijken er geen vleermuizen alleen risico te lopen bij grote kleine windturbines. Deze categorie is daarom niet apart opgenomen als tabel. Echter moet hierbij de kanttekening worden geplaatst dat de literatuur beperkt is.

Relevante vleermuissoorten en hun risicogevoeligheid voor **kleine windturbines** zijn weergegeven in Tabel 5-7.

Tabel 5-7. Relevante vleermuissoorten voor kleine windturbines.

Soort	Eigenschappen en effecten	Risicogevoeligheid windturbines*
Gewone dwergvleermuis	Uit het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) blijkt dat de gewone dwergvleermuis hoog risico loopt voor aanvaring met kleine windturbines. Dit wordt ook bevestigd door de bevindingen van het slachtofferonderzoek (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Ook komt de gewone dwergvleermuis overal in Nederland voor. In de provincie Zuid-Holland is de soort zeer talrijk. De gewone dwergvleermuis komt hier vooral voor boven watergangen en lijnvormige elementen (bijvoorbeeld in bosgebied), maar ook in open gebied.	Relatief vaak in Noordwest-Europa, relatief weinig in Nederland
Gewone grootoorvleermuis	De gewone grootoorvleermuis komt in de hele provincie Zuid-Holland voor in kleine aantallen. De soort komt vooral voor in het bosrijke binnenduingebied en veenweidegebieden als Alblasserwaard en Krimpenerwaard. De gewone grootoorvleermuis jaagt vooral in beschutte omgeving.	Zelden of nooit in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Bosvleermuis (jacht)	De bosvleermuis komt voor langs de kust en in duingebieden, maar alleen als incidentele trekker. Daarom wordt deze soort minder verwacht in de vier cultuurlandschappen en is deze voor aanvaringsrisico in de provincie Zuid-Holland minder relevant.	Relatief vaak in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Franjestaart	De franjestaart komt in zeer kleine aantallen voor langs de kust. Daarom wordt deze soort minder verwacht in de vier cultuurlandschappen en is deze voor aanvaringsrisico in de provincie Zuid-Holland minder relevant.	Zelden of nooit in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Kleine dwergvleermuis	De kleine dwergvleermuis kan in de hele provincie voorkomen (zeer zeldzaam), maar vooral in de kustgebieden. Alleen in het binnenduingebied zijn populaties bekend.	Relatief vaak in Noordwest-Europa, slachtoffers onbekend in Nederland

* mate waarin deze soorten als slachtoffer worden gevonden in de buurt van windturbines.

Relevante vleermuissoorten en hun risicogevoeligheid voor **zowel kleine als grote kleine windturbines in** Tabel 5-8.

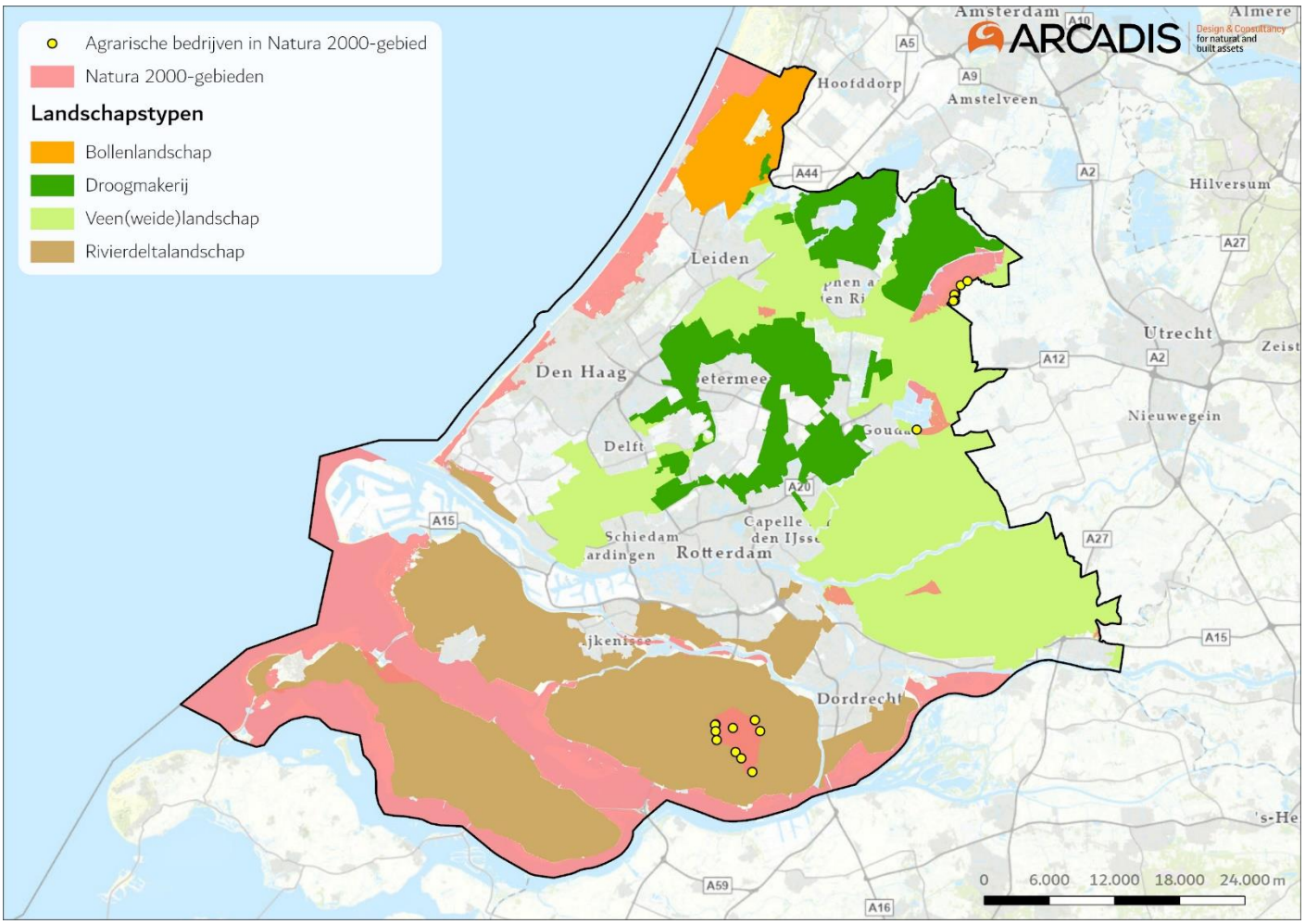
Tabel 5-8. Relevante vleermuissoorten voor kleine en grote kleine windturbines.

Soort	Eigenschappen en effecten	Risicogevoeligheid windturbines*
Ruige dwergvleermuis	Uit het onderzoek in Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020) blijkt dat de ruige dwergvleermuis hoog risico loopt voor aanvaring met kleine windturbines. Dit is ook bevestigd door de bevindingen van het slachtofferonderzoek (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023). Ook komt de ruige dwergvleermuis overal in Nederland voor. In Zuid-Holland is de soort zeer talrijk tijdens de migratieperiode (in de herfst en het voorjaar). De ruige dwergvleermuis vliegt vaak langs dijken in open gebied, waardoor deze hoog risico loopt op aanvaring met windturbines.	Zeer vaak in Noordwest-Europa, vaak in Nederland
Laatvlieger	De laatvlieger komt in de hele provincie voor en jaagt vaak in open gebieden boven water, veelal in veenweidegebieden en droogmakerijen.	Relatief vaak in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Meervleermuis	De meervleermuis komt in de hele provincie voor, maar is grotendeels beperkt tot het noordoostelijke veenweidegebied. De soort jaagt laag boven wateroppervlakten en is daarom waarschijnlijk minder gevoelig voor aanvaringsrisico.	Zelden of nooit in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Rosse vleermuis	De rosse vleermuis kan provinciebreed voorkomen behalve in zeekleigebied, maar populaties zijn alleen bekend in bossen in het binnenduingebied en in toenemende mate in nieuwe bossen in het randstedelijke gebied. De soort is boombewonend en jaagt vooral boven plassen en grote meren in open gebied, veelal op grotere hoogte.	Vaak in Noordwest-Europa, weinig in Nederland
Tweekleurige vleermuis	De tweekleurige vleermuis komt provinciebreed voor, maar is zeel zeldzaam. De soort is alleen als migrant aanwezig in de winter en is vooral aangetrokken tot stedelijk gebied met hoge gebouwen. Daarom is de tweekleurige vleermuis waarschijnlijk minder gevoelig voor aanvaring.	Relatief vaak in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Watervleermuis	De watervleermuis kan provinciebreed voorkomen, maar vooral in het bosrijke binnenduingebied en in toenemende mate in nieuwe bossen in het randstedelijke gebied. De soort is boombewonend en jaagt laag boven wateroppervlakten. Daarom is de watervleermuis waarschijnlijk minder gevoelig voor aanvaring.	Zelden of nooit in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland
Baardvleermuis	De baardvleermuis komt provinciebreed voor, maar is zeer zeldzaam. De soort komt vooral voor in het bosrijke binnenduingebied en zeer lokaal in het veenweidegebied rondom Gouda (Alblasserwaard).	Zelden of nooit in Noordwest-Europa, onbekend in Nederland

* mate waarin deze soorten als slachtoffer worden gevonden in de buurt van windturbines.

