



Gevoeligheid van vogels en vleermuizen voor windturbines in de provincie Utrecht

Achtergronddocument bij de ruimtelijke
modellering van verspreiding en vliegbewegingen

Julia Stahl &
Martin Epe

Sovon-rapport 2021/18
Zoogdiervereniging 2021.03



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Gevoeligheid van vogels en vleermuizen voor windturbines in de provincie Utrecht

Achtergronddocument bij de ruimtelijke modellering van verspreiding en vliegbewegingen

Julia Stahl (Sovon) & Martin Epe (Zoogdierverseniging)

Met medewerking van:

Ruud Foppen, Henk Sierdsema, Paul van Els & Christian Kampichler (Sovon)

Herman Limpens, Marjolein van Adrichem, Martijn van Oene (Zoogdierverseniging)

Roland van der Vliet & Lieuwe Anema (Bureau Waardenburg)

Dit rapport is samengesteld in opdracht van



provincie :: Utrecht



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2021

Dit rapport is samengesteld in opdracht van provincie Utrecht

Wijze van citeren: Stahl J. & Epe M. (eds) 2021. Gevoeligheid van vogels en vleermuizen voor windturbines in de provincie Utrecht. Achtergronddocument bij de ruimtelijke modellering van verspreiding en vliegbewegingen. Sovon-rapport 2021/18. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen, Rapport Zoogdiervereniging 2021.03, Zoogdiervereniging, Nijmegen.

Illustratie omslag: Mathias Putze (windturbine & Toendrarietganzen), Luuk Godefrooij (Gewone Dwergvleermuizen) & Harvey van Diek (Grote Zilverreigers)

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon.

Inhoud

Dankwoord	2
Samenvatting	3
1. Een woord vooraf	6
Deel A. Vogels	7
2. Bepaling van de soortenmatrix vogels	7
2.1. In beeld brengen van de soorten	7
2.1.1. Typering voorkomen in Nederland	7
2.1.2. Gevoeligheid soort	7
2.1.3. Aandachtsoorten: mate van bedreiging	9
2.2. Criteria en systematiek voor het bepalen van de risico's	10
2.2.1. Aanvaringsrisico	10
2.2.2. Verstoring / mijding	10
2.2.3. Combinatie en cumulatie	10
2.2.4. Aandachtsoorten: mate van bedreiging	10
2.3. Criteria en systematiek voor het bepalen van de kwetsbaarheid	10
3. Modellerings dagelijkse vliegbewegingen vogels	13
3.1. Broed- en wintervogels – verspreiding in beeld	13
3.2. Modellerings van vliegbewegingen tussen foerageergebied en slaappleaats	15
3.3. Voorbeelduitwerking voor Grote Zilverreiger	16
3.4. Aanvullende afwegingen schaarse soorten	16
4. Vogeltrek	19
5. Kaartbeelden vliegbewegingen vogels	23
5.1. Hoe moet ik de kaarten lezen? De rol van de kaartschalen.	24
6. Disclaimer voor het gebruik van de vogelkaart-beelden	26
Deel B. Vleermuizen	27
7. De impact van windturbines op vleermuizen	27
7.1. Mortaliteit	27
7.2. Aantrekkingskracht	27
7.3. Verlies van leefgebied en verminderde kwaliteit leefgebied	27
7.4. Verminderde kwaliteit als gevolg van verstoring	27
8. Gevoelige vleermuissoorten	28
9. Ecologie van de vleermuizen	29
9.1. De jaarcyclus van vleermuizen	29
9.2. Voorkomen en ecologie van de Rosse Vleermuis	30
9.3. Voorkomen en ecologie van de Bosvleermuis	30
9.4. Voorkomen en ecologie van de Gewone Dwergvleermuis	30
9.5. Voorkomen en ecologie van de Ruige Dwergvleermuis	31
9.6. Voorkomen en ecologie van de Kleine Dwergvleermuis	31
9.7. Voorkomen en ecologie van de Tweekleurige Vleermuis	31
9.8. Voorkomen en ecologie van de Laatvlieger	31

10. Gevoelige periodes vleermuizen	33
10.1. Migratieperiode	33
10.2. Zomer- en kraamperiode	33
10.3. Risico-inschatting	33
11. Parametrisatie vleermuizenkaartbeelden	35
11.1. Vliegbeweging 'Migratie lange afstand'	37
11.2. Vliegbeweging 'Migratie korte afstand'	37
11.3. Vliegbeweging 'Transit kraamtijd'	37
11.4. Foerageren kraamtijd	38
12. Kaartbeelden vliegroutes vleermuizen	39
13. Kennislacunes vliegroutes vleermuizen	46
Literatuur	48
Bijlagen	51
Bijlage 1. Overzicht wegingsfactoren voor vogelsoorten uit de soortenmatrix	51
Bijlage 2. Validatie kaartbeelden vogels met behulp van radargegevens	53

Dankwoord

Namens de opdrachtgever hebben Tessa Bijvoet als projectleider, Ron Beenen, Jeroen Blom, Marjolein Braam en Pascal Wink het project begeleid en kritisch meegedacht. Gerard Troost (Sovon) maakte data vanuit Trektellen.nl beschikbaar voor het opstellen van de kaartbeelden voor trekbewegingen.

John van Betteray (Sovon) heeft het rapport opge maakt. Onze dank gaat ook uit naar de duizenden vrijwilligers die met hun bijdrage aan de Sovon vogelmonitoring meetnetten, de vleermuizen monitoring van de Zoogdiervereniging, de Vogelatlas en aan trektellen deze analyses mogelijk maken.

Samenvatting

Inleiding

De provincie Utrecht heeft de opdracht verleend aan een onderzoeksconsortium – bestaande uit Sovon Vogelonderzoek Nederland, de Zoogdiervereiniging en Bureau Waardenburg – om de belangrijkste verspreidingsgebieden (alleen vogels) en vliegroutes van vogels en vleermuizen in de provincie in beeld te brengen. Deze informatie kan vervolgens gebruikt worden bij het verder uitwerken van zoekgebieden voor windenergie in de provincie Utrecht, waaronder de Regionale Energiestrategieën. Hierbij wordt opgemerkt dat dit onderzoek geen vervanging is voor eventueel ecologisch onderzoek in het kader van de vergunningverlening.

Het achtergrondrapport bij dit onderzoek licht de toegepaste methodiek toe. Aanvullend worden kennisleemtes (zowel ruimtelijk als ook soortspecifiek) inzichtelijk gemaakt. Het onderzoek bestaat verder uit kaartbeelden die inzichtelijk maken waar, voor gevoelige vogelsoorten, de belangrijkste verspreidingsgebieden en waar zich belangrijke vliegroutes van vogels en vleermuizen in de provincie Utrecht bevinden.

Kaarten vogels

Om voor vogels tot beelden te komen van de belangrijkste verspreidingsgebieden en vliegbewegingen in de provincie Utrecht, zijn de volgende stappen doorlopen:

- Opstellen soortenmatrix ter bepaling van relevante vogelsoorten
- Modelleren van belangrijke verspreidingsgebieden voor deze soorten
- Modelleren van dagelijkse vliegbewegingen voor een set aan relevante soorten
- Modelleren van vogeltrek (seizoensgebonden vliegbewegingen)
- Vervaardigen van cumulatieve kaartbeelden voor broedvogels en niet-broedvogels

In Nederland komen verspreid over het jaar meer dan 400 vogelsoorten voor. Lang niet alle soorten lopen een even groot risico op negatieve effecten door windturbines vanwege sterfte, habitatverlies en/of verstoring. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn de tijd van het jaar (broedvogel, niet-broedvogel, trekvogel), maar bijvoorbeeld ook lichaamsgewicht en vlieghoogte.

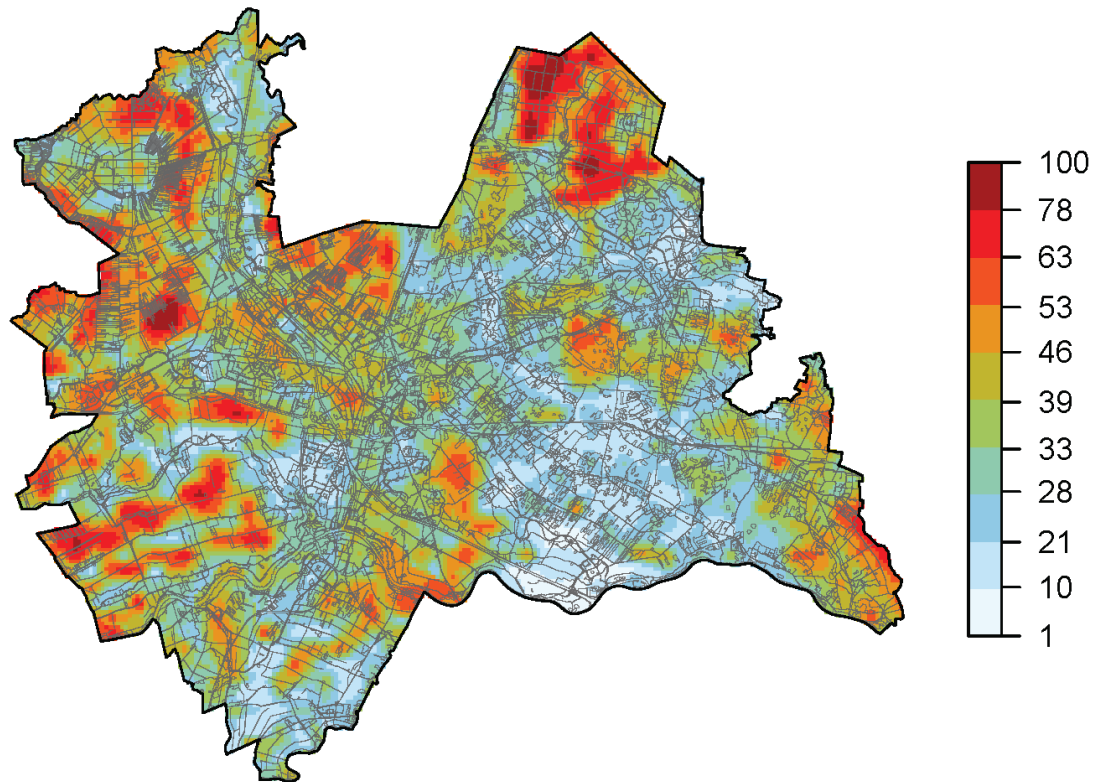
Er is daarom een soortenmatrix opgesteld waarin naast de gevoeligheid van een soort voor aanvaringen, habitatverlies en verstoring (de risico's) ook de mate van bedreiging wordt meegenomen. Daarbij gaat het om de Rode Lijst-status en de status in het kader van de Vogelrichtlijn maar ook om provinciale doelen voor Utrecht op basis van de 'Natuurvisie Provincie

Utrecht' (Provincie Utrecht 2018). Samen wordt daarmee de kwetsbaarheid van een soort bepaald.