5.1.2 Natura 2000-gebieden in provincie Zuid-Holland

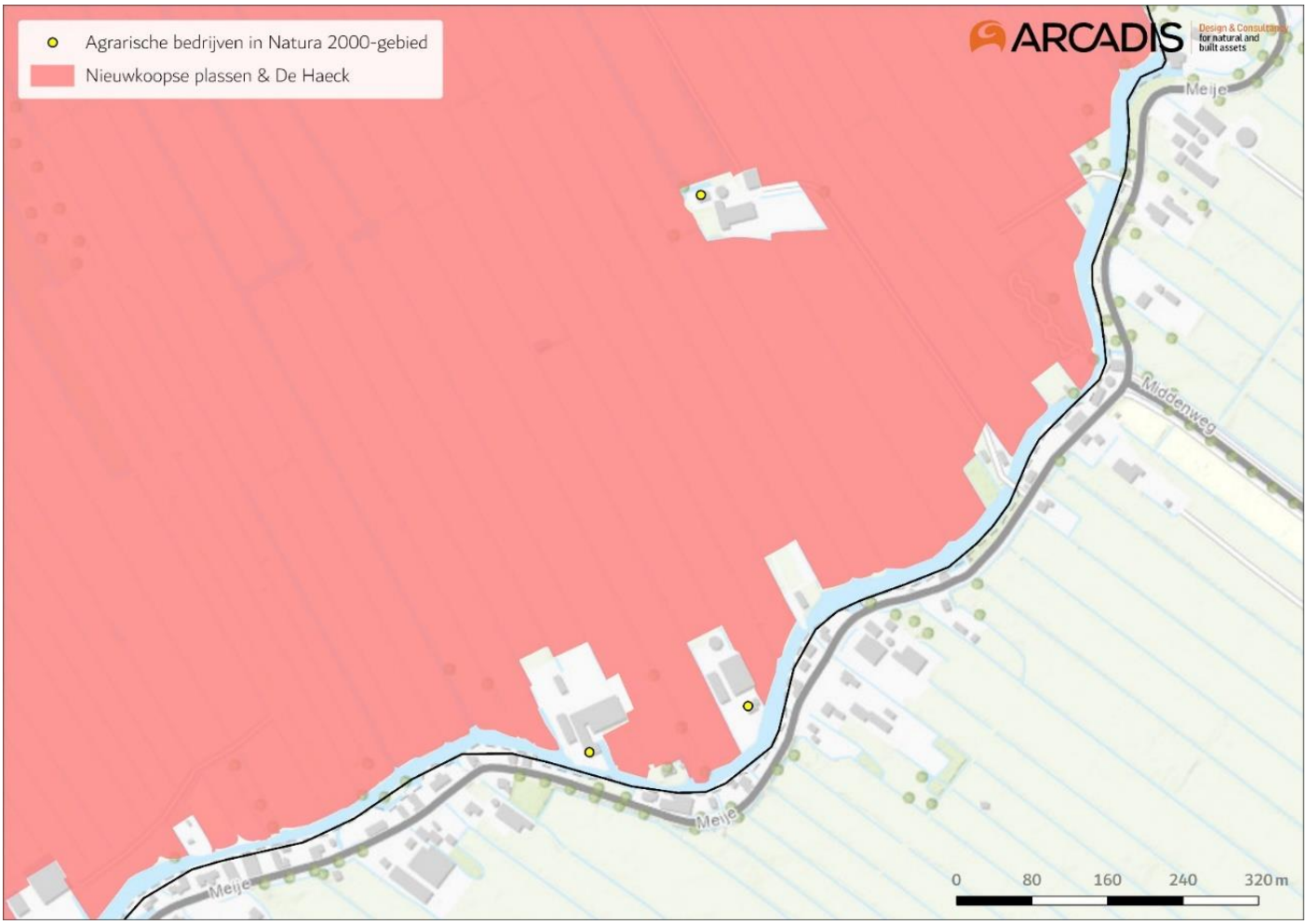
Naast beschermde soorten hebben grote kleine winturbines mogelijk ook een negatief effect op verschillende instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden of beschermde weidevogelgebieden. Deze paragraaf en de volgende paragraaf 5.1.3 geven een omschrijving van deze gebieden. In Paragraaf 5.2 worden de effecten van grote kleine windturbines op de Natura 2000- gebieden en weidevogelgebieden uiteengezet. Afhankelijk van de locatiekeuze van de grote kleine windturbine, kan in een voortraject al bepaald worden of eventuele vervolgonderzoeken en -stappen aan de orde zijn door de ligging binnen of nabij Natura-2000 gebieden of weidevogelgebieden. In Figuur 5-3 en Tabel 5-9 is een overzicht opgenomen met de Natura 2000-gebieden gelegen in de vier cultuurlandschappen in de provincie Zuid-Holland. In totaal zijn er in de provincie Zuid-Holland zeventien agrarische bedrijven die binnen de begrenzing van Natura 2000-gebieden liggen. De erven zelf zijn niet bestempeld als Natura 2000-gebied (zie als voorbeeld Figuur 5-4).



Figuur 5-3. Overzicht van de ligging van de boerenerven gelegen in de verschillende Natura 2000-gebieden (roze) in Zuid-Holland.

Tabel 5-9. Overzicht van de verschillende Natura 2000-gebieden in de vier cultuurlandschappen.

Landschapstype	Natura 2000-gebieden
Bollenlandschap	Coepelduynen
	Kennemerland-Zuid
Droogmakerijlandschap	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck
Veen(weide)landschap	Boezems Kinderdijk
	Broekvelden, Vettenbroek & Polder Stein
	De Wilck
	Donkse Laagten
	Lingegebied & Diefdijk-Zuid
	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck
Rivierdeltalandschap	Biesbosch
	Duinen Goeree & Kwade Hoek
	Grevelingen
	Haringvliet
	Hollands Diep
	Krammer-Volkerak
	Oude Maas
	Oudeland van Strijen
	Solleveld & Kapittelduinen
	Voornes Duin

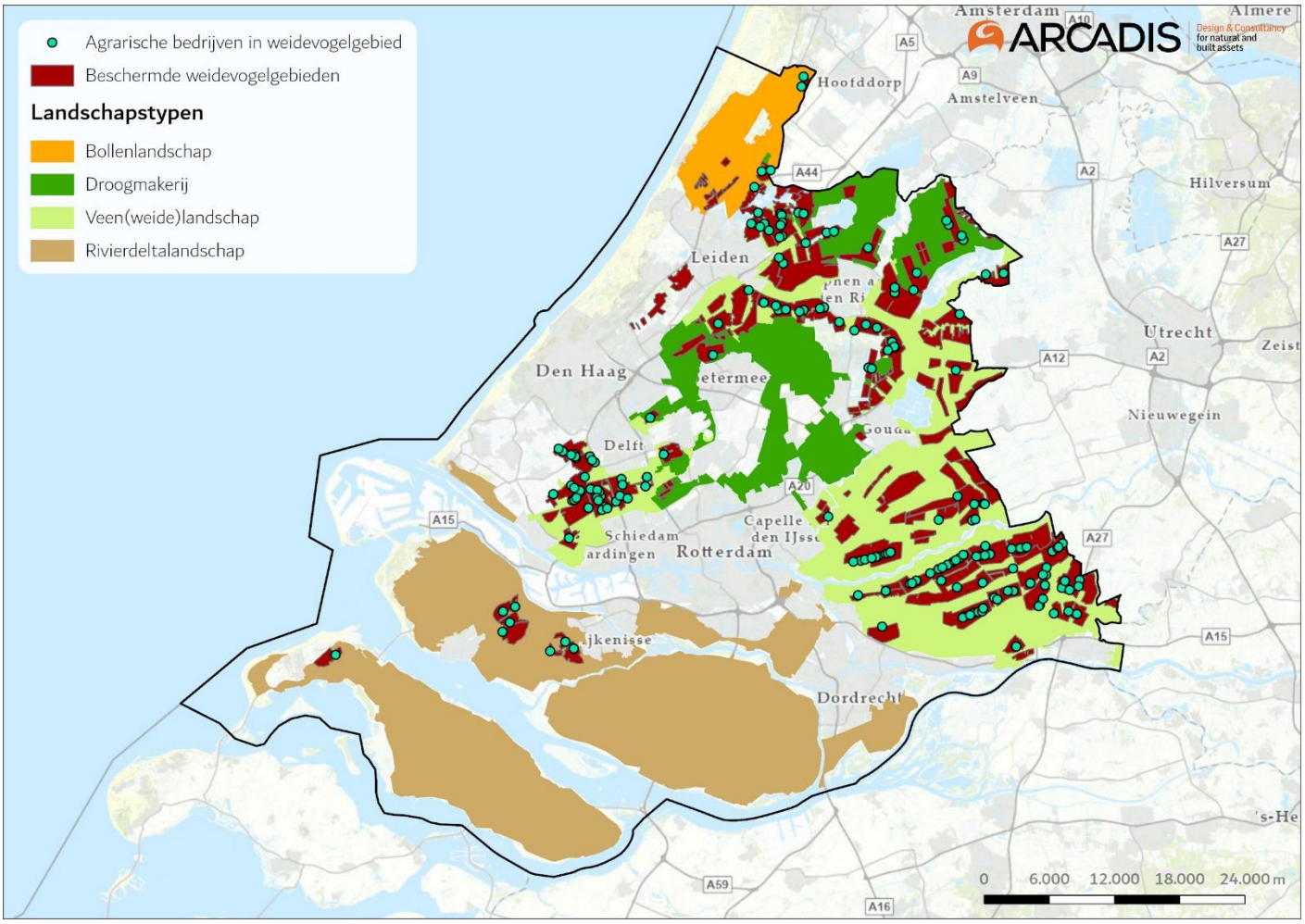


Figuur 5-4. Voorbeeld van de agrarische bedrijven in het Natura 2000-gebied Nieuwkoopse plassen & De Haeck.

5.1.3 Beschermde weidevogelgebieden in provincie Zuid-Holland

In Zuid-Holland zijn naast Natura 2000-gebieden ook weidevogelgebieden opgenomen met een speciale beschermingscategorie. De weidevogelgebieden zijn in het natuurbeheerplan begrensd en worden via de provinciale ruimtelijke verordening beschermd tegen inbreuken op de openheid. In Figuur 5-5 is een overzicht opgenomen van de verschillende weidevogelgebieden in de verschillende landschapstypen.

Voorbeelden van de weidevogelgebieden in Zuid-Holland zijn de graslanden in de bollenstreek en de (veen)weidelandschappen. De graslanden hebben een open karakter en structureel hoge grondwaterstanden wat van belang is voor weidevogels. In totaal gaat het om 185 boerenerven die in Zuid-Holland binnen de begrenzing van beschermde weidevogelgebieden liggen.



Figuur 5-5. Verspreiding van de verschillende boerenerven in de weidevogelgebieden in Zuid-Holland.

5.2 Mogelijke ecologische effecten op regionaal niveau in Zuid-Holland

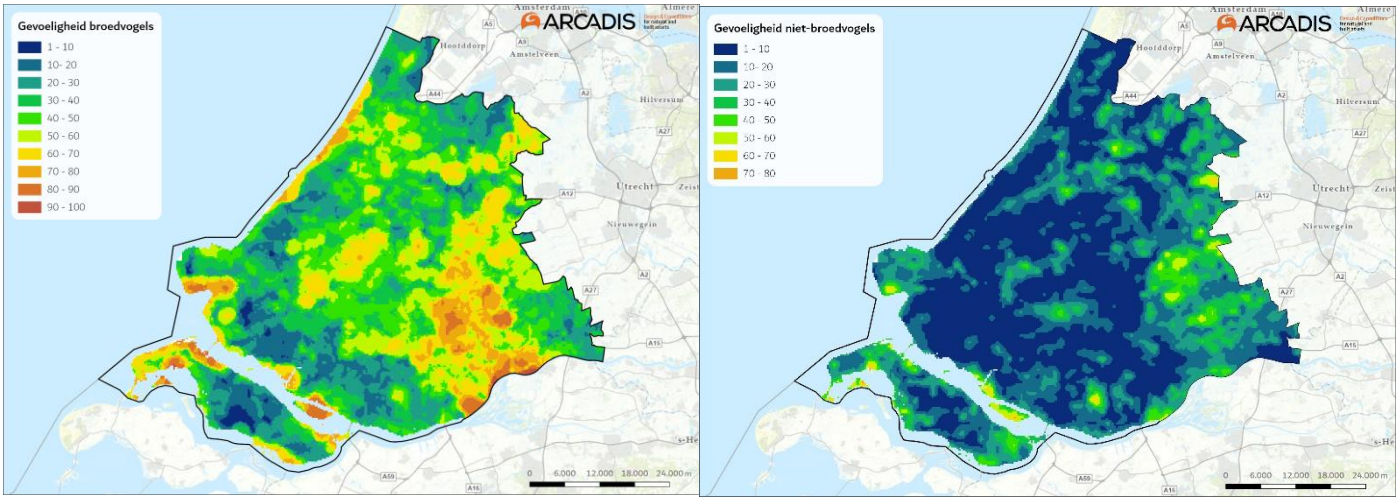
Deze paragraaf zet de ecologische effecten op vogel- en vleermuissoorten uiteen op regionaal niveau voor de vier cultuurlandschappen en de Natura 2000-gebieden en weidevogelgebieden. Het uitgangspunt hierbij is dat er één grote kleine windturbine per erf wordt geplaatst. In deze paragraaf wordt op regionaal schaalniveau antwoord gegeven op onderzoeksvraag 2: Wat zijn de ecologische effecten van de referentieturbine(s)?