Als eerste stap in de modellering is het belangrijk om op soortniveau te beschikken over goede en actuele monitoringsinformatie van het voorkomen van broedvogels en niet-broedvogels. Actuele data voor vrijwel alle soorten broedvogels is beschikbaar vanuit het Meetnet Broedvogels. Gegevens over overwinterende vogels, watervogel-concentraties en ligging van slaapplekken worden verzameld in het Meetnet Watervogels en het meetnet voor slaapplekken van vogels in Natura 2000-gebieden. Deze meetnetten worden in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) uitgevoerd door Sovon in samenwerking met het CBS, de provincies en Rijkswaterstaat. Informatie over de verspreiding is voor de meeste soorten niet vlakdekkend aanwezig op regionaal, provinciaal of landelijk niveau. Met behulp van ruimtelijke modellen kunnen kaarten worden opgesteld met een voorspelling van de kans op voorkomen en/of de dichtheid waarin deze soorten voorkomen.

In een tweede stap worden aanvullend op de ruimtelijke informatie over het voorkomen van de relevante vogelsoorten voor een aantal soorten vliegbewegingen gemodelleerd. Het betreft soorten waarvoor vliegbewegingen zich niet beperken tot het strikte leefgebied zoals een broedterritorium. Voor het ontwikkelen van een kaartbeeld van vliegbewegingen van deze soorten is het onder meer van belang waar vogels dagelijkse bewegingen vertonen. Vaak is dit tussen een foerageergebied en slaapplek. Naast vliegbewegingen op dagelijkse basis, zijn ook seizoensgebonden trekbewegingen van vogels relevant. Er zijn echter geen gebiedsdekkende gegevens beschikbaar over de omvang en het aandeel van verschillende soorten tijdens de voor- en najaarstrek. Om een kaartbeeld te kunnen schetsen van gebieden waar grote hoeveelheden vogels tijdens de trek vliegen, is gebruik gemaakt van een analyse op grond van de gegevens uit Trektellen.nl in combinatie met bestaande literatuur over trekbewegingen en ecologische kennis over vogelbewegingen.

Tenslotte zijn de soortspecifieke kaartbeelden in een ruimtelijk-statische modelleringsschakel met een weging voor de kwetsbaarheidsscore uit de soortenselectie gecombineerd tot een cumulatief kaartbeeld van zowel broed- als niet-broedvogels (zie voorbeeld voor broedvogels beneden). De kaarten geven in kleuren de mate weer waarin in een bepaald gebied vogelsoorten worden verwacht die gevoelig zijn



PROVINCIE :: UTRECHT

Gevoeligheidskaart voor broedvogels op basis van belangrijke verspreidingsgebieden en vliegbewegingen van een geselecteerde groep vogelsoorten. Cumulatief kaartbeeld voor al deze vogelsoorten, gewogen met de kwetsbaarheidsscore. Relatieve schaal van 1 (weinig risico's voor aanwezigheid gevoelige soorten) tot 100 (hoog risico voor aanwezigheid gevoelige soorten).

voor de negatieve impact van windturbines, hetzij doordat er een reële kans is op aanvaringen waardoor relevante sterfte optreedt, hetzij doordat er een reële kans is dat dusdanige verstoring optreedt dat effecten op populaties te zien zijn. Vanuit de optiek van vogels zijn deze kansen dus in feite risico's: ze geven de kans aan dat negatieve gevolgen optreden. De uitdrukking 'reële kans' is belangrijk omdat zij aangeeft dat het om ingeschatte kansen gaat en niet om zekerheden. In de roodtinten zijn gebieden weergegeven met hogere kansen, in de blauwe tinten zijn de gebieden aangegeven met de lagere kansen. In dit achtergrondrapport staat de methodiek in detail toegelicht, in bovengenoemde volgorde van stappen.

Kaarten vleermuizen

Voor de vleermuizen zijn kaarten gemaakt voor de zeven soorten die in de provincie Utrecht voorkomen en waarvan bekend is dat ze regelmatig worden aangetroffen als slachtoffer van windturbines. Voor deze soorten is bepaald bij welk soort vliegbewegingen deze aanvaringen plaatsvinden. In combinatie levert dat twaalf kaarten op.

Omdat er te weinig waarnemingen van vleermuizen zijn, zijn de kaarten gemaakt op basis van expertkennis die vervolgens getoetst is tegen de wel beschikbare waarnemingen.

Als voorbeeld staat hiernaast de kaart voor foeraargevluchten van de Gewone Dwergvleermuis tijdens de zomerperiode. Deze soort heeft verblijfplaatsen in bebouwing en foerageert op insecten bij bosranden, bomenrijen en watergangen. Om naar de foerageergebieden te gaan, gebruiken ze allerlei lijnvormige elementen in het landschap.

Omdat bekend is dat er in de buurt van de windturbines bij bepaalde weersomstandigheden insecten

kunnen cumuleren, is de kans aanwezig dat de Gewone Dwergvleermuis tijdens het foerageren of op weg naar de foerageergebieden op een windturbine stuit, daar dan gaat foerageren en in aanvaring komt met de wieken.

Op de kaart is goed te zien dat met de gekozen parameters en parameterwaarden de bosgebieden, bebouwing en watergangen roder kleuren en dat grotere open stukken groener zijn. De kaarten geven hiermee aan waar bepaalde vliegbewegingen naar verwachting relatief meer of minder voor zullen komen en waar deze dus een rol moeten spelen in het nader onderzoek en in de afwegingen van risico's.

In het achtergrondrapport staat uitvoering toegelicht wat de reden is voor de gekozen soorten, welke vliegbewegingen relevant zijn en welke landschapsmerken en waarden gebruikt zijn om te komen tot de kaartbeelden.

1. Een woord vooraf

De provincie Utrecht heeft als ambitie om zo spoedig mogelijk en uiterlijk in 2050 CO₂-neutraal te zijn. Het verkennen en realiseren van kansen voor het opwekken van duurzame energie levert daar een belangrijke bijdrage aan. Daarnaast zet de provincie zich in voor het behoud en herstel van leefgebieden van (onder andere) vleermuizen en vogels. Tevens is de provincie het bevoegd gezag voor de vergunning- en ontheffing-verlening op grond van de Wet natuurbescherming. Teneinde deze doelen zo goed mogelijk met elkaar te verenigen, is het in de eerste plaats van belang om goed geïnformeerd te zijn.

In de plan milieueffectrapportage (planMER) en Passende Beoordeling bij de Ontwerp Omgevingsvisie en -verordening van de provincie Utrecht is bovendien een advies opgenomen ten aanzien van windmolens in relatie tot vliegroutes van vogels (zie <https://omgevingswet.provincie-utrecht.nl/naar-een-visie/terinzagelegging/milieueffectrapport-bij-omgevingsvisie-en-verordening>). In de samenvatting van de planMER staat hierover: “Deze beperkingen zijn het grootst op plaatsen waar windmolens geplaatst worden in vliegroutes van vogels, met name de routes die worden gevolgd tussen foerageergebieden en slaapplaatsen. Gezien de omvang van de mogelijke beperkingen die dit heeft voor de ambities

met betrekking tot duurzame energieopwekking is het advies om een nadere visie te hebben op het niveau van de provincie(s) welke gebieden kansrijk zijn vanuit natuur en landschap bezien voor windmolens en in welke gebieden het kansrijker is om naar andere vormen van opwekking te zoeken. Dit voorkomt dat bij concrete of verdere uitwerking van plannen tegen wettelijke beperkingen aangelopen wordt.”

De provincie Utrecht heeft daarom een opdracht verleend aan een onderzoeksconsortium – bestaande uit Sovon Vogelonderzoek Nederland, de Zoogdiervereniging en Bureau Waardenburg – om de belangrijke verspreidingsgebieden en vliegroutes van vogels en vleermuizen in de provincie in beeld te brengen. Een belangrijk doel van het project is het beschikbaar maken van informatie uit ruimtelijke modellering bij de verdere uitwerking van zoekgebieden voor windenergie in de provincie Utrecht.

Het hier voorliggende achtergrondrapport licht de toegepaste methodiek toe en toont kaartbeelden die aangeven waar de belangrijkste verspreidingsgebieden en vliegroutes zich naar verwachting bevinden in de provincie Utrecht. Aanvullend worden kennisleemtes (zowel ruimtelijk als ook soortspecifiek) inzichtelijk gemaakt.

Deel A. Vogels

*Ruud Foppen, Henk Sierdsema, Paul van Els, Christian Kampichler, Julia Stahl (Sovon)
Roland van der Vliet (Bureau Waardenburg)*

2. Bepaling van de soortenmatrix vogels

In Nederland komen verspreid over het jaar meer dan 400 vogelsoorten voor. Lang niet alle soorten lopen een even groot risico op negatieve effecten door windturbines vanwege sterfte, habitatverlies en/of verstoring. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn tijd van het jaar (trekvoegel, broedvoegel, wintergast), maar ook bijvoorbeeld lichaamsgewicht en vlieg-hoogte.

Als eerste stap wordt in beeld gebracht welke vogelsoorten als gevoelig kunnen worden gezien. Als basis hiervoor wordt gebruik gemaakt van bestaande lijsten op grond van verschillende overzichten uit binnen- en buitenland.

In het licht van het beoogde doel is het belangrijk om een soortenmatrix op te stellen waarin naast de gevoeligheid van een soort voor aanvaringen, habitatverlies en verstoring (de risico's) ook diverse juridische en beleidsmatige aspecten rondom de bescherming worden meegenomen. Daarbij gaat het om de Rode Lijst-status, de status in het kader van de Vogelrichtlijn, maar ook om provinciale doelen om te komen tot een lijst van aandachtssoorten. Voor Utrecht is het beleidsdocument 'Natuurvisie provincie Utrecht. Een plus op Natuurbeleid 2.0' en het daarbij horende supplement biodiversiteit als basis gebruikt.

Tabellen 1, 2 en 3 geven een overzicht van de gebruikte informatie, paragrafen 2.1. en 2.2. lichten de stapsgewijze bepaling van een wegingsfactor toe. De combinatie van risico en mate van bedreiging levert uiteindelijk een kwetsbaarheidsscore op. De soortenmatrix met de resulterende kwetsbaarheidsscores vormt de basis voor de afbakening van de soortenselectie waarvoor uiteindelijk kaartbeelden worden opgesteld (zie Tabel 5).

2.1. In beeld brengen van de soorten

Voor het maken van een risicokaart moeten relevante kenmerken van soorten in beeld worden gebracht. Voor iedere in Nederland regelmatig voorkomende vogelsoort (dus dwaalgasten uitgezonderd) zijn naast soortcoderingen (Euring en IOC-code), naamgeving (NL-Latijns), de status van voorkomen, belangrijke gevoeligheidsaspecten voor windenergie (gebaseerd op aanvaringsrisico en verstoringrisico) en de mate

van bedreiging weergegeven. Deze aspecten worden in de volgende paragrafen nader uitgewerkt.

2.1.1. Typering voorkomen in Nederland

Het voorkomen in Nederland verschilt voor veel soorten per maand. Omdat informatie per maand over de verspreiding voor bijna geen enkele soort aanwezig is, wordt vaak gewerkt met voorkomen per seizoen gecombineerd aan de activiteit binnen dat seizoen. Vogels worden doorgaans ingedeeld in de volgende categorieën: (1) Broedvogels – waarbij een nader onderscheid kan worden gemaakt in soorten die jaarrond in hetzelfde gebied aanwezig zijn, soorten die geheel of gedeeltelijk wegtrekken en soorten waarvoor de broedvogels gedurende de doortrek en winter aangevuld worden met vogels van elders, (2) doortrekkers – soorten die alleen tijdens de voor- en/of najaarstrek ons land aan doen en (3) wintergasten – waarbij er veel soorten zijn waarbij zowel doortrek als overwintering voorkomt, alsook soorten zonder noemenswaardige doortrek.

Voor de indeling en keuze van prioritaire soorten is gekozen voor het combineren van trek en overwintering, waardoor een tweedeling van vogels wordt gemaakt: (1) gedurende het broedseizoen (=broedvogels) en (2) gedurende het niet-broedseizoen (=niet-broedvogels). Voor beide seizoenen worden per soort kaartbeelden met voorspelbare verspreiding gemaakt. Per seizoen per soort wordt de status aangegeven:

1. Status broedvogel

De status van de soort als broedvogel wordt weergegeven in de termen algemeen, schaars, zeldzaam, incidenteel, jaarrond of niet aanwezig.

2. Status niet-broedvogel

De status van de soort als trekvoegel en/of wintergast wordt weergegeven in de termen algemeen, schaars, zeldzaam, incidenteel of niet aanwezig.

2.1.2. Gevoeligheid soort

De gevoeligheid van een soort voor de aanwezigheid van windturbines is gescoord door te kijken naar verzamelstudies ('species assessments studies') in ons land of omliggende landen waarbij voor (bijna) alle soorten of soortgroepen een indicatie is gegeven van de gevoeligheid voor negatieve effecten van windturbines. Dat kan zijn op grond van veldstudies

Tabel 1. Achtergrondliteratuur aanvaringsrisico's

Type informatie	referentie	omschrijving
Aanvaringsrisico's per groep, NL studie	Buij <i>et al.</i> (2018)	berekening van een relatieve score voor aanvaringsrisico's van soortgroepen, deze scores zijn toegekend aan alle soorten die bij de desbetreffende soortgroepen horen. Alleen scores >0.02.
Risico-bepaling aanvaringen voor Bulgarije	BSPB (2013)	Per soort die in Bulgarije voorkomt is op grond van een groot aantal soorteigenschappen een risicoscore voor aanvaringen bepaald en deze is hier opgenomen
Modellering statistische aanvaringskans UK	Thaxter <i>et al.</i> (2017)	Op basis van een statistisch model zijn voorspellingen gemaakt van het aantal aanvaringen per jaar en dat is gemiddeld over soortgroepen. De waardes zijn weergegeven voor groepen met waardes >1500
Aanvaringsrisico's bosvogels Duitsland	Richarz (2014)	Op grond van ervaringen en monitoringgegevens is voor bosvogels in Duitsland ingeschat welke soorten gevoelig zijn voor aanvaringen
Index risico per soort uit Progress studie Duitsland	Grünkorn <i>et al.</i> (2016)	Op grond van een benadering van Lekuona en Ursua is een inschatting gemaakt van de Species Risk Index voor aanvaringen voor een groot aantal soorten in Noord-Duitsland
Overzichten monitoring aanvaringslachtoffers Duitsland	Grünkorn <i>et al.</i> (2016)	Op grond van slachtofferstudies is een lijst gemaakt met soorten die vaak in Noord-Duitsland als slachtoffer zijn gemeld met daarbij een correctie voor vindkansen
Risico-bepaling soorten a.h.v. soortkenmerken, Duitsland*	Bernotat & Dierschke (2016)	Score van risico's (windturbines, hoogspanningslijnen, verkeer) op basis van gedrag en kwetsbaarheid voor verschillende soortgroepen, waaronder vogels. kwetsbaarheidsmatrix waarin risico voor aanvaringen, gevoeligheid, soorteigenschappen en status van de soort in Duitsland bij elkaar worden gebracht. PSI (Populationsbiologisch Sensitivitäts-Index) op grond van soorteigenschappen samen met Naturschutzfachlichem Wert-Index (NWI) verwerkt in een MGI (Mortalitäts-Gefährdungs-Index). Tenslotte wordt deze MGI gematcht met specifieke mortaliteitsrisico's voor bijv. wegen, hoogspanningslijnen en windturbines, de zogenaamde AK's (Artspezifische Einstufung des Kollisionsrisikos)

*zie uitleg met interpretatie in het kader

Interpretatie risico-analyses van Bernotat & Dierschke

In Duitsland is een uitgebreide en complexe analyse gedaan naar de risico's voor soorten voor effecten van infrastructuur (verkeer, hoogspanningslijnen, windturbines). De auteurs hebben een kwetsbaarheidsmatrix opstellen waarin risico voor aanvaringen, gevoeligheid, soorteigenschappen en status van de soort in Duitsland bij elkaar worden gebracht. Omdat de uiteindelijke risico-scores die worden bepaald afhangen van de status van de soort in een bepaalde situatie, is er voor gekozen om niet de voor Duitsland gehanteerde waarden te hanteren maar om via de afzonderlijke onderdelen een eigen score te maken voor de Nederlandse situatie. Daartoe zijn de in het rapport opgenomen bijlagetabellen met scores voor een aantal afzonderlijke aspecten er uit gehaald. Vervolgens is daarmee een windenergiegevoeligheidsscore gemaakt. In het rapport wordt gewerkt met een zogenaamde PSI (Populationsbiologisch Sensitivitäts-Index), een populatie-biologische gevoeligheidsindex op grond van soorteigenschappen. Deze wordt samen met Naturschutzfachlichem Wert-Index (NWI), een waarde die de zeldzaamheidsstatus van een soort vertegenwoordigt, verwerkt in een MGI (Mortalitäts-Gefährdungs-Index= mortaliteitsbedreigingsindex). Uiteindelijk wordt deze gecombineerd met specifieke sterfterisico's voor de infrastructuurtypen (wegen, hoogspanningslijnen en windturbines), de zogenaamde AK's (Artspezifische Einstufung des Kollisionsrisikos= soortspecifieke klassificatie van sterfterisico's).

Voor deze studie zijn alleen de PSI scores gecombineerd met de AK's volgens het schema hiernaast. Dat levert een risicoscore op die vergelijkbaar is met de andere gescoorde risico's in de literatuur. Uiteindelijk levert het 5 klassen op van 1=laag risico tot 5= zeer hoog risico.

AK	PSI-klasse			
	2-3	3-4	4-5	>5
5	5	5	4	4
4	2	2	3	3
3	2	3	2	2
2	3	2	1	1
1	2	1	1	1

Tabel 2. Achtergrondliteratuur verstoring

Type informatie	referentie	omschrijving
Verstoring bosvogels Duitsland	Richarz (2014)	Op grond van ervaringen en monitoringgegevens is voor bosvogels in Duitsland ingeschat welke soorten gevoelig zijn voor verstoring
Verstoringsinschatting weidevogels	Buij <i>et al.</i> (2018)	In deze studie wordt aangegeven dat weidevogels gevoelig zijn voor verstoring. Alle typische weidevogelsoorten zijn daarom als gevoelig aangegeven
Sovon analyse verstoring in de broedtijd	Sierdsema <i>et al.</i> (2019)	Op basis van een ruimtelijke analyse van verspreidingsgegevens is gekeken naar negatieve effecten van de aanwezigheid van windturbines op de dichtheid
Sovon analyse verstoring in de winter (trend)	Sierdsema <i>et al.</i> (2019)	Op basis van een temporele analyse van monitoringgegevens is gekeken naar negatieve effecten van de aanwezigheid van windturbines op de trend
Verstoringsafstanden Duitsland	Länderarbeitsgemeinschaften der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2015)	beoordeling van verstoringseffecten, deels op basis van gemeten verstoringsafstanden/reactieafstanden windturbines

of door het bepalen van risicoprofielen. Hierbij zijn zowel inzichten uit slachtoffer monitoring (veldstudies bij windturbines op land) meegenomen als ook parameters die risicoprofielen schetsen. Hieronder vallen anatomische kenmerken van een vogelsoort (o.a. lichaamsgrootte, gewicht, vleugelvorm) als ook gedragsecologische kenmerken, waaronder vlieggedrag, vlieghoogtes bij verschillende type verplaatsingen, activiteitspatronen in het seizoen, habitatvoorkeuren, sociaal gedrag (o.a. zwermvorming tijdens de vlucht, koloniale samenleving in broedseizoen).

Daarbij zijn twee aspecten apart in kaart gebracht: (1) gevoeligheid voor aanvaringen met windturbines (2) mijding of verstoring door aanwezigheid windturbines.

In Tabel 1 staan de studies die zijn gebruikt met overzichten van risicosoorten in relatie tot aanvaringen. In tabel 2 staan de studies met overzichten voor verstoring/mijding.