5.2.1 Effecten op soorten

Voor het bepalen van de effecten van kleine windturbines op vogels op regionaal niveau zijn zowel lokale bewegingen als regionale trekbewegingen van migrerende soorten (met name in de lente en herfst) en broedgebieden van agrarische soorten van belang (Marques, et al., 2014).

Vogels

De gevoeligheid van verschillende vogelsoorten verschilt per cultuurlandschap. Dit blijkt ook uit onderzoek van SOVON, waarbij de gevoeligheid van broed- en niet-broedvogels voor windturbines in de provincie Zuid-Holland in kaart zijn gebracht (Sierdsema, Foppen, van Els, Kampichler, & Stahl, 2021). SOVON heeft in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit voor heel Nederland onderzocht waar veel vogelsoorten voorkomen die kwetsbaar zijn voor windparken. Hiervan zijn kaarten gemaakt met gegevens over de verspreiding, aantallen en vliegbewegingen van de soorten. Deze kaarten laten niet de daadwerkelijke aanwezigheid van vogels of sterfte of verstoring van windturbines zien, alleen een verwachting van gevoeligheid op basis van kennis over de soorten. Figuur 5-6 geeft de resultaten hiervan (Sierdsema, Foppen, van Els, Kampichler, & Stahl, 2021).



Figuur 5-6. Gevoeligheidskaart voor broedvogels (links) en niet-broedvogels (rechts) in Zuid-Holland op basis van RES-gegevens van SOVON. Data is gebaseerd op de belangrijke verspreidingsgebieden en vliegbewegingen van verschillende soorten. Relatieve schaal van 1 (weinig risico voor aanwezigheid gevoelige soorten) tot 100 (hoog risico voor aanwezigheid gevoelige soorten) (Sierdsema, Foppen, van Els, Kampichler, & Stahl, 2021).

In Paragraaf 5.1.1 is geconstateerd dat minder gevoelige vogelsoorten zich bevinden in het bollenlandschap dan in de andere cultuurlandschappen. Ook uit de kaarten van SOVON blijkt dat het bollenlandschap minder gevoelig is. In de SOVON-kaarten zijn in de andere drie cultuurlandschappen locaties met relatief hoge gevoeligheid aanwezig, wat erop wijst dat op regionaal niveau de effecten van de referentieturbine(s) groter zijn in de droogmakerij-, veenweide- en rivierdeltalandschappen.

Effecten kleine windturbines (maximale ashoogte 15 meter)

Uit de resultaten van de pilot in Groningen blijkt dat trekvogels bij windturbines met een ashoogte van maximaal 15 meter geen significante risico's lopen omdat de meeste trekvogels op grotere hoogte migreren (Rozema, 2019). Ook uit de eerste resultaten van het slachtofferonderzoek blijkt deze conclusie: in de maanden februari – maart en oktober – november, tijdens de najaarsmigratie van vogels, zijn geen slachtoffers gevonden. Op basis van de populatieomvang, jaarlijkse reproductie en trend van de populatie zijn vooral voor de torenvalk en spreeuw effecten op populatieniveau te verwachten. Voor andere soorten zoals de boerenzwaluw en huiszwaluw, die rond schuren foerageren, is het aanvaringsrisico even hoog. Ook voor uilen zoals de kerkuil en ransuil bestaan hoge risico's, welke ook op populatieniveau niet zijn uit te sluiten (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020).

Effecten grote kleine windturbines (maximale ashoogte 30 meter)

Hogervliegende soorten zoals aalscholvers, reigers, eenden en ganzen lopen mogelijk meer risico op aanvaring bij grote kleine windturbines. Ook zijn er veel vogelsoorten die bij zowel kleine windturbines als grote kleine windturbines mogelijk risico lopen op aanvaring, doordat zij een groot bereik aan vlieghoogtes hebben of de vlieghoogte verschilt voor foerageer- of trekbewegingen. Doordat grote kleine windturbines binnen verschillende soorten vliegbewegingen kunnen vallen, is de verwachting dat er meer risico's voor vogelsoorten ontstaan bij een ashoogte van 30 meter ten opzichte van 15 meter. De windturbines met ashoogte 15 meter zijn vooral een risico tijdens lokale foerageervluchten, terwijl de windturbines met ashoogte 30 meter mogelijk ook de dagelijkse slaap -en voedselvluchten bereiken. Daarom kunnen effecten op populaties nabij de windturbines niet worden uitgesloten. Dit geldt voor zowel vogels op het boerenerf in kwestie als vogels in de omliggende percelen. Daarom is het aan te raden de locatiekeuze van grote kleine windturbines voorzichtig af te wegen rond vogelrijke gebieden. Denk hierbij aan de directe omgeving van de Nieuwkoopse plassen, delen van de Alblasserwaard en de oostpunt van Goeree-Overflakkee. Ook dient meer onderzoek plaats te vinden rondom vlieghoogtes van vogels gedurende de slaap-voedselvluchten om met meer zekerheid conclusies te kunnen trekken rond de regionale effecten.

Vleermuizen

Effecten kleine windturbines (maximale ashoogte 15 meter)

Uit onderzoek naar twee windturbinelocaties in Duitsland bleek dat er meer vleermuissoorten risico ondervinden bij kleine windturbines dan bij grote kleine windturbines. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat er ook andere factoren bij het onderzoek meespeelden, zoals nabijheid van verblijfplaatsen en structuren die dienen als vliegroutes en foerageergebied (Hartmann, et al., 2021). Wel komt de conclusie dat er meer vleermuissoorten binnen het bereik van kleine windturbines vallen, en daarmee meer risico lopen, overeen met de uitkomsten van het literatuuronderzoek omtrent vlieghoogtes. Verder kan er bij vleermuizen sprake zijn van verhoogd risico op slachtoffers wanneer de windturbine is geplaatst langs routes van trekkende vleermuissoorten zoals de ruige dwergvleermuis (Tuitert Natuuronderzoek & Natuurbank Overijssel, 2022).

Effecten grote kleine windturbines (maximale ashoogte 30 meter)

De meer zeldzame vleermuissoorten zoals de bosvleermuis en franjestaart komen in de cultuurlandschappen veelal niet voor, maar alleen in zeer kleine aantallen langs de kust in de duinen. Door hun gemiddelde vlieghoogte zijn de rosse vleermuis, laatvlieger, en tweekleurige vleermuis relatief gevoeliger voor grote kleine windturbines. In de provincie Zuid-Holland loopt de laatvlieger en enigszins de rosse vleermuis vooral risico op aanvaring. Tussen de verschillende cultuurlandschappen is weinig verschil als het gaat om het voorkomen van algemenere vleermuissoorten. Daarom zijn er op regionaal niveau geen significant verschillende effecten te verwachten per cultuurlandschap. Omdat soorten als de laatvlieger en rosse vleermuis in Nederland redelijk algemeen voorkomen, worden geen significante effecten op populaties verwacht. Over het algemeen zijn er bij kleine windturbines met een ashoogte tot 15 meter meer vleermuissoorten waarvan de vlieghoogtes bekend zijn en overlappen met het bereik van deze windturbines. Voor vleermuizen is het daarom mogelijk dat grote kleine windturbines op minder vleermuissoorten effect hebben. Wel dient hierbij te worden opgemerkt dat de aantallen slachtoffers alsnog groot kunnen zijn omdat veel vleermuissoorten door verschillende vliegbewegingen in het bereik van beide turbinehoogtes komen.

5.2.2 Effecten op beschermde gebieden

In Figuur 3-5 is een overzicht opgenomen van de verschillende agrarische bedrijven in de vier cultuurlandschappen én in de beschermde weidevogel- en Natura 2000-gebieden. In totaal gaat het voor de cultuurlandschappen om zeventien agrarische bedrijven die binnen de begrenzing van Natura 2000-gebieden liggen. Zoals te zien in Figuur 5-4 maken de erven zelf geen onderdeel uit van Natura 2000-gebieden. Directe effecten op bijvoorbeeld habitattypen zijn daarmee uitgesloten. Wel kunnen door het plaatsen binnen of in de directe omgeving van beschermde gebieden effecten ontstaan op de wezenlijke waarden en kenmerken van de verschillende gebieden, of een direct negatief effect op de instandhoudingsdoelstellingen van naast gelegen Natura 2000-gebieden (externe werking). Het precieze effect is afhankelijk van het beschermde gebied waarbij de windturbine wordt geplaatst en de exacte locatie van de windturbine op het erf.

Door het plaatsen van windturbines op migratieroutes waar vogelrichtlijnsoorten dagelijkse vliegbewegingen over maken, kan versnippering ontstaan. De slaapplaatsen en foerageergebieden raken hierdoor versnipperd. Hierdoor hebben de windturbines indirect een negatief op de leefgebieden van de vogels en dus een indirect negatief effect op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. Voor weidevogelkerngebieden, waarbinnen 185 agrarische bedrijven in de provincie Zuid-Holland liggen, is het relevant dat weidevogels in de broedtijd niet direct gevoelig voor kleine windturbines zijn. Wel fungeren deze gebieden bij uitstek als pleisterplaatsen voor veel soorten steltlopers (kievit, wulp, goudplevier), eenden en ganzen in de trektijd en winterperiode. Dit maakt deze gebieden tot mogelijke risicogebieden op regionaal niveau.

Door het mogelijke negatieve effect van windturbines op vogels, is plaatsing van windturbines in de directe omgeving van Natura 2000-gebied of weidevogelkerngebieden af te raden.

5.2.3 Conclusie effecten op regionaal niveau

De effecten van de referentieturbine(s) op regionaal niveau zijn van toepassing op zowel soorten als gebieden. Op soorten is het voornaamste effect het risico op verstoring of aantasting van belangrijke populaties van vogels en vleermuizen op regionaal niveau. In de provincie Zuid-Holland bevinden zich hoge concentraties van verschillende vogel- en vleermuissoorten. Op locaties waar deze soorten zich in hoge concentraties bevinden kan plaatsing van een

grote kleine windturbine inbreuk doen op de populatie door sterfte door aanvaring. Dit effect is vooral mogelijk significant voor vogels die slaap- en trekbewegingen in de buurt van de windturbine(s) maken.