2.1.3. Aandachtsoorten: mate van bedreiging

In tabel 2.3 staan de criteria vermeld waarmee de mate van bedreiging voor een soort wordt bepaald. Dat wordt voor een belangrijke mate bepaald door o.a. een Rode Lijststatus of de Staat van Instandhouding, maar er wordt ook meegenomen of de soorten vanwege een beleidsmatig aspect (Vogelrichtlijn, Natura-2000 beleid, provinciale doelen) een aandachtsoort is. Verdere uitleg staat in tabel 3.

Tabel 3. Bepalen mate van bedreiging

Status	Referentie	Omschrijving
RL brv 2017	Van Kleunen <i>et al.</i> (2017)	De laatste rode lijst voor broedvogels, RL soorten scoren 1
RL trek/wint 2016	Van Kleunen <i>et al.</i> (2016)	De Rode Lijst voor trekkers en overwinteraars, RL soorten scoren 1
Aandachtsoorten Utrecht	Provincie Utrecht (2017)	3= aandachtsoort met bedreigde status, 2= soorten met speciale status en 1= VR soorten zonder directe bedreigingsstatus
N2000 soorten Utrecht	Sovon website	Soorten die onder de doelstelling scoren in een N2000 gebied in Utrecht scoren een 3
Oranje lijst Winter-Trekvogels 2016	Van Kleunen <i>et al.</i> (2016)	De Oranje lijst, OL soorten scoren 1
Oranje lijst Broedvogels	Sovon 2017	De Oranje lijst, OL soorten scoren 1
Blauwe lijst 2016	Van Kleunen <i>et al.</i> (2016)	De Blauwe lijst, soorten op deze lijst scoren 1
Natura 2000-soorten	www.sovon.nl	Soorten waarvoor Nederland op gebiedsniveau Instandhoudingsdoelen heeft gebaseerd op de Vogelrichtlijn scoren 1
Staat Van Instandhouding (SVI)-waarde	www.sovon.nl	Indien SVI zeer ongunstig is dan 2, matig ongunstig 1

2.2. Criteria en systematiek voor het bepalen van de risico's

2.2.1. Aanvaringsrisico

Voor respectievelijk broedvogels en niet-broedvogels afzonderlijk wordt het risico voor aanvaringen en verstoring ingeschat en vervolgens wordt dit gecombineerd tot een algemene risico-waarde.

1. De gevoeligheid voor aanvaringen wordt bepaald door per kolom soorten in 5 categorieën in te delen (rood= zeer gevoelig, oranje= gevoelig, geel= matig gevoelig, groen= niet gevoelig, blanco= niet gescoord)
2. Vervolgens wordt een conclusie-kolom gescoord waarbij een 'eindscore' wordt bepaald.

2.2.2. Verstoring / mijding

1. De verstoringrisico's worden op dezelfde wijze per kolom gescoord in 5 categorieën als de aanvaringsrisico's
2. Ook hier wordt een 'eindscore' bepaald.

Basis is de hoogste score van de twee kolommen op basis van de studie van Sierdsema (betreft groot aantal soorten). Indien de soort niet is onderzocht in deze studies dan zijn eventuele andere scores doorslaggevend.

2.2.3. Combinatie en cumulatie

Voor de totale score wordt uitgegaan van de aanvaringsrisicoscore. Deze wordt met 1 klasse opgehoogd indien de verstoringsscore hoger is dan de score voor aanvaringsrisico. Het gaat om een combinatie van 4 categorieën, de 5e categorie (blanco = niet gescoord) telt voor de weging niet mee.

Tabel 4. Wegingsfactoren voor combinatie uit aanvaringsrisico en verstoringgevoeligheid

aanvaring	verstoring			
	0	1	2	3
0	0	1	1	1
1	1	1	2	2
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3

2.2.4. Aandachtsoorten: mate van bedreiging

Om de mate van bedreiging te bepalen is voor iedere soort voor het broed- resp. niet-broedseizoen gesommeerd wat de scores zijn op grond van de criteria in tabel 3 zoals bijvoorbeeld de Rode Lijst-status en de landelijke Staat Van Instandhouding voor de broedvogelsoorten. De uiteindelijke score voor de status van een soort is deze sommatie.

2.3. Criteria en systematiek voor het bepalen van de kwetsbaarheid

Uitgangspunt voor prioriteren is dat het gaat om soorten die in een bepaald seizoen in Nederland aanwezig zijn, dat ze gevoelig zijn en dat ze een urgentie hebben t.a.v. mate van bedreiging. Voor de eindscore wordt een opsplitsing gemaakt voor broed en niet-broedvogels.

De kwetsbaarheidsscore is bepaald door de risicoscore (= maat voor gevoeligheid voor aanvaring en verstoring) op te tellen bij de score voor de mate van bedreiging van de soort waarbij de risicoscore dubbel meetelt. De MGA soortenlijst (lijst uit overheids-traject Mutual Gains Approach Natuurinclusieve Energietransitie) is meegenomen door al deze soorten een score van minimaal 2 toe te kennen. De uiteindelijke scores variëren tussen 0 en 11 (2*3 als maximale gevoeligheid + maximaal 5 punten voor beschermingsstatus). Besloten is om alle soorten met een score ≥ 4 als prioritair te beschouwen.

Voor de uiteindelijke kaartbeelden wordt daar een kaartlaag aan toegevoegd voor specifiek de (algemene) trekvogels. Deze soorten zijn verder niet gespecificeerd. Het gaat om een algemeen beeld van waar in Nederland in het trekseizoen geconcentreerde aantallen voorkomen van algemeen doortrekkende vogels die op zicht (en dus windturbine-rotorhoogte) vliegen. Exoten worden uitgesloten van de kaartbeelden, evenals de incidenteel voorkomende soorten buiten het broedseizoen in de veronderstelling dat het voorkomen van dergelijke soorten een grote mate van toeval betreft en dus een zeer geringe voorspelbaarheid heeft m.b.t. de risicogebieden.

Tabel 5. Vogelsoorten met hun kwetsbaarheidsscore (gerangschikt op score van hoog naar laag)

Soort	Kwetsbaarheid niet-broedtijd	Soort	Kwetsbaarheid broedtijd
Kleine Zwaan	9	Visdief	9
Lachstern	9	Zwarte Stern	9
Ruigpootbuiszard	9	Boomvalk	8
Velduil	9	Gierzwaluw	8
Blauwe Kiekendief	8	Rode Wouw	8

Soort	Kwetsbaarheid niet-broedtijd	Soort	Kwetsbaarheid broedtijd
Rode Wouw	8	Scholekster	8
Scholekster	8	Torenavalk	8
Torenavalk	8	Wulp	8
Visdief	8	Blauwe Reiger	7
Zwarte Stern	8	Bruine Kiekendief	7
Aalscholver	7	Draaihals	7
Bruine Kiekendief	7	Grutto	7
Goudplevier	7	Kemphaan	7
Kleine Mantelmeeuw	7	Kievit	7
Noordse Stern	7	Kleine Mantelmeeuw	7
Reuzenster	7	Kokmeeuw	7
Smient	7	Nachtzwaluw	7
Zeearend	7	Ooievaar	7
Zilvermeeuw	7	Purperreiger	7
Boomvalk	6	Slechtvalk	7
Buizerd	6	Stormmeeuw	7
Dwergster	6	Tureluur	7
Grauwe Kiekendief	6	Velduil	7
Kokmeeuw	6	Watersnip	7
Kraanvogel	6	Wespendief	7
Ooievaar	6	Zeearend	7
Ransuil	6	Zilvermeeuw	7
Regenwulp	6	Zwartkopmeeuw	7
Slechtvalk	6	Bontbekplevier	6
Steenloper	6	Buizerd	6
Stormmeeuw	6	Havik	6
Visarend	6	Houtsnip	6
Wespendief	6	Ransuil	6
Zwarte Wouw	6	Veldleeuwerik	6
Blauwe Reiger	5	Kwartelkoning	5
Bonte Strandloper	5	Oehoe	5
Grutto	5	Raaf	5
Kievit	5	Roek	5
Nonnetje	5	Roerdomp	5
Ortolaan	5	Sperwer	5
Roek	5	Steltkluut	5
Smelleken	5	Wilde Eend	5
Tafeleend	5	Woudaap	5
Toendrarietgans	5	Aalscholver	4
Tureluur	5	Bergeend	4
Veldleeuwerik	5	Kleine Plevier	4
Wilde Eend	5	Koekoek	4
Wulp	5	Middelste Bonte Specht	4
Bontbekplevier	4	Ringmus	4
Bonte Kraai	4	Slobeend	4
Dwergmeeuw	4	Steenuil	4
Gierzwaluw	4	Zomertortel	4
Grauwe Gans	4		
Grote Mantelmeeuw	4		
Grote Zilverreiger	4		
Houtsnip	4		
IJslandse Grutto	4		
Kemphaan	4		
Kuifduiker	4		
Nachtzwaluw	4		
Roerdomp	4		
Sperwer	4		
Watersnip	4		
Wilde Zwaan	4		
Witgat	4		
Zomertortel	4		
Zwartkopmeeuw	4		

De digitale Bijlage 1 geeft een overzicht van alle bovengenoemde soorten met meer details over de wegingsfactoren voor kwetsbaarheid.

3. Modelleren belangrijke verspreidingsgebieden en dagelijkse vliegbewegingen vogels

3.1. Broed- en wintervogels - verspreiding in beeld

Bij de modellering van belangrijke verspreidingsgebieden en dagelijkse vliegbewegingen van vogels worden een aantal stappen doorlopen. Deze zijn in Schema 1 weergegeven en worden in dit hoofdstuk verder toegelicht. Belangrijk is dat de modellering eerst op soortniveau gebeurt en dat na toepassing van soortspecifieke wegingsfactoren (zie hoofdstuk 2) de kaartbeelden worden gecombineerd tot een cumulatieve kaart.