Door het plaatsen van windturbines op migratieroutes waar vogelrichtlijnsoorten dagelijkse vliegbewegingen over maken, kan versnippering ontstaan van slaapplaatsen en foerageergebieden. Hierdoor hebben de windturbines indirect een negatief effect op de leefgebieden van vogels die onder de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden vallen of op weidevogelkerngebieden, die functioneren als pleisterplaatsen voor vogels in de trektijd en winterperiode. Door het mogelijke negatieve effect van grote kleine windturbines op vogels, is plaatsing van deze windturbines in de directe omgeving van Natura 2000-gebied of weidevogelkerngebieden af te raden.

5.3 Mogelijke ecologische effecten op erfniveau in Zuid-Holland

Deze paragraaf zet de ecologische effecten op vogel- en vleermuissoorten uiteen op erfniveau voor de vier cultuurlandschappen. Het uitgangspunt hierbij is dat er één grote kleine windturbine per erf wordt geplaatst. In deze paragraaf wordt op lokaal schaalniveau (erfniveau) antwoord gegeven op onderzoeksvraag 2: Wat zijn de ecologische effecten van de referentieturbine(s)? Effecten op de waarden van beschermde gebieden zijn op erfniveau niet van toepassing, omdat de erven zelf niet als Natura 2000-gebied bestempeld zijn (zie Figuur 5-4). De (regionale) effecten op weidevogelkerngebieden zijn reeds besproken in paragraaf 5.2.2.

5.3.1 Vogels

Kleine windturbines

In de beleidsevaluatie van de plaatsing van kleine windmolens in Groningen is geconcludeerd dat vogels die niet aanwezig zijn binnen 100 meter van een turbinelocatie of daarlangs zouden vliegen een beperkt risico op negatieve effecten hebben. Op basis van gemiddelde vlieghoogte lopen lokaal aanwezige zangvogels (denk aan boerenzwaluw, spreeuw) het hoogste risico op aanvaring bij kleine windturbines (Rozema, 2019). Op basis van lokaal vlieggedrag zijn de boerenzwaluw, huiszwaluw, spreeuw, putter, gierzwaluw, houtduif, holenduif, torenvalk, zilvermeeuw, kokmeeuw en zwarte kraai in onderzoek naar voren gekomen als meest risicovol (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020). Het is mogelijk dat de rotoren van kleine windturbines voor vogels minder goed zichtbaar zijn dan van grote windturbines.

In eerder onderzoek naar aanvaringsslachtoffers in het Verenigd Koninkrijk zijn geen vogelslachtoffers gevonden (Minderman, Fuentes-Montemayor, Pearce-Higgins, & Pendlebury, 2014). Bij het onderzoek in Groningen zijn in 2022 de wilde eend, huiszwaluw, houtduif, spreeuw, boerenzwaluw, holenduif, keep, kleine mantelmeeuw en vink als slachtoffers gevonden (Jonge Poerink, 2023). Enkele van deze soorten, zoals de wilde eend, houtduif, spreeuw, boerenzwaluw en vink zijn ook belangrijke erfvogels in de vier cultuurlandschappen in provincie Zuid-Holland.

Grote kleine windturbines

Omdat grote kleine windturbines een hoger rotorbereik hebben, verschillen de risicosoorten voor kleine windturbines. In Paragraaf 5.1.1 is een selectie gemaakt welke vogelsoorten mogelijk niet binnen het bereik van kleine windturbines vliegen, maar wel binnen het bereik van grote kleine windturbines. Over grote kleine windturbines is weinig literatuur beschikbaar. Door het gebrek aan onderzoek naar windturbines met vergelijkbare afmetingen zijn geen andere effecten op vogels bekend dan bij kleine windturbines of grote windturbines. De vogels waarvan bekend is dat zij vliegbewegingen maken binnen het bereik van de grote kleine windturbines lopen groter risico op aanvaring. De lokale omstandigheden en het voorkomen van deze vogels is daarom bepalend voor de effecten van deze windturbines.

Zoals eerder genoemd komen er minder relevante vogelsoorten voor in het bollenlandschap, dan in de andere drie cultuurlandschappen. Op erven in het bollenlandschap zijn daarom minder effecten op erf-niveau op vogels te verwachten dan bij de andere cultuurlandschappen.

5.3.2 Vleermuizen

Kleine windturbines

In bestaand onderzoek is vastgesteld dat het grootste risico voor vleermuizen binnen 25 meter van de windturbine ligt (Minderman, Gillis, Daly, & Park, 2017). Voor vleermuizen is bevestigd dat de kans op aanvaringsslachtoffers groot is wanneer er structurele vliegbewegingen rondom de windturbine plaatsvinden (Rozema, 2019). Ook verschilt het hoe vleermuizen reageren op windturbines afhankelijk van hoogte, rotorgrootte en snelheid. Kleine windturbines hebben over het algemeen hoge rotorsnelheden die moeilijk op te merken en te ontwijken zijn voor vleermuizen. Door de veelal trage vliegsnelheden van vleermuizen en het gebrek aan inschattingsvermogen door middel van zicht of echolocatie kunnen snelheid en afstand tot de rotoren niet op tijd worden opgemerkt. De gewone dwergvleermuis kon bijvoorbeeld in een onderzoek pas op 0.5-1 meter afstand de rotoren herkennen en heeft daarmee zeer kort de tijd om eromheen te manoeuvreren (Rydell, et al., 2010). Uit het pilotonderzoek in Groningen bleek dat vleermuizen als de gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis binnen de risicozone van 2 meter van kleine windturbines komen en er dus aanvaringsslachtoffers kunnen vallen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020). Dit is ook bevestigd in het bijbehorende slachtofferonderzoek.

Voor vleermuizen is de locatie van kleine windturbines van groot belang, aangezien kleine windturbines vaker nabij gebouwen of natuurelementen als bosranden en hagen worden geplaatst dan grote windturbines (Minderman, Fuentes-Montemayor, Pearce-Higgins, & Pendlebury, 2014). Uit onderzoek naar het niveau van vleermuisactiviteit rondom kleine windturbines in Duitsland bleek ook dat windturbines nabij verblijfplaatsen, vliegroutes of foerageergebieden leidden tot hoge vleermuisactiviteit rondom de windturbine en daarmee meer slachtoffers (Hartmann, et al., 2021). Het moet voorkomen worden dat de kleine windturbine geplaatst wordt nabij een verblijfplek of in bos, bosranden, hagen of heesters. Veruit de minste slachtoffers voor vleermuizen vallen namelijk in open gebied waar weinig structuur of leidende landschappelijke elementen aanwezig zijn.

De soortspecifieke redenen voor aanvaringen zijn afhankelijk van vlieghoogte, vliegsnelheid, vlieggedrag, echolocatie, jachttechnieken, biotoopvoorkeur en trekgedrag van de soort. De soorten die volgens de literatuur het hoogste risico lopen om slachtoffer te worden van windturbines zijn rosse vleermuis, gewone- en ruige dwergvleermuis, bosvleermuis en tweekleurige vleermuis. Van de vleermuizen die als slachtoffer gevonden worden, valt 98% onder deze soorten. Gedurende de trek, migratie en voortplanting van vleermuizen, die plaatsvindt tussen midden juli t/m september en midden oktober, worden 90% van de slachtoffers door windturbines geraakt (Rydell, et al., 2010; Winkelman, Kistenkas, & Epe, 2008). De gewone- en ruige dwergvleermuis en gewone grootoorvleermuis zijn in de regel laagvliegend (0-30 meter) en meer gebonden aan landschappelijke structuren voor het vliegen en foerageren, hierdoor zijn deze soorten gevoeliger voor kleine windturbines. Met betrekking tot het voorkomen in de provincie Zuid-Holland kent vooral de gewone- en ruige dwergvleermuis een zeer groot risico op aanvaring. Bij het plaatsen van een kleine windturbine is de locatie en kennis van aanwezige functies en vleermuissoorten dus van groot belang.

Grote kleine windturbines

De rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis trekken over langere afstanden, de bosvleermuis en tweekleurige vleermuis doen dit in mindere mate. De rosse vleermuis, laatvlieger, bosvleermuis en tweekleurige vleermuis foerageren veelal in het vrije luchtruim en vliegen in de regel hoger (0-100 meter of 0-50m) en zijn daarmee gevoeliger voor grote kleine windturbines door de overlap van de hoogten die zij bestrijken. Met betrekking tot het voorkomen in de provincie Zuid-Holland is het risico op aanvaring vooral voor de laatvlieger groot, en in mindere mate de rosse vleermuis. Uit Paragraaf 5.1.1 en de bestaande literatuur (zie ook Paragraaf 4.1) lijken er meer vleermuissoorten gebruik te maken van de lagere vliegruimten. Daarmee hebben vleermuissoorten een hogere aanvaringskans met kleine windturbines dan met grote kleine windturbines. Dit lijkt vooral tijdens de jacht van vleermuizen te spelen. Grote kleine windturbines hebben deels overlap met migratiehoogtes van vleermuizen, waardoor er wellicht meer slachtoffers vallen omdat er verschillende types vliegbewegingen worden geraakt. Wel zijn er ook een aantal soorten die op een dermate hoge vlieghoogte migreren dat deze boven het bereik van de grote kleine windturbines blijven. Echter bestaat er nog niet genoeg onderzoek om deze conclusie met zekerheid te stellen.

Het is mogelijk dat vleermuizen kwetsbaarder zijn in het veenweidegebied, waar veel kleine en grote watergangen voorkomen, maar tussen de verschillende cultuurlandschappen is slechts beperkt verschil als het gaat om het voorkomen van verschillende vleermuissoorten. Daarom zijn er op erfniveau geen significante verschillen in de effecten te verwachten per cultuurlandschap.

5.4 Ecologische voorwaarden voor referentieturbine(s)

In deze paragraaf wordt op zowel regionaal schaalniveau als erfniveau antwoord gegeven op onderzoeksvraag 3: Onder welke ecologische voorwaarden kunnen de referentieturbine(s) worden toegestaan? Hierbij wordt een algemene toelichting gegeven op welke cultuurlandschappen gevoeliger zijn voor negatieve ecologische effecten als gevolg van het plaatsen van grote kleine windturbines.

Het kiezen van de juiste locatie voor een grote kleine windturbine is de belangrijkste voorwaarde om ecologische effecten te voorkomen. Voorafgaand aan de keuze van een initiatiefnemer om een grote kleine windturbine te plaatsen, dient een beleidsmatige afweging te worden gemaakt in welke gebieden grote kleine windturbines wenselijk(er) of niet-wenselijk zijn. Dit betreft strikt genomen geen mitigerende maatregel. Echter, omdat de (beleidsmatige) locatiekeuze voor het toestaan van grote kleine windturbines van dermate belang is, wordt in Paragraaf 5.4.1 een algemene toelichting gegeven welke cultuurlandschappen in de provincie Zuid-Holland gevoelig zijn voor (mogelijke) negatieve ecologische effecten.

Vervolgens wordt in Paragraaf 5.4.2 en Paragraaf 5.4.3 ingegaan op mitigerende maatregelen die toe te passen zijn op het moment dat een initiatiefnemer een solitaire grote kleine windturbine wil gaan plaatsen. Dit betreft de locatiekeuze en ruimtelijke inpassing op erfniveau. Bij de plaatsing van elke windturbine wordt in het kader van de Omgevingswet een omgevingsvergunning aangevraagd. Een onderdeel van de omgevingsvergunning is de Flora - & Fauna activiteit. Zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase kunnen mitigerende maatregelen getroffen worden om negatieve effecten te voorkomen of te beperken. Door middel van een (lokale) QuickScan worden de aanwezige soorten en functie van het plangebied vastgesteld en mitigerende maatregelen of soortgericht onderzoek voorgeschreven. Zodra blijkt dat de mitigerende maatregelen niet afdoende zijn om deze effecten te voorkomen, wordt ook de Flora - & Fauna activiteit onderdeel van de omgevingsvergunning die bij elke plaatsing van een windturbine aangevraagd dient te worden. Meer informatie over concrete mitigerende maatregelen op erfniveau zijn opgenomen in Bijlage II Mitigerende maatregelen.

5.4.1 Beleidskeuze regionaal schaalniveau

Negatieve ecologische effecten, zoals aanvaringsslachtoffers voor vogels en vleermuizen, als gevolg van het plaatsen van grote kleine windturbines zijn niet uit te sluiten. Deze soortgroepen zijn daarentegen wel jaarrond beschermd. Het op grote schaal plaatsen van grote kleine windturbines ten behoeve van de energietransitie is zodoende niet in overeenstemming met de beschermde status van deze soortgroepen. Daarom dient een beleidsafweging gemaakt te worden onder welke voorwaarde en op welke locaties het plaatsen van grote kleine windturbines is toegestaan.

Bij grote kleine windturbines is extra voorzichtigheid nodig ten opzichte van kleine windturbines in verband met een hoger risico op negatieve effecten in vogelrijke gebieden en regionale effecten. Een voorbeeld is het zoneren van gebieden waarin grote kleine windturbines wel en niet zijn toegestaan. Op basis van het voorkomen van gevoelige vogelsoorten in grote aantallen zijn het veen(weide)landschap en droogmakerijlandschap het meest gevoelig voor aanvaringsslachtoffers. Het gaat hier dan met name om de gebieden rond de Nieuwkoopse plassen en weidevogelkerngebieden in de Alblasserwaard en Krimpenerwaard. Het rivierdeltalandschap kan ook gevoelig zijn voor slachtoffers, en wel met name de oostpunt van Goeree-Overflakee, waar zich belangrijke rust- en slaapplaatsen bevinden voor ganzen en eenden. Het bollenlandschap lijkt door relatief gebrek aan vogelrijkdom minder gevoelig. Omdat de meeste vleermuissoorten in alle vier de cultuurlandschappen voorkomen zijn er geen significante verschillen in gevoeligheid vast te stellen.

5.4.2 Lokale mitigatie aanlegfase

In Paragraaf 4.2.1 is beschreven dat effecten in de aanlegfase met name tijdelijk van aard en mitigeerbaar zijn. De effecten gedurende de aanlegfase bestaan voornamelijk uit oppervlakteverlies (vooral tijdelijk in de aanlegfase) en tijdelijke verstoring als leefgebied voor ongevleugelde soorten als zoogdieren, amfibieën en flora. Eventuele effecten zoals trillingen, verstoring, barrièrewerking en oppervlakteverlies zijn sterk afhankelijk van locatie en aanwezigheid van soorten en/of functies veelal te voorkomen/mitigeren. Ook verschillen deze effecten niet significant tussen kleine en grote kleine windturbines.

In Bijlage II Mitigerende maatregelen zijn maatregelen opgenomen die de effecten in de aanlegfase kunnen mitigeren. Deze maatregelen zijn bewust streng ingestoken. Mogelijk treden op basis van een goede locatiekeuze niet alle negatieve effecten op óf zijn niet alle soortgroepen aanwezig. Een nuancering in de striktheid of type maatregelen is mogelijk zodra een QuickScan is uitgevoerd voor een specifieke locatie.

Zoals eerder benoemd is de locatiekeuze voor het plaatsen van zowel kleine als grote kleine windturbines van groot belang voor het minimaliseren van negatieve effecten op vogels en vleermuizen, ook in de aanlegfase. Door zorgvuldige locatiekeuze is minder mitigatie noodzakelijk. Voor vogels is het van belang om op macroniveau een locatie te bepalen waar de windturbine niet in vogelrijke gebieden komt te staan en op gepaste afstand van vogelrijke gebieden. Voor vleermuizen is vooral de plaatsing op microniveau op het erf zelf van belang, net zoals het niet plaatsen nabij structuurelementen als heggen, en voor uitvliegopeningen.

5.4.3 Lokale mitigatie gebruiksfase

In de gebruiksfase kan oppervlakteverlies, barrièrewerking en verstoring optreden, maar deze effecten zijn bij kleine en grote kleine windturbines naar verwachting beperkt. Het grootste risico is aanvaring van vogels en vleermuizen tegen grote kleine windturbines. Door zorgvuldige locatiekeuze in de aanlegfase kunnen aanvaringen in de gebruiksfase worden geminimaliseerd. Bij grote kleine windturbines is vooral voor vogels de locatiekeuze op macroniveau kritischer dan bij kleine windturbines.

In Bijlage II Mitigerende maatregelen zijn mitigerende maatregelen op erfniveau voor de gebruiksfase opgenomen. Deze maatregelen zijn bewust streng ingestoken. Mogelijk treden op basis van een goede locatiekeuze niet alle negatieve effecten op óf zijn niet alle soortgroepen aanwezig. Een nuancering in de striktheid of type maatregelen is mogelijk zodra een QuickScan is uitgevoerd voor een specifieke locatie.

5.4.4 Conclusie ecologische voorwaarden

De belangrijkste ecologische voorwaarde voor vogelsoorten voor het toestaan van de referentieturbine(s) is een gepaste locatiekeuze ten opzichte van vogelrijke gebieden. Voor zowel kleine als grote kleine windturbines zijn de risico’s op aanvaringsslachtoffers onder vogels, en ook vleermuizen, groter in gebieden met hoge concentraties van deze soorten. Grote kleine windturbines raken hogere luchtlagen voor vogels, waardoor deze de slaap- en voedseltrek kunnen doorkruisen. Daarom kennen grote kleine windturbines mogelijk meer risico voor vogels en is het plaatsen van deze windturbines buiten vogelrijke gebieden van extra belang.

Voor vleermuizen is vooral locatiekeuze op erf-niveau, niet nabij landschappelijke elementen, van belang. Dit geldt voor zowel kleine als grote kleine windturbines.

Naast locatiekeuze dienen voor zowel vogel- en vleermuissoorten mitigerende maatregelen te worden genomen om overige effecten te minimaliseren (zie Bijlage II Mitigerende maatregelen).

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

In deze paragraaf worden de antwoorden op iedere onderzoeksvraag samengevat.

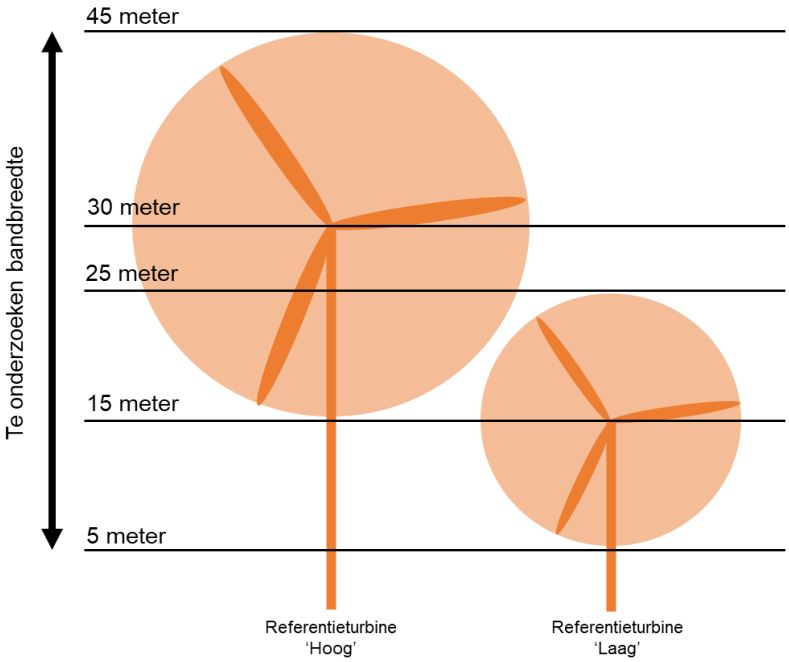
1. Welke referentieturbine(s) dient/dienen gebruikt te worden voor dit onderzoek?

De grote variëteit aan beschikbare grote kleine windturbines in combinatie met het provinciale schaalniveau van dit onderzoek maakte het niet mogelijk om voor ieder type kleine windturbine de ecologische effecten te onderzoeken. Daarom is in dit onderzoek gebruik gemaakt van een bandbreedte van afmetingen, welke is gebaseerd op het overzicht uit “Bijlage I Beschikbare kleine windturbines”. De te onderzoeken bandbreedte is bepaald door de windturbines met twee uiterste afmetingen; de maximale tiphoogte (bij ashoogte 30 meter) en minimale tiplaagte (bij ashoogte 15 meter). Er is gewerkt met het worst-case scenario, op basis van de grootste rotordiameter bij een ashoogte van 15 en 30 meter, om de maximale tiphoogte en minimale tiplaagte vast te stellen. Vervolgens zijn er twee referentieturbines gedefinieerd die antwoord geven op de eerste onderzoeksvraag.

De referentieturbines zijn:

- **Referentieturbine ‘Laag’** (ashoogte van 15 meter): De rotordiameter is 20 meter, de tiphoogte is 25 meter en tiplaagte is 5 meter.
- **Referentieturbine ‘Hoog’** (ashoogte van 30 meter): De rotordiameter is 30 meter, de tiphoogte is 45 meter en de tiplaagte is 15 meter.

In dit onderzoek naar ecologische effecten is de gehele bandbreedte tussen 5 meter tiplaagte en 45 meter tiphoogte onderzocht, zoals weergegeven in Figuur 6-1 en Tabel 6-1. Ecologische effecten door grote kleine windturbines met een ashoogte van 20 of 25 meter vallen binnen deze bandbreedte.



Figuur 6-1. Te onderzoeken bandbreedte op basis van worst-case referentieturbines.

Tabel 6-1. Referentieturbine laag en hoog.

Referentieturbine	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Tiphoogte (m)	Tiplaagte (m)
‘Laag’	15	20	25	5
‘Hoog’	30	30	45	15
Te onderzoeken bandbreedte	15 tot 30 meter	N.v.t.	45	5

2. Wat zijn de ecologische effecten van deze referentieturbine(s)?

Op basis van het uitgevoerde onderzoek lijken de mogelijke negatieve effecten door plaatsing van grote kleine windturbines op relevante soortgroepen beperkt. Uit de bestaande literatuur komt naar voren dat het plaatsen van één grote kleine windturbine beperkte risico's met zich meebrengt voor vogels en vleermuizen vanwege de geringe hoogte en doorkruising van verschillende luchtlagen, de kleine schaal (één windturbine) en benodigde oppervlakte voor plaatsing.