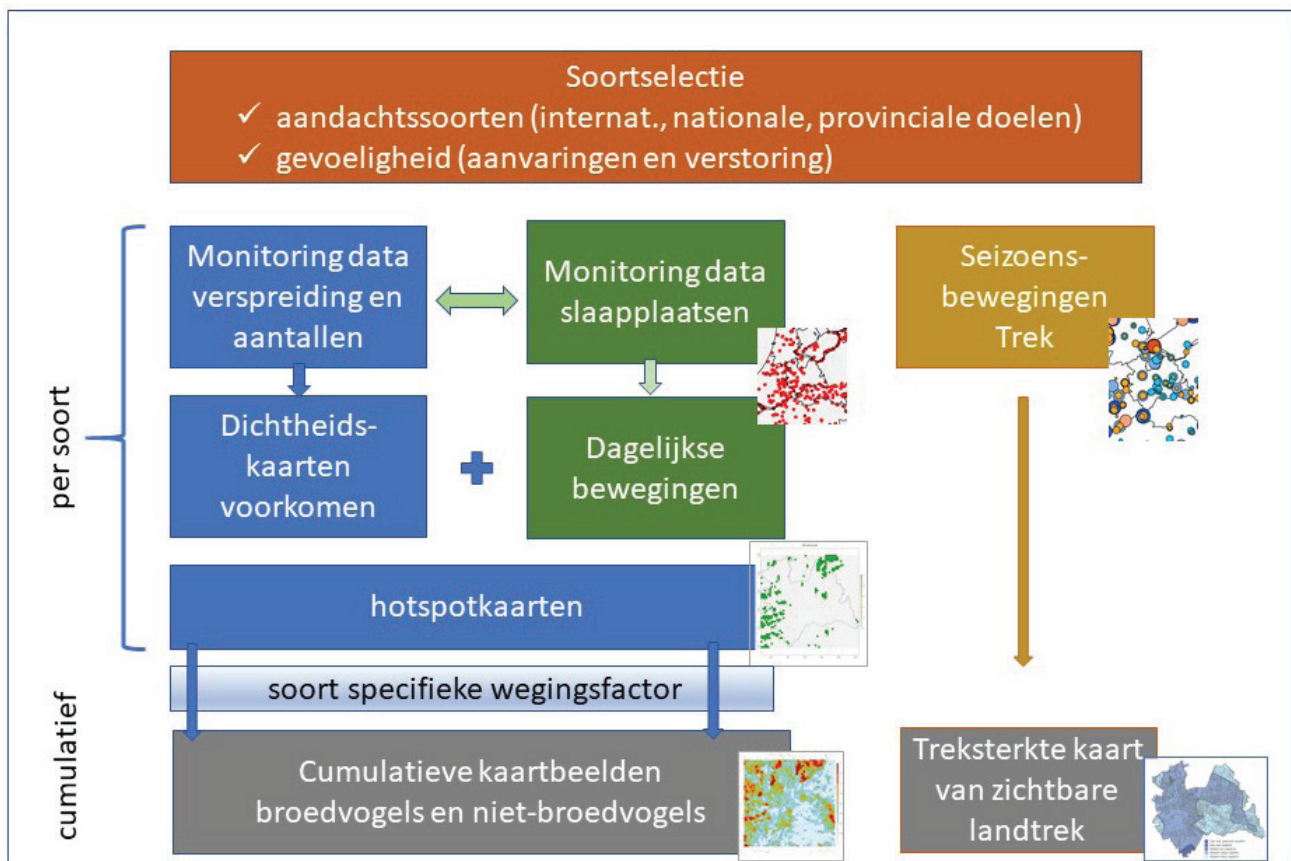
Beschikbare gegevens

Actuele data voor vrijwel alle soorten broedvogels is beschikbaar vanuit het Meetnet Broedvogels. Daarin worden met specifieke telmethodieken (zoals het Broedvogel Monitoring Project en de Kolonievogeltellingen) tellingen verricht. Gegevens over overwinterende vogels, watervogel-concentraties en ligging van slaapplekken worden verzameld in het Watervogelmeetnet. Beide meetnetten, gecoördineerd door Sovon en in samenwerking met het CBS, de provincies en Rijkswaterstaat, zijn onder-

deel van het Netwerk Ecologische Monitoring. Naast de landelijke meetnetten zijn gegevens beschikbaar van de meest recente Vogelatlas, waarvoor de verspreiding en dichtheden van broed- en wintervogels in 2013-2015 in kaart zijn gebracht (Sovon 2018). Voor schaarse soorten en onder meer het bepalen van de foerageergebieden van kolonievogels zijn gegevens van waarneming.nl/NDFF gebruikt.

Modelleren van de verspreiding

Informatie over het voorkomen van soorten is voor grote gebieden zoals een regio, provincie of land maar zelden gebiedsdekkend. Alleen van enkele soorten die beperkt zijn in hun voorkomen én gemakkelijk te tellen zijn, zoals kolonievogels, wordt jaarlijks bijgehouden waar ze voorkomen en hoeveel het er zijn. Van de meeste andere soorten wordt steekproefsgewijs vastgesteld waar ze voorkomen, zowel in de tijd als in de ruimte. Ook worden van veel soorten losse waarnemingen verzameld. Losse waarnemingen hebben als nadeel dat vaak alleen



Schema 1. Modelleringsstappen om te komen tot cumulatieve kaartbeelden.

maar de 'krenten in de pap' worden doorgegeven, wat leidt tot een vertekend beeld van het voorkomen van soorten, waar bij het gebruik van die informatie terdege rekening mee moet worden gehouden.

De afgelopen jaren zijn vanuit verschillende invalshoeken methoden ontwikkeld om onvolledige datasets om te zetten naar landsdekkende betrouwbare verspreidingsbeelden (Guisan & Zimmermann 2000; Sierdsema *et al.* 2005). Met behulp van modellen kunnen kaarten worden opgesteld met een voorspelling van de kans op voorkomen en/of de (relatieve) dichtheid, zogenaamde predictiekaarten. Voor de hier toegepaste ruimtelijke modellering is gebruik gemaakt van informatie over het landgebruik en andere omgevingskenmerken. Deze informatie wordt gebruikt om relaties te kunnen beschrijven in statistische modellen tussen de waarnemingen en de omgevingskenmerken. Deze relaties zijn vervolgens gebruikt om het verwachte voorkomen te voorspellen in vierkante vakken van 1 x 1 km. Deze vakken worden aangeduid met de term 'gridcellen' of 'kilometerhokken'.

Het ruimtelijk model is opgebouwd uit een combinatie van een regressiemodel en de ruimtelijk geïnterpoleerde residuen van het regressiemodel. Zie o.a. Hengl *et al.* (2007), Hengl *et al.* (2009), Pebesma *et al.* (2005) en Sierdsema & van Loon (2008) voor meer informatie over deze methodiek. Voor de ruimtelijke analyse is gebruik gemaakt van Random Forest-modellen (zie Breiman 2001 en Boulesteix *et al.* 2012).

Technische uitvoering

De berekeningen voor de predictiekaarten zijn uitgevoerd met het statistische programma R (R Core Team 2020), versie 3.6.3 (64-bits versie). Voor de analyses werd het R-package 'SDMmaps' (Kampichler *et al.* 2020), versie 0.15-4 gebruikt. SDMmaps vat functies uit een grote aantal van R-packages samen die zorgdragen voor het inlezen van de waarnemingen, samenvoegen met ruimtelijke data, uitvoeren van de ruimtelijke modellen, projecteren van de modellen op het hele land en maken van de kaarten.

Kwantielkaarten

De hiervoor beschreven modelleertechniek levert gebiedsdekkende verspreidingskaarten per soort op. Maar hoe kunnen deze worden gecombineerd tot een cumulatief beeld? De kaarten voor de verschillende soorten kunnen namelijk niet zonder meer worden opgeteld. Met name voor abundantiekaarten, die dus een dichtheid voorspellen, geldt dat de dichtheden tussen de soorten zeer sterk verschillen: het zo maar combineren van soortkaarten door sommatie of middeling zou ertoe leiden dat de resulterend kaart vooral het voorkomen van een aantal zeer algemene soorten in beeld brengt.

De meest eenvoudige manier om de kaarten vergelijkbaar te maken tussen soorten is om deze om te zetten in een kaart met aan- en afwezigheid. De optelling van de kaarten levert dan een kaart op met de soortenrijkdom. Alle informatie over verschillen in dichtheid die beschikbaar is in de abundantiekaarten gaat dan echter verloren. Dit is op te lossen

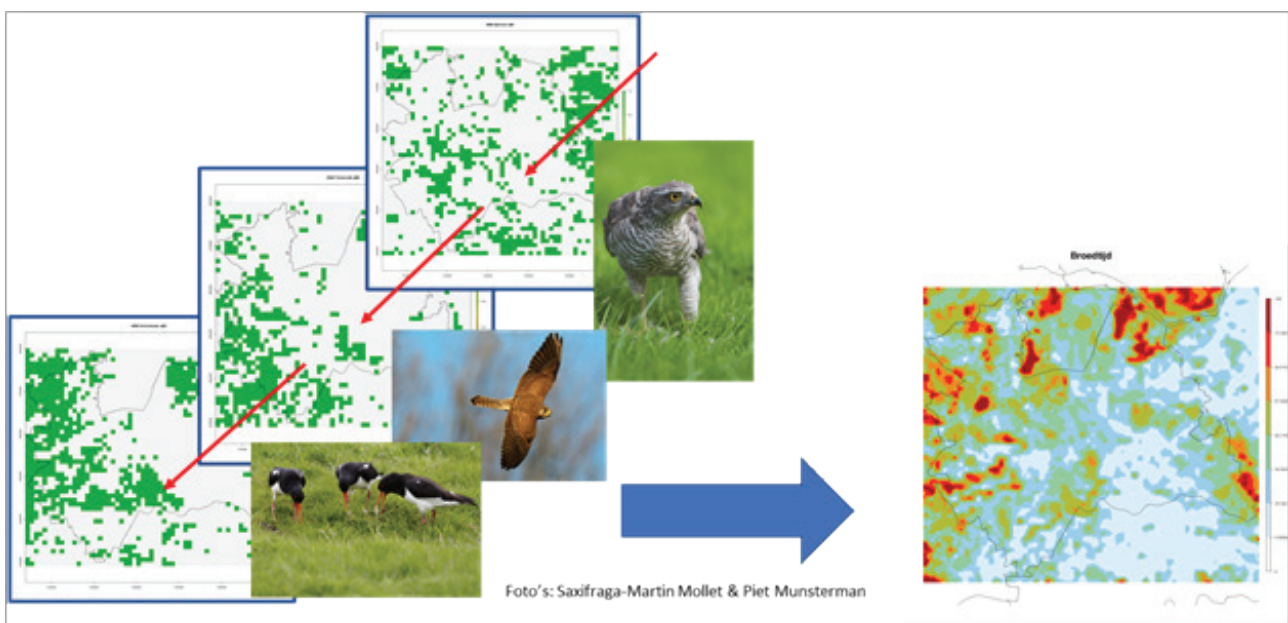


Fig. 1: Schematisch voorbeeld hoe het gebruik van kwantielkaarten de stapeling van kaartbeelden van verschillende soorten mogelijk maakt om vervolgens een cumulatief kaartbeeld af te leiden.