Gedurende de aanlegfase bestaan de effecten voornamelijk uit oppervlakteverlies en tijdelijke verstoring van leefgebied voor ongevleugelde soorten zoals zoogdieren, amfibieën en flora. Gezien het kleine oppervlak dat benodigd is voor het plaatsen van een grote kleine windturbine zijn negatieve effecten veelal volledig te mitigeren of in sommige gevallen zelfs te verwaarlozen. De betrokken ecoloog kan dit bepalen aan de hand van een QuickScan.

Gedurende de gebruiksfase blijven negatieve effecten beperkt tot vogels en vleermuizen, met beperkte effecten op vliegende insecten. In dit onderzoek is de nadruk gelegd op vogels en vleermuizen. Voor deze soortgroepen is een literatuurstudie uitgevoerd naar de negatieve effecten en mogelijke mitigatie van het plaatsen van één grote kleine windturbine op agrarisch perceel. Bij het uitvoeren van de literatuurstudie is vanwege beperkte informatie van grote kleine windturbines waar nodig ook geput uit effectstudies naar grote windturbines (ashoogte > 30 meter). Hierbij is geconcludeerd dat het grootste risico voor vogels en vleermuizen ligt bij aanvaring met de windturbine(s). De snellere rotorsnelheden en slechte zichtbaarheid van kleine windturbines leiden mogelijk tot negatieve effecten met betrekking tot aanvaringen. Passende locatiekeuze in de aanlegfase kan aanvaringsrisico in de gebruiksfase minimaliseren en is daarmee ook de beste mitigerende maatregel.

Kleine windturbines (ashoogte maximaal 15 meter)

Kleine windturbines hebben zowel op vogels als vleermuizen een mogelijk negatief effect. Bij vogels gaat het met name om soorten die op of direct rond het boerenerf voorkomen (lokaal effect). Soortgroepen zoals uilen en zwaluwen zijn extra kwetsbaar en kunnen vaak in directe nabijheid van de windturbines komen. Onder de gevonden slachtoffers vallen relatief hoge aantallen van wilde eend, houtduif en spreeuw op. Ook vleermuizen kunnen gevoelig zijn voor kleine windturbines en bij de veldonderzoeken naar aanvaringsslachtoffers zijn meer exemplaren aangetroffen dan eerder verwacht. De vleermuizen foerageren dan ook veelvuldig direct rond de boerderijen en komen vaak binnen bereik van de rotorbladen (5-20 meter hoogte).

Grote kleine windturbine (ashoogte maximaal 30 meter)

Grote kleine windturbines hebben een hoger rotorbereik en kunnen vogelsoorten benadelen die op grote hoogte overvliegen. Hiermee kunnen soortgroepen effect ondervinden op een meer regionale schaal en dan kan er sprake zijn van risico op aanvaring tijdens voedseltrek of slaaptrekbewegingen. In de provincie Zuid-Holland komen veel vogelsoorten voor die in de open cultuurlandschappen (met name veenweide- en droogmakerijlandschap) in grote getalen kunnen doortrekken en overwinteren en deze zijn dan ook mogelijk kwetsbaar voor aanvaring met deze grote kleine windturbines. Zeker als deze windturbines op een locatie geplaatst worden waar veel vogelbewegingen te verwachten zijn. Dit zijn onder andere de grote moerasgebieden in veenweidelandschappen (broedlocaties van aalscholvers en reigers) of de randen van het zeekleilandschap waar grote aantallen eenden en ganzen kunnen overnachten en dagelijks naar hun voedselgebieden zullen vliegen. Voor vleermuizen zijn geen grote verschillen te verwachten tussen effecten van kleine en grote kleine windturbines. Hoger vliegende soorten als de laatvlieger lopen mogelijk meer risico op aanvaring bij grote kleine windturbines, maar veel vleermuissoorten foerageren ook in lagere luchtlagen. Uit onderzoek lijken kleine windturbines zelfs mogelijk meer vleermuisslachtoffers te eisen dan grote kleine windturbines, maar de beschikbare literatuur is nog zeer beperkt en de bestaande onderzoeken zijn slechts op kleine schaal uitgevoerd. Deze conclusie is daarom nog niet met zekerheid te stellen.

3. Onder welke ecologische voorwaarden kunnen deze referentieturbine(s) worden toegestaan?

De hoofdzakelijke ecologische voorwaarde waaronder de referentieturbine(s) kunnen worden toegestaan is een geschikte locatiekeuze, op zowel lokaal als regionaal niveau. Voor grote kleine windturbines specifiek is locatiekeuze op regionaal niveau van belang, waar wordt gelet op de nabijheid van vogelrijke gebieden. Voor zowel kleine als grote kleine windturbines is locatiekeuze op lokaal of perceelniveau van belang, waarbij wordt gelet op de nabijheid van landschappelijke elementen en structuren als bomen, hagen en waterwegen. Andere mitigerende maatregelen die

toegepast kunnen worden bij het plaatsen van (grote) kleine windturbines zijn opgesomd in Bijlage II Mitigerende maatregelen. De locatiekeuze op regionaal niveau en perceelniveau worden hieronder verder toegelicht.

Locatiekeuze op regionaal niveau

Locatiekeuze op regionaal niveau is in het bijzonder voor grote kleine windturbines en voor vogels essentieel. Omdat grote kleine windturbines hogere luchtlagen raken dan kleine windturbines hebben vogels niet alleen een aanvaringsrisico bij lokale foerageerbewegingen, maar mogelijk ook bij de voedsel- en slaaptrek. Om effecten op regionaal niveau op vogels te minimaliseren is het belangrijk dat voorzichtigheid wordt betracht bij het plaatsen van grote kleine windturbines in of nabij vogelrijke gebieden.

Afhankelijk van de locatiekeuze kan in het voortraject ook bepaald worden of eventuele vervolgstappen aan de orde zijn ten opzichte van de ligging binnen of nabij Natuurnetwerk Nederland (NNN), groene ontwikkelingszones of eventuele Natura-2000 gebieden.

Locatiekeuze op perceel niveau

Na het definiëren van (on)geschikte regio’s voor de plaatsing van grote kleine windturbines, is de keuze op perceelniveau van belang. Op perceelniveau is het vooral voor vleermuizen, bij zowel kleine als grote kleine windturbines, cruciaal dat windturbines niet te dichtbij landschappelijke structuren staan. Bij plaatsing in of nabij landschappelijke elementen en structuren zoals bomen, hagen, waterwegen is de kans op mogelijk negatieve effecten en overtredingen namelijk het grootst, omdat verschillende vleermuissoorten aan deze structuren zijn gebonden. Het ontwijken van de genoemde landschappelijke elementen is dan ook een belangrijke maatregelen om negatieve effecten te voorkomen. Voor vogels is echter sprake van grotere kans op negatieve effecten bij plaatsing van kleine of grote kleine windturbines in open landschap. Dit komt door de barrièrewerking van het plaatsen van een element in open gebied. Door tijdig een ecoloog in te schakelen kunnen mogelijke effecten en geschikte locaties in een vroeg stadium al in beeld gebracht worden en de afweging om te plaatsen in open gebied of nabij landschappelijke elementen worden geïnventariseerd. Daarmee kan ook vooraf helderheid geschept worden omtrent een eventuele ontheffingsaanvraag. Indien effecten (volledig) voorkomen of gemitigeerd kunnen worden biedt dat mogelijkheden om een kleine windturbine te kunnen plaatsen zonder een ontheffingsaanvraag.

Beleidsadvies

Uit de voorgaande conclusies blijkt dat er voorzichtigheid betracht moet worden ten aanzien van het onbeperkt toestaan van grote kleine windturbines in de meest vogelrijke gebieden in het cultuurlandschap. De aanbeveling is dan ook om de mogelijkheid van een zonering te onderzoeken met onderscheid in gebieden waar het wel/niet gewenst is om grote kleine windturbines te plaatsen.

In paragraaf 6.2 is een overzicht van leemten in kennis gegeven. Door invulling te geven aan deze leemten in kennis kan gerichter beleid worden geformuleerd. Waarmee negatieve effecten van grote kleine windturbines zoveel mogelijk kunnen worden geminimaliseerd en gemitigeerd.

6.2 Leemten in kennis en vervolgonderzoek

De beschikbare kennis over de effecten van grote kleine windturbines op vogels en vleermuizen is beperkt. In Nederland is nog maar één onderzoek uitgevoerd waar gericht is gekeken naar aanvaringsslachtoffers van kleine windturbines in de provincie Groningen (Jonge Poerink & Van Houten - Munten, 2020). Op dit moment loopt in Groningen een vervolgonderzoek waarin het aantal aanvaringsslachtoffers verder gemonitord wordt. De eerste resultaten bevestigen de bevindingen van dit rapport. Mogelijk kunnen op basis van vervolgonderzoek robuustere conclusies worden getrokken over het aanvaringsrisico voor vogels en vleermuizen met kleine windturbines. Zo kan het aantal onderzoeksjaren en aantal onderzoekslocaties worden uitgebreid. Ook raden de onderzoekers in Groningen aan om extra onderzoek te doen naar de positionering van windmolens ten opzichte van houtopstand (Jonge Poerink, 2023). Over specifiek de effecten van grote kleine windturbines én de verschillen tussen effecten op basis van variërende ashoogtes is nog minder informatie beschikbaar. Om robuustere conclusies te kunnen stellen is aanvullend onderzoek, inclusief veldobservaties, noodzakelijk. Zo kan er bijvoorbeeld worden gedacht aan meer onderzoek naar slachtoffers, eventueel met GPS-zenders.

In Tabel 6-2 is een overzicht van kennisleemten en mogelijke vervolgonderzoeken weergegeven. De adviezen voor vervolgonderzoek zijn aangeraden om robuustere conclusies te trekken over de ecologische effecten van grote kleine windturbines in de provincie Zuid-Holland. Per onderzoeksadvies is aangegeven of deze ook noodzakelijk is voor het formuleren van beleidsadviezen, zoals het bepalen van zonering van regio's. Deze zonering kan opgesteld worden op basis van de risico's die (grote) kleine windturbines met zich meebrengen in een specifiek gebied. Ondanks een eventuele zonering op regionaal niveau, dient bij ieder initiatief voor het plaatsen van een kleine en grote kleine windturbine in het kader van de Wet natuurbescherming een QuickScan opgesteld te worden, om significante negatieve effecten uit te sluiten op beschermde soorten en/of gebieden. Uit de QuickScan en eventuele vervolgonderzoeken moet blijken of ontheffingsaanvragen noodzakelijk zijn.

Tabel 6-2. Overzicht kennisleemten en vervolgonderzoek.

Kennisleemte	Beschrijving	Advies voor vervolgonderzoek	Onderzoek noodzakelijk voor beleidsadvies (zonering)?
Effect van variërende ashoogtes	Studies naar kleine windturbines zijn beperkt aanwezig en studies naar de ecologische effecten van grote kleine windturbines ontbreken vrijwel volledig.	Onderzoek naar ecologische effecten van specifiek grote kleine windturbines met een ashoogte van 30 m, inclusief veldonderzoek naar aanvaringsslachtoffers.	Nee
Vlieghoogtes bij lokale bewegingen	Een andere kennisleemte betreft de verschillende vlieghoogtes. De informatie rondom vlieghoogtes per soort(groep) is zeer beperkt als het gaat om lokale bewegingen en kleine afstanden. Deze informatie is niet vlakdekkend en de bestaande onderzoeken zijn vooral gericht op casestudies voor bepaalde plaatselijke ontwikkelingen. De genoemde vlieghoogtes zijn daarom slechts een indicatie op basis van de beschikbare literatuur, maar sluiten niet uit dat soorten ook op andere hoogtes kunnen voorkomen.	(Veld)onderzoek naar vlieghoogtes van vogels tijdens lokale bewegingen, met name rondom vogelrijke gebieden. Met dit onderzoek zou duidelijker worden of soorten rondom vogelrijke gebieden inderdaad sneller worden getroffen door grote kleine windturbines.	Nee
Cumulatie van grote kleine windturbines	De studies naar de effecten van meerdere kleine windturbines nabij elkaar of de cumulatie van een grote hoeveelheid kleine windturbines zijn nog zeer beperkt (Minderman, Gillis, Daly, & Park, 2017). Cumulatie valt niet binnen de reikwijdte van dit onderzoek, maar kan mogelijk grotere effecten veroorzaken in het geval dat de hoeveelheden kleine en/of grote kleine windturbines in aantal groeien. Op dit moment is ook geen duidelijke inventarisatie beschikbaar van de huidige hoeveelheid kleine windturbines in Zuid-Holland.	Om cumulatie effecten in beeld te brengen dient nader onderzoek plaats te vinden naar de huidige stand van zaken van kleine windturbines en hoeveel het aantal windturbines zou toenemen.	Ja
Verspreiding vleermuissoorten	Data over het voorkomen van vleermuizen en hun spreiding over de vier cultuurlandschappen is beperkt. Op waarnemingsbasis	Inventarisatie van vleermuissoorten en hun verspreiding door bijvoorbeeld provinciale tellingen. Omdat	Nee

Kennisleemte	Beschrijving	Advies voor vervolgonderzoek	Onderzoek noodzakelijk voor beleidsadvies (zonering)?
	bestaan er verspreidingskaarten van verschillende vleermuissoorten in Zuid-Holland, maar deze informatie is afhankelijk van waar mensen zich bevinden die vleermuizen waarnemen. Over de dichtheid van vleermuizen in verschillende landschapstypes is geen vlakdekkende informatie beschikbaar.	voor vleermuizen minder verschil in risico's wordt verwacht en veel vleermuissoorten over de hele provincie voorkomen is dit minder cruciaal om in kaart te brengen dan de verspreiding van vogels. Wel zou het in kaart brengen van vleermuisrijke gebieden helpen met het minimaliseren van effecten.	
Voorkomen soorten op en rond erven	Over het voorkomen van bijzondere soorten (vogels en vleermuizen) op en rond de erven waar de turbines worden geplaatst is nog weinig bekend. Naast beschermde gebieden als weidevogelgebieden is het van belang dat andere vogelrijke gebieden in kaart worden gebracht.	Er kunnen ruimtelijke analyses worden uitgevoerd die inzicht geven in het voorkomen van bijzondere) soorten op de erven en de directe omgeving. Zo kan er verdiepend onderzoek worden gedaan naar bijvoorbeeld het voorkomen van ganzengebieden op en rond de boerenerven. En naar het voorkomen van de belangrijkste slaapplaatsen en slaaptrek-bewegingen. Om zonering te kunnen toepassen bij het bepalen van de minst risicovolle locaties voor grote kleine windturbines, is het noodzakelijk om de vogelrijke gebieden in Zuid-Holland beter in kaart te brengen.	Ja

7 Literatuurlijst

Arcadis. (2022). *Onderzoek Ecologische Effecten van kleine windturbines.*

Ba Alawi, M. (2018). *The integration of wind turbines for generating sustainable energy in skyscrapers.* Vrije Universiteit Brussel.

Brus, R. (2022, https://www.nporadio1.nl/fragmenten/dijkstra-en-evenblij-ter-plekke/f49eaa3e-c8e8-4d09-872a-a42379b95631/2022-09-11-de-purperreiger-bedreigd-door-een-windturbine). *De Purperreiger bedreigd door een windturbine*. Retrieved from NPO Radio 1.

De Grijs, E. (2018). *Windturbines en natuur.* Natuur en Milieufederatie Zuid-Holland.

Dirksen, S., Spaans, A., & Van der Winden, J. (1996). *Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers in het voorjaar over de noordelijke havendam van IJmuiden.*

Drewitt, A. L., & Langston, R. H. (n.d.). Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1134(1)*, 233-266.

Haarsma, A. (2016). Omgaan met effecten van windturbines op vleermuizen. *De Levende Natuur*.

Hartmann, S. A., Hochradel, K., Greule, S., Günther, F., Luedtke, B., Schauer-Weisshahn, H., & Brinkmann, R. (2021). *Collision risk of bats with small wind turbines: Worst-case scenarios near roosts, commuting and hunting structures.*

Jonge Poerink, B. (2023). *Tussenpresentatie slachtofferonderzoek vogels en vleermuizen kleine windmolens provincie Groningen.*

Jonge Poerink, B., & Van Houten - Munten, S. (2020). *Eindrapportage Pilot project effecten kleine windturbines op vogels en vleermuizen.* Ecosensys. Provincie Groningen.

Jonge Poerink, B., van Houten-Munten, S., Dekker, J., & van der Ende, M. (2023). *Monitoring aanvaringsslachtoffers vogels en vleermuizen kleine windmolens onderzoeksjaar 2022.*

Marques, A. T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J., Fonseca, C., . . . Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *179*, 40-52.

Minderman, J., Fuentes-Montemayor, E., Pearce-Higgins, J. W., & Pendlebury, C. J. (2014). Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodiversity and Conservation, 24*(3). doi:10.1007/s10531-014-0826-z

Minderman, J., Gillis, M., Daly, H., & Park, K. (2017). Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation*. doi:https://doi.org/10.1111/acv.12331

Minderman, J., Pendlebury, C., Pearce-Higgings, J., & Park, K. (2012). Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. *PLoS ONE, 7*(7). doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041177

Nederlands Dagblad. (2009). *RvS verbiedt windmolens in Weerribben*. Retrieved from Nederlands Dagblad: https://www.nd.nl/nieuws/nederland/735349/rvs-verbiedt-windmolens-in-weerribben

Roemer, C., Disca, T., Coulon, A., & Bas, Y. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*(215), 116-122.

Rozema, v. B. (2019). *Evaluatie beleid kleine windturbines Provincie Groningen.*

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., G. M., Rodrigues, L., & Hedenström, A. (2010). Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration. *European Journal of Wildlife Research, 56*(6), 823-827.

Sierdsema, H., Foppen, R., van Els, P., Kampichler, C., & Stahl, J. (2021). *Achtergronddocument windenergie.* Nijmegen: Sovon Vogelonderzoek Nederland.

Smits, R., & Dirksen, S. (2008). *Vogels en Windpark Haatlanden/Zuiderzeehaven, Kampen. Veldwaarnemingen 2007/2008 en risicobeoordeling.* Culemborg: Bureau Waardenburg.

Stahl, J., & Epe, M. (2021). *Gevoeligheid van vogels en vleermuizen voor windturbines in de provincie Utrecht.* Provincie Utrecht.

STOWA. (2020). *Kansen voor kleine windturbines bij waterschappen.* Amersfoort.

Thaxter, C., Ross-Smith, V., & Cook, S. (2016). *How high do birds fly? A review of current datasets and an appraisal of current methodologies for collecting flight height data: literature review.* BTO Research Report No. 666.

Thelander, C. G., Smallwood, K. S., & Rugge, L. (2003). Bird Risk Behaviors and Fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area: Period of Performance, March 1998-December 2000. *National Renewable Energy Lab, No. NREL/SR-500-33829*.

Timmer, E. (2020). *Unieke purperreigers bedreigd door windmolens*. Retrieved from De Telegraaf: https://www.telegraaf.nl/nieuws/1127502244/unieke-purperreiger-bedreigd-door-windmolens

Trieb, F. (2018). *Interference of Flying Insects and Wind Parks. Study Report. Deutsches Zentrum für Luft-und .*

Tuitert Natuuronderzoek & Natuurbank Overijssel. (2022). *Effectbeoordeling plaatsing kleine windturbine Burghornerweg 8a te Schagen.*

Van der Winden, J., Hartman, J., Kruk, M., Gerritsen-Davidse, D., & Van Schie, M. (2013). *De purperreiger als logé; slaapplaatsen en foerageergebieden in Zuid-Holland.*

Van Lierop, S., & Heunks, C. (2018). *Vliegbewegingen van vogels rond Lelystad Airport in relatie tot vliegveiligheid en Natura 2000; nulmeting 2017-2018.* Culemborg: Bureau Waardenburg.

Warwickshire Bat Group. (n.d.). *Natterer's*. Retrieved from Warwickshire Bat Group: https://warksbats.co.uk/aboutbats/species/natterers.aspx#:~:text=Natterer%27s%20bats%20have%20a%20slow%20to%20medium%20flight,my%20reach%2015%20m%20among%20the%20tree%20canopy.

Wind Energy Solutions. (2023, 08 04). *Hoeveel bladen zijn het beste voor de productie van windenergie?* Retrieved from https://windenergysolutions.nl/blog-nl/hoeveel-bladen-zijn-het-beste-voor-de-productie-van-windenergie/?lang=nl

Wing. (2023). *Naar grotere kleine windturbines?*

Winkelman, J., Kistenkas, F., & Epe, M. (2008). *Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land.* Wageningen: Alterra.

Zoogdiervereniging. (n.d.). *Bosvleermuis*. Retrieved from Zoogdiervereniging: https://www.zoogdiervereniging.nl/zoogdiersoorten/bosvleermuis

Colofon

ECOLOGISCHE EFFECTEN KLEINE WINDTURBINES - PROVINCIE ZUID-HOLLAND

KLANT
Provincie Zuid-Holland

PROJECTNUMMER
30190971

DATUM
13 december 2023

STATUS
Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Bijlage I Beschikbare kleine windturbines

In Tabel 0-1 is een overzicht gegeven van het aanbod van kleine windturbines per leverancier. Daarbij is per windturbine het aantal bladen, het opwekvermogen, de rotordiameter en de verschillende ashoogtes weergegeven. Dit overzicht dient om een impressie te geven van het beschikbare aanbod van kleine windturbines om referentieturbines te bepalen en is niet bedoeld als compleet overzicht van het gehele aanbod van kleine windturbines.