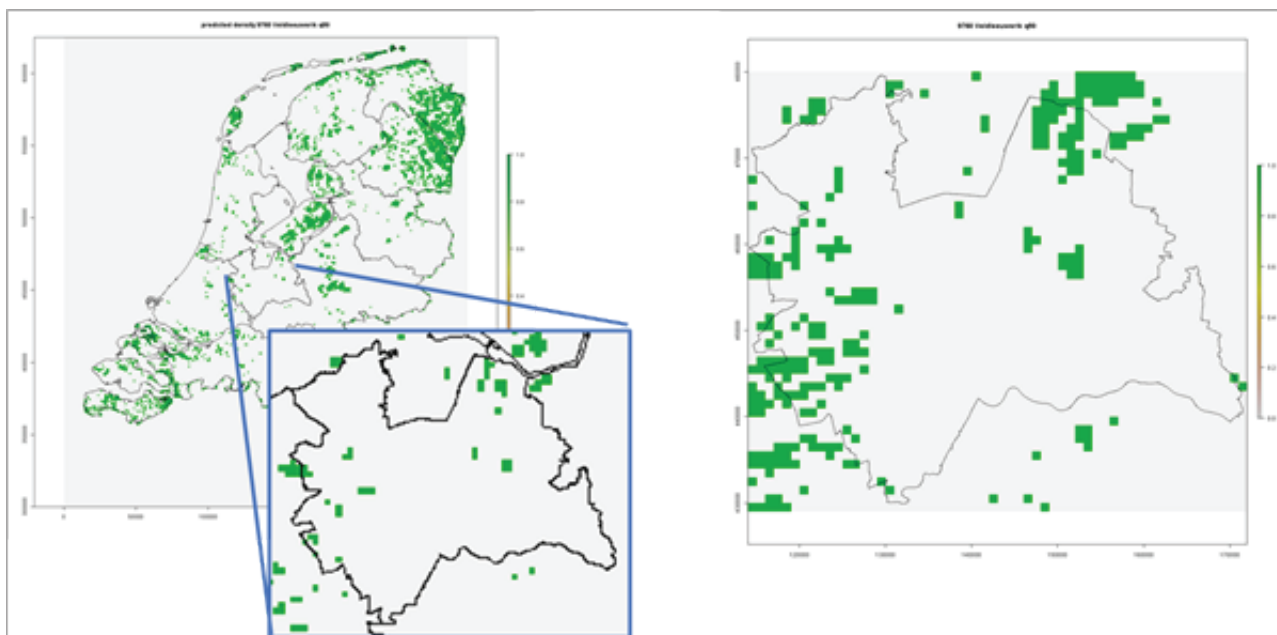


Fig. 2: Conform de werkwijze bij de bepaling van landelijke windenergie gevoeligheidskaarten voor vogels (Sierdsema *et al.* in prep.) wordt gewerkt met 50%-kwantielkaarten (q50 kaarten). Het kaartbeeld links geeft een uitsnede uit het landelijke q50 kaartbeeld. Echter, er kan ook een q50 berekening worden uitgevoerd op regionaal niveau (rechts), dan ligt niet het landelijke verspreidingspatroon ten grondslag aan de berekening maar het verspreidingspatroon binnen de provinciale grenzen.

door in plaats van aan- of afwezigheid van een soort, gebieden met hoge- en lage dichtheden te onderscheiden of gebieden met een hoge en lage kans op voorkomen. Maar hoe doe je dat? Voor elke soort zullen immers soort- en zelfs kaart-specifieke criteria nodig zijn. Dat is opgelost door het maken van zogenaamde kwantielkaarten. Deze kaarten laten zien wat het kleinst mogelijke gebied is waar zich een bepaald percentage van de populatie bevindt. De gekozen kwantielwaarde hangt af van de toepassing van de kaarten. Conform de benadering voor het landelijke kaartbeeld, de windenergie-gevoeligheidskaart (Sierdsema *et al.* 2021) is gekozen voor de 50% kwantielkaart (kort: q50). Om een 50%-kwantielkaart te maken wordt eerst het totale aantal voor de hele kaart berekend. Vervolgens wordt bepaald wat hiervan 50% is en worden alle waarden van de afzonderlijke gridcellen gesorteerd van groot naar klein. Deze worden dan één voor één bij elkaar opgeteld van groot naar klein, net zo lang tot de waarde van 50% van de populatieomvang is bereikt. Alle gridcellen die tot dan toe bij elkaar zijn opgeteld vormen dan het 50%-kwantielgebied. In dat gebied komt dan dus 50% van de populatie voor op een zo klein mogelijk oppervlak. Op deze manier kan voor elke soort afzonderlijk in beeld worden gebracht wat de meest belangrijke gebieden voor deze soort zijn. Met de kwantielbenadering kunnen soorten met grote verschillen in talrijkheid en geheel verschillende typen kaarten toch bij elkaar worden opgeteld om tot een totaalbeeld over een groot aantal soorten

te komen (Fig. 1). De kwantielbenadering kan op landelijke of op regionale schaal worden uitgevoerd, hierdoor ontstaan licht afwijkende kaartbeelden (Fig. 2).

3.2. Modelleren van vliegbewegingen tussen foerageergebied en slaapplaats

Voor het ontwikkelen van een kaartbeeld van vliegbewegingen van vogels is onder meer van belang waar vogels dagelijkse bewegingen vertonen. Vaak is dit tussen foerageergebied en slaapplaats. Om deze reden modelleren we deze vliegbewegingen tussen foerageergebieden en slaapplaats, maar ook lokale vliegbewegingen op de slaapplaats en binnen de foerageergebieden.

Omdat slaapplaatsengegevens een minder goede spreiding kennen dan de modelkaarten van overdag foeragerende vogels, wordt er gemodelleerd van foerageergebied naar slaapplaats. Eerst wordt de maximale foerageerafstand in acht genomen, dit is de maximale afstand die een soort dagelijks aflegt om van de slaapplaats op de foerageergronden te geraken. Deze afstand is soortspecifiek en komt voort uit verschillende bronnen (o.a. van der Vliet *et al.* 2011), in het geval van het ontbreken van een bekende foerageerafstand is de afstand van een ecologisch vergelijkbare nauw verwante soort genomen. Op basis van de maximale foerageerafstand wordt er een buffer

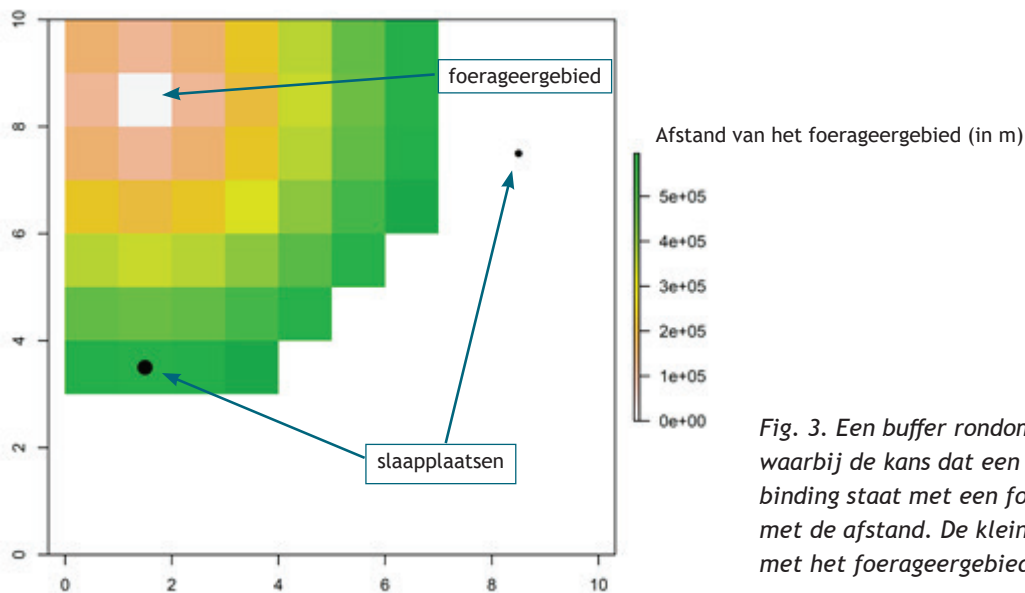


Fig. 3. Een buffer rondom een foerageergebied, waarbij de kans dat een slaapplaats (stip) in verbinding staat met een foerageergebied afneemt met de afstand. De kleine stip is niet verbonden met het foerageergebied, de grote wel.

(Fig. 3) getrokken rondom de foerageergebieden. De kans dat een slaapplaats in verbinding wordt gesteld met een foerageergebied neemt toe naarmate de afstand vanaf het foerageergebied afneemt. Alle cellen die buiten de maximale foerageerafstand vallen, krijgen een nul toegewezen (d.w.z. er is geen kans dat de slaapplaats in verbinding staat met het foerageergebied).

Daarna wordt een denkbeeldige lijn getrokken tussen het foerageergebied en de slaapplaats en alle rasterhokken die worden geraakt door de lijn, krijgen een aantalstoekenning, op basis van het aantal in het foerageergebied, maar gewogen met het aantal op de slaapplaats.

Dit wordt gedaan voor alle rasterhokken die lig-

gen tussen foerageergebieden en alle slaapplaatsen, zodat dit uiteindelijk een totaalplaatje oplevert van lokale vliegbewegingen.

3.3. Voorbeelduitwerking voor Grote Zilverreiger

We tonen hier als voorbeeld de kaartbeelden voor Grote Zilverreiger (Fig. 4 en 5), een soort waarvan we goede slaapplaatsgegevens hebben. Aanvullend zijn ook kaartbeelden per soort gemaakt waaruit de richting van de vliegbewegingen afgeleid kan worden. Figuur 6 geeft wederom het voorbeeld van de Grote Zilverreiger weer.

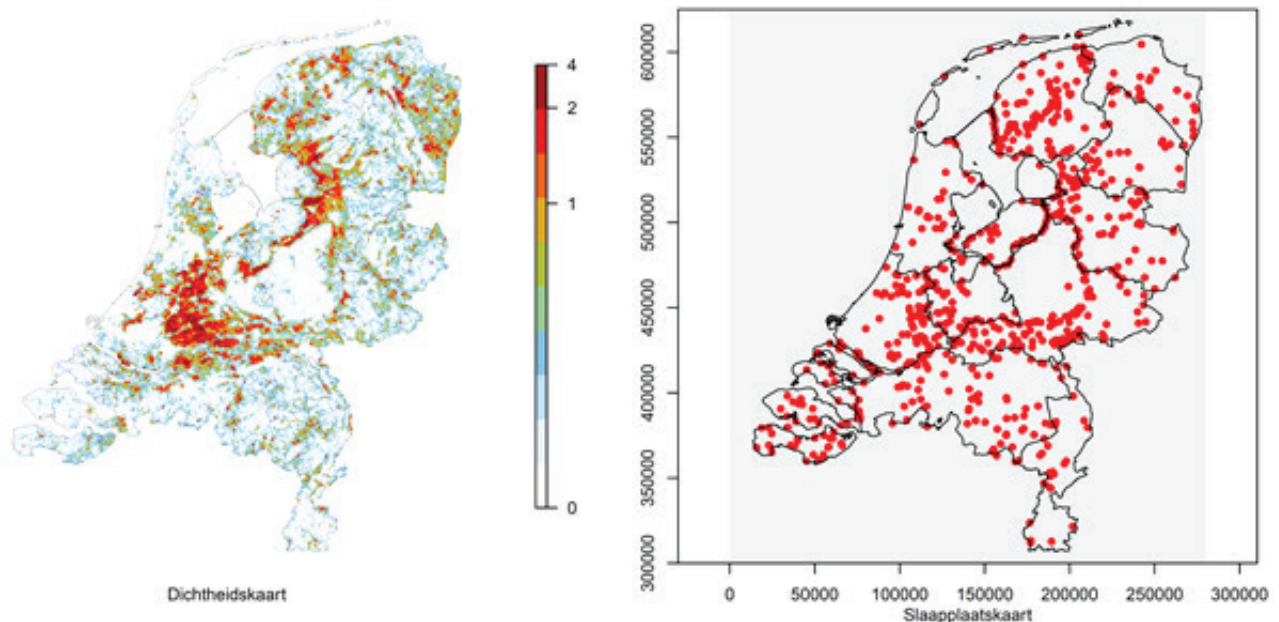


Fig. 4. Links: gemodelleerde dichtheidskaart van Grote Zilverreiger, rechts: rasterkaart met slaapplaatsenlocaties.

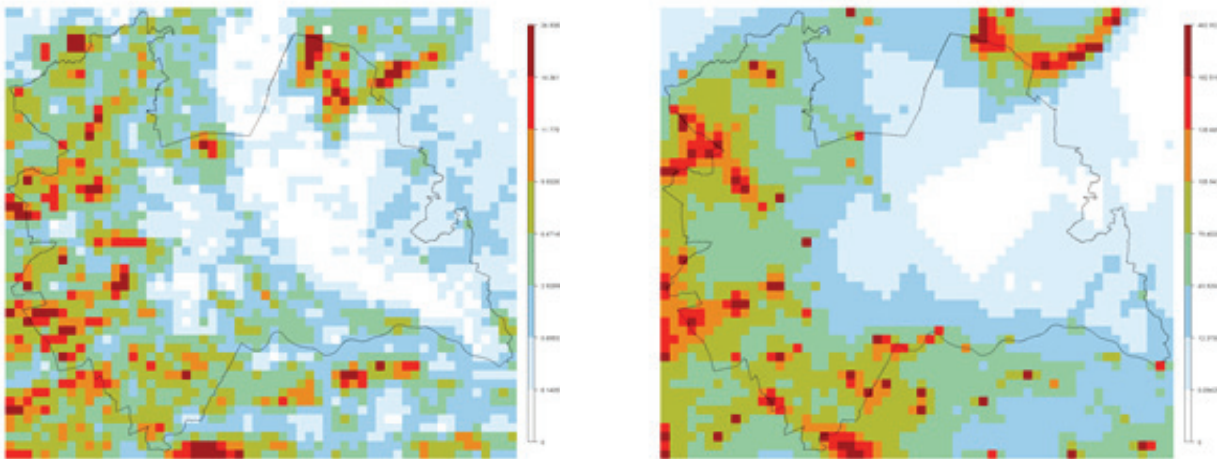


Fig. 5. Kaart van vliegbewegingen van Grote Zilverreiger in provincie Utrecht (rechts). Het beeld komt erg overeen met de individuele kaartbeelden van foeragerende en slapende vogels (links, gemodelleerde dichtheid op basis van meetnetdata); de maximale foerageerafstand van de soort is 15 km. Bij grotere afstanden zijn er grotere verschillen te verwachten.

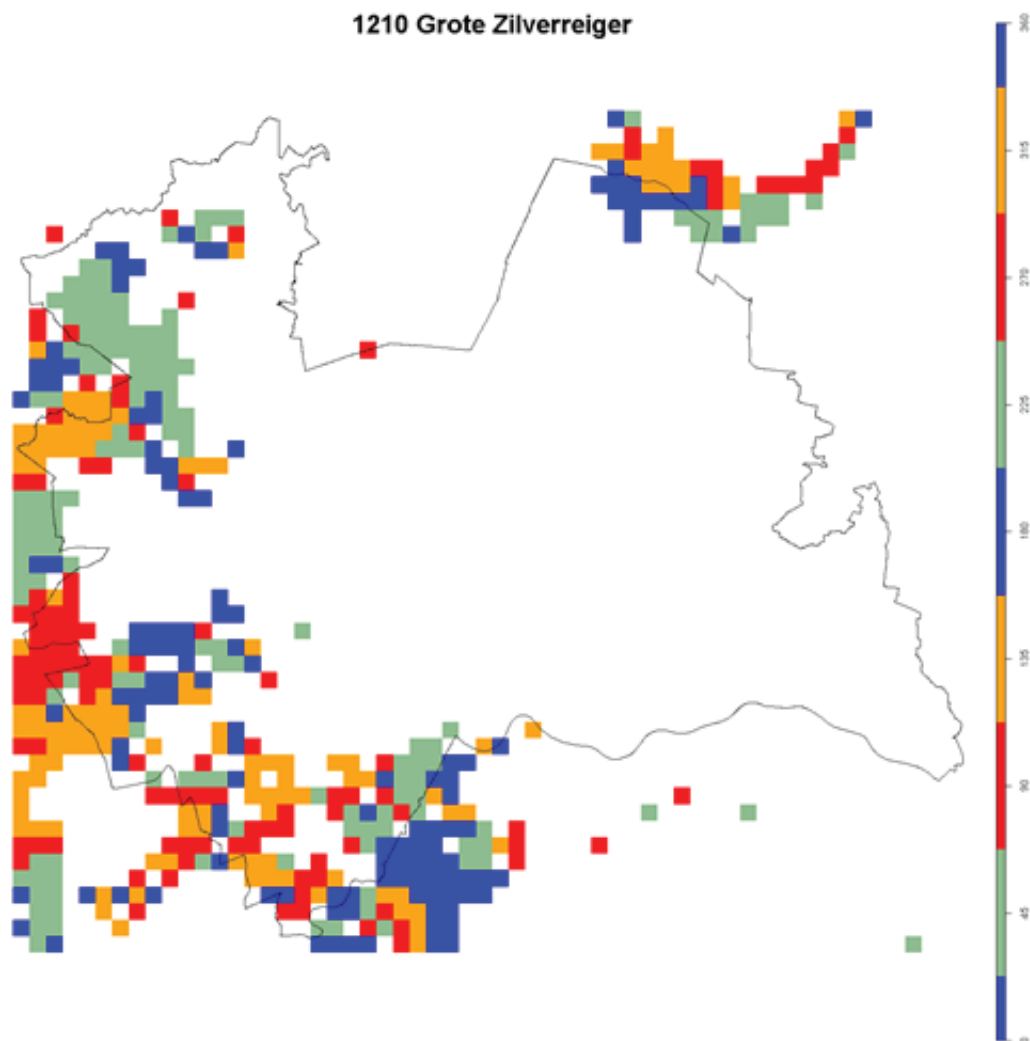


Fig. 6: Vliegrichtingen van de Grote Zilverreiger in provincie Utrecht. Per km hok is het gewogen gemiddelde van de vliegrichting bepaald. De legenda geeft de richting in graden aan.

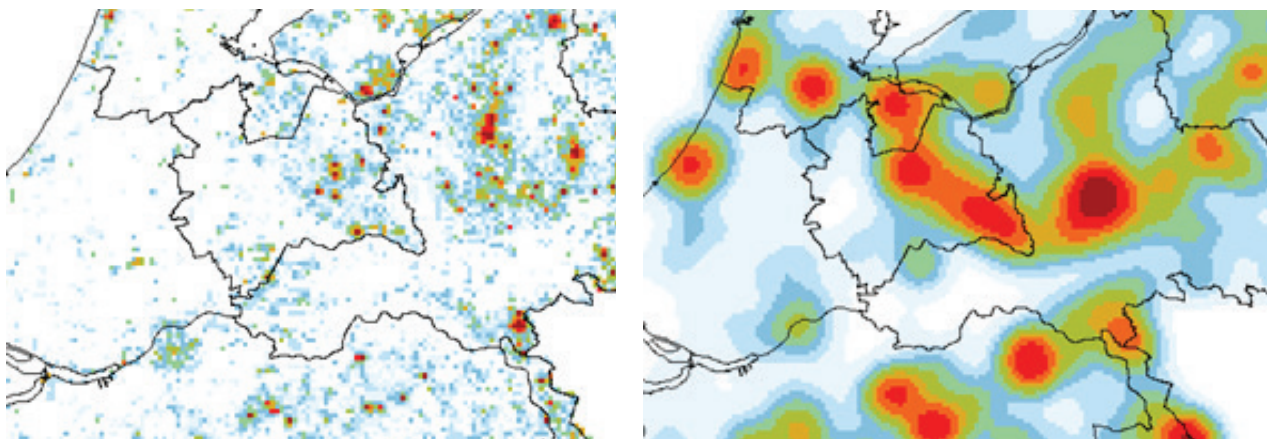


Fig. 7. Voorbeeld Wespandief: Dichtheidskaarten op basis van meetnetgegevens (links) worden tijdens de modellering aangevuld met incidentele waarnemingen uit de NDFF om zo te komen tot een goede weergave van vliegbewegingen (rechts).