Tabel 0-1. Impressie van beschikbare kleine windturbines.*

Type	Aantal bladen	Vermogen (kW)	Rotordiameter (m)	Mogelijke ashoogte (m)			
Solid wind power							
SWP-19.8 kW	3	19,8	14	18			
SWP-19.4 kW	3	19,4	15,95	17	24	30	
SWP-20 kW	3	20	15,95	17	24	30	
SWP-25 kW	3	25	14	15	17	18	
SWP-25 kW	3	25	16	15	17	18	
Next Generation Energy							
XZERES 10	3	10,4	7,2				
XZERES 50	3	51	16,5	18	24	30	
Wind Energy Solutions							
WES 18/80	2	80	17,9	18	24	30	39
WES 18/100	2	100	17,9	18	24	30	
WES 30/250	2	250	30	30	39	48	
WES 50	2	72	20	15	28	24	30
Ecocyle							
EOX S-16	3	20	15,8	16,8	23,8		
EOX S-16	3	30	15,8	16,8	23,8		
EOX M-21	3	100	21	32			
EOX M-26	3	90	26	32	38		
Wind Technik Nord							
WTN 250	3	250	30	30	40		
WTN 250	3	250	29			50	
Ryse Energy							
E-20 HAWT	3	18	9,8	15	18	27	36
E-60 HAWT	3	60	15,8	18	27	36	
G-11 HAWT	2	11	13	18	27	36	
N-55 VAWT	Verticale as	55	14	25	30		
EAZ Wind							
EAZ 13.2	3	15	13,2	Variabel			
Bestwatt							
BW10	3	10	10,5	15	20	25	
BW45	3	45	15,9	15	20	25	30
BW80	3	80	15,9	15	20	25	30

Bijlage II Mitigerende maatregelen

In onderstaande paragrafen zijn de mogelijke mitigerende maatregelen ten behoeve van soortbescherming bij plaatsing en gebruik van kleine en grote kleine windturbines opgesomd. De meeste maatregelen zijn zowel bij kleine als grote kleine windturbines van toepassing. Indien een mitigerende maatregel met name van belang is voor een grote kleine windturbine, is dit in de tekst toegelicht.

Aanlegfase

Algemene maatregelen (zorgplicht) geldt voor alle soorten en alle type werkzaamheden
De Omgevingswet kent een algemene zorgplicht (art. 11.28, Besluit activiteiten leefomgeving). Dit betekent dat zorgvuldig met aanwezige beschermde en niet-beschermde soorten planten en dieren moet worden omgegaan. Hiervoor moeten de volgende maatregelen worden genomen:

- Maai en/of snoei voorafgaand aan de werkzaamheden (buiten het broedseizoen, circa van maart tot en met augustus) de nog aanwezige vegetatie in het werkgebied kort en houd deze kort totdat de werkzaamheden zijn afgerond. Hierdoor wordt het voor soorten minder aantrekkelijk om te verblijven in deze zone tijdens de werkzaamheden.
- Voer de werkzaamheden rustig uit en van watergangen af zodat dieren niet ingesloten raken of het water in vluchten. Op deze manier zijn dieren in de gelegenheid om veilig uit te wijken naar andere leefgebieden.
- Bij werkzaamheden aan watergangen: Voer de werkzaamheden in het natte profiel niet uit bij kritische temperaturen, dus niet als ijs op het water ligt en ook niet bij zeer warme dagen waarbij de watertemperatuur boven de 25°C ligt. Werk verder bij het dempen of aanpassen van watergangen naar een open einde toe zodat eventueel aanwezige dieren de werkzaamheden kunnen ontvluchten.
- Laat terreindelen die gehandhaafd blijven zoveel mogelijk met rust.
- Structuren die gebruikt kunnen worden als verblijfplaats door dieren, waaronder takkenhopen, puin en bladeren, boomstammen en stronken, worden zoveel mogelijk gespaard. Wanneer het sparen van dergelijke structuren niet mogelijk is, worden deze vooraf gecontroleerd op aanwezigheid van dieren. Wanneer dieren (egels, padden, kikkers e.d.) worden aangetroffen worden deze direct en zorgvuldig verplaatst naar een vergelijkbare structuur buiten het werkgebied, maar binnen het leefgebied van deze soorten.
- Onnodige verstoring door betreding, licht en geluid van terreinen, waar planten en dieren (kunnen) verblijven wordt vermeden. Verstoring kan in veel gevallen worden voorkomen door kwetsbare gebieden af te zetten of te markeren in het veld en vervolgens te ontzien van betreding. Als met verlichting wordt gewerkt kan gekozen worden voor armaturen die weinig strooilicht veroorzaken. Door werkzaamheden zo efficiënt mogelijk uit te voeren kan de duur van geluidsverstoring beperkt worden.

Flora en insecten

- Gebruik bestaande toegangswegen tot de percelen.
- Indien andere toegangswegen gemaakt moeten worden dient deze in overleg met een ecoloog bepaalt te worden om zo aantasten, ontwortelen en vernietigen van groeiplaatsen te voorkomen.
- Plaats windturbines niet op plekken met (potentiële) groeiplaatsen van beschermde plantensoorten.
- Plaats windturbines niet op plekken met waardplanten of andere mogelijk essentiële ontwikkelingsplaatsen van beschermde insectensoorten.
- Compenseer voor eventuele oppervlakteverlies voordat de werkzaamheden van start gaan.

Broedvogels (zonder jaarrond beschermd nest)
Alle algemene broedvogels zijn gedurende het broedseizoen beschermd. Voor deze soortgroep wordt geen Omgevingsvergunning afgegeven. Hiervoor dient naast de zorgplicht, afhankelijk van aanwezigheid/geschiktheid mitigerende maatregelen getroffen worden. De betrokken ecoloog kan deze inschatting maken.

- Voer werkzaamheden in/nabij broedgebied buiten het broedseizoen uit. Het broedseizoen loopt indicatief van maart tot en met augustus, maar kan afhankelijk van het weer en andere factoren verschuiven.
- Indien het niet mogelijk is om buiten het broedseizoen te werken, dienen geschikte broedlocaties die verloren gaan door de werkzaamheden voorafgaand aan het broedseizoen ongeschikt te worden gemaakt en gehouden. De exacte methode dient in afstemming met de betrokken ecoloog bepaald te worden.
- Indien werkzaamheden starten binnen het broedseizoen, dient door een deskundig ecoloog onderzocht te worden of broedende vogels ter plaatse aanwezig zijn. Met name voor weidevogels is van belang dat de nesten gemarkeerd worden als deze in of nabij de invloedsfeer aanwezig zijn. Bij aanwezigheid van broedgevallen kan niet gestart worden met de werkzaamheden.

- Plaats windturbines niet in of nabij waterrijke gebieden, foerageer-, rust- en broedgebieden. Hoewel dit voor zowel kleine als grote kleine windturbines van belang is, is deze maatregelen in het bijzonder cruciaal voor grote kleine windturbines omdat deze meer luchtlagen kruisen voor vogels, zoals de voedsel- en slaapbewegingen van en naar foerageer- en rustgebieden.
- Plaats windturbines niet binnen belangrijke landschappelijke elementen zoals struiken, hagen, waterwegen. Het onderzoek in Groningen raadt ook af om windmolens te plaatsen binnen het bouwblok van boerderijen (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).
- Plaats windturbines binnen één locatie op beperkte schaal: lage aantallen en lage dichtheid.

Broedvogels met jaarrond beschermd nest

- Voer werkzaamheden in/nabij broedgebied buiten het broedseizoen uit. Het broedseizoen loopt indicatief van maart tot en met augustus, maar kan afhankelijk van het weer en andere factoren verschuiven.
- Plaats windturbines niet op plaatsen waarvoor bomen gekapt of schuren gesloopt dienen te worden.
- Hanteer verstoringsafstanden van 50-150 m rondom bestaande nesten, afhankelijk van aanwezige soort en periode varieert de afstand (afstemming met ecoloog).
- Plaats windturbines niet binnen belangrijke landschappelijke elementen.
- Plaats windturbines binnen één locatie op beperkte schaal: lage aantallen en lage dichtheid.

Vleermuizen

- Om negatieve effecten te voorkomen moet gewerkt worden tussen zonsopkomst en zonsondergang in de nabijheid (< 50 meter) van bomenrijen, waterwegen en bebouwing.
- Mogelijke verlichting en bouwlampen dienen naar beneden te worden gericht en van vliegroutes en mogelijke verblijfplaatsen (woningen, schuren en bomen) af.
- Plaats windturbines niet in of nabij water- en bosrijke gebieden, foerageergebieden en bestaande vliegroutes van laagvliegende vleermuissoorten en verblijfplaatsen.
- Plaats windturbines niet binnen belangrijke (lijnvormige) landschappelijke elementen als houtsingels en houtopstand. Het onderzoek in Groningen raadt een afstand van >20m aan (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).
- Plaats windturbines binnen één locatie op beperkte schaal: lage aantallen en lage dichtheid.

Amfibieën en vissen

- Plaats windturbines niet in of nabij stilstaande of langzaam stromende oppervlaktewateren.

Gebruiksfase

Voorkomen geschikt houden als foerageergebied

- Houdt de vegetatie onder de windturbine zo kort mogelijk of maak gebruikt van betonplaten onder de turbine. Dit dient te worden gedaan om leefgebied voor prooidieren (voornamelijk insecten) voor insect etende vogels of vleermuizen te voorkomen. De aanwezigheid van prooidieren heeft als mogelijk gevolg dat vogels en vleermuizen gelokt worden, waardoor meer aanvaringsslachtoffers ontstaan. Dit kan ook extra vestiging van muizen voorkomen, waardoor roofvogels en uilen minder worden aangetrokken om nabij de windturbine te foerageren (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).

Vogels met én zonder jaarrond beschermd nest

Mogelijke maatregelen bij plaatsing van een kleine windturbine op een risicovolle locatie:

- Voer geen licht op turbines, dit is ongewenst voor met name zangvogels. Die lijken hierin gevangen te raken.
- Mogelijk kan het zwart kleuren van één van de wieken de zichtbaarheid van de windturbines voor vogels kunnen vergroten. Echter is hier nog onvoldoende onderzoek naar gedaan voor kleine windturbines. Ook zouden op de staart van de molen birdspikes kunnen worden geplaatst om te voorkomen dat roofvogels of uilen hierop landen (Jonge Poerink, van Houten-Munten, Dekker, & van der Ende, 2023).
- Worst case: schakel turbines ’s nachts, in de avond- en ochtendschemering en bij slechte weersomstandigheden (dichte mist, storm etc.) uit.

Vleermuizen

Mogelijke maatregelen bij plaatsing van een kleine windturbine op een risicovolle locatie:

- Worst case: uitschakelen van windturbines in nachten waarbij de windsnelheid onder de 4-6 m/s ligt.

Vliegende insecten

Mogelijke maatregelen bij plaatsing van een kleine windturbine op een risicovolle locatie:

- Worst case: Voorkomen van aanvaringen is niet altijd reëel, compensatie of uitbreiden van leefgebied ondervangt mogelijk verlies door aanvaringen.