3.4. Aanvullende afwegingen schaarse soorten

Incidentele waarnemingen uit de NDFF zijn gebruikt om voor schaarse soorten alsnog alle beschikbare informatie te gebruiken zodat vliegbewegingen goed

in beeld komen. In Figuur 7 is deze werkwijze toegelicht aan de hand van het voorbeeld Wespandief.

4. Vogeltrek

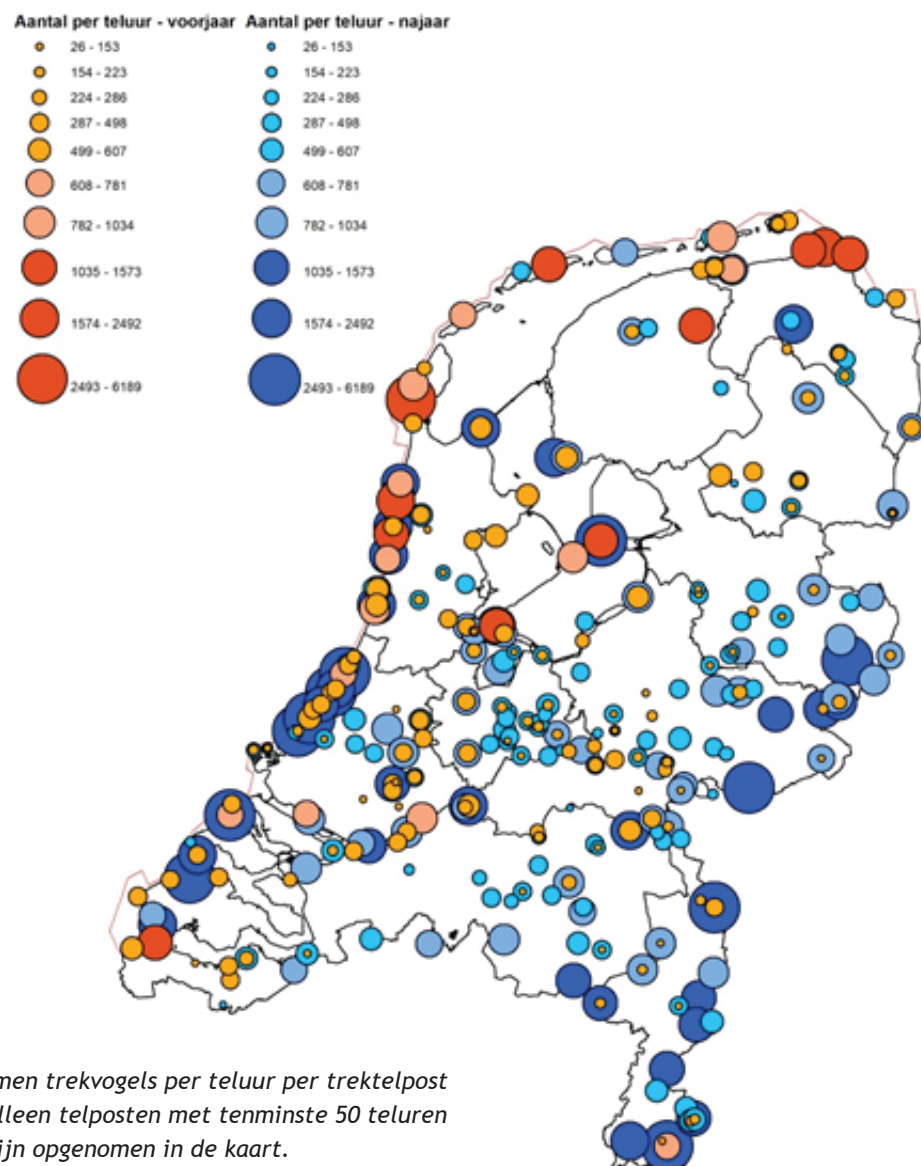
Beschikbare gegevens

Er zijn geen gebiedsdekkende gegevens beschikbaar over de sterkte en aantallen van soorten tijdens de voor- en najaarstrek. Om toch een beeld te kunnen schetsen over waar grote hoeveelheden vogels tijdens de trek vliegen, is gebruik gemaakt van een analyse op grond van de gegevens uit Trektellen.nl. Dit in combinatie met bestaande literatuur over trekbewegingen en ecologische kennis over vogelbewegingen. Hierdoor konden de belangrijkste vogeltrekroutes in Nederland op kaart worden gezet.

Methodiek

In Nederland worden zowel in het voorjaar als in het najaar op vele honderden locaties trekvogels geteld, de zogenaamde zichtbare landtrek (figuur 8). Dat is een belangrijk verschil met de trekstromen 's nachts. Dat betreft vaak heel andere soorten en

ook speelt die trek zich vaak af in de hogere luchtlagen zoals bijvoorbeeld blijkt uit radarbeelden. De zichtbare landtrek overdag kan zich in veel gevallen ook in lagere luchtlagen afspelen (<150 meter) en wordt daarmee relevant voor het aanvaringsprobleem. Door te kijken naar de patronen van deze tellingen kunnen we iets zeggen over de plekken waar zich deze zichtbare landtrek met name afspeelt. Daarvoor zijn de gegevens van de telposten gebruikt, verzameld in het portal Trektellen.nl. Hier zitten telposten tussen die zo nu en dan eens tellen en telposten waar dagelijks zowel in voor- als najaar wordt geteld. Uit het gegevensbestand zijn de telposten geselecteerd waar in het voorjaar en/of het najaar tenminste 50 uur is geteld in de periode 2010-2020. Vervolgens is het totaal aantal waargenomen vogels per seizoen (voorjaar/najaar) in 2010-2020 gedeeld door het totaal aantal teluren. Dit levert de trek-



Figuur 8. Aantal waargenomen trekvogels per teluur per trektelpost in de periode 2010-2020. Alleen telposten met tenminste 50 teluren in het voor- en/of najaar zijn opgenomen in de kaart.

sterkte per telpost per seizoen op (figuur 9). Voor de trekvogelkaart is geen onderscheid gemaakt tussen soorten, maar is de aandacht gericht op de massaliteit van de trek: op plaatsen met veel vogeltrek verwachten we ook relatief veel aanvaringen. Het gaat dan met name over grote aantal kleinere zangers, zoals vinkachtigen, lijsters, duiven, maar ook ganzen en kraanvogels.

Uit figuur 8 blijkt meteen dat de meeste trek te zien is langs de kust, het IJsselmeer en zuidoost-Nederland. Voor toepassing in dit project is het echter noodzakelijk om dit kaartbeeld in een vlakdekkend kaartbeeld om te zetten zodat de informatie van de trekvogels kan worden gecombineerd met de kaarten van de broed- en wintervogels. Hiervoor is eerst per telpost de maximale treksterkte over voor- en najaar berekend. Vervolgens is met Nearest Neighbour-interpolatie deze informatie omgezet in een vlakdekkend kaartbeeld.

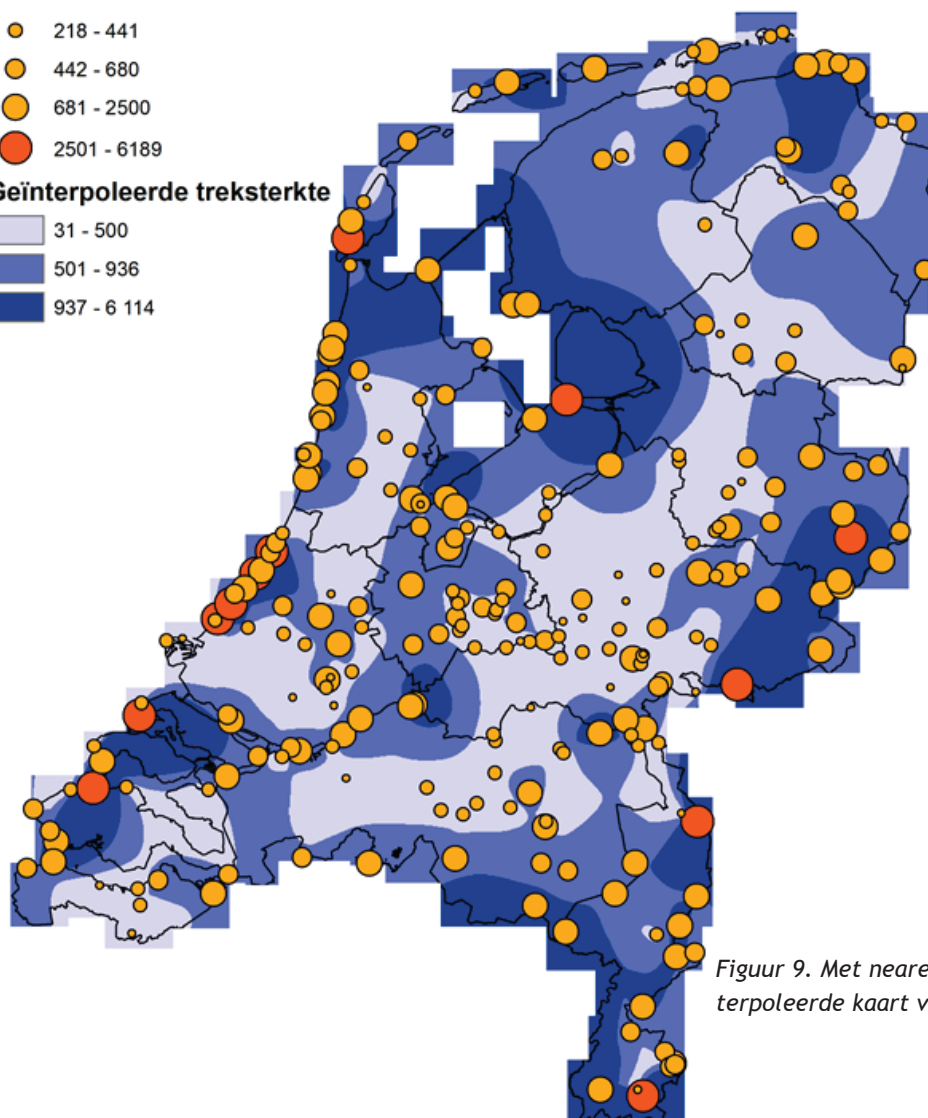
De met Nearest Neighbour geïnterpoleerde kaart met de treksterkte per telpost geeft al een goed beeld van de verschillen in treksterkte binnen Nederland (figuur 9). Deze kaart heeft echter nog een aantal handmatige aanpassingen. Zo vliegen de vogels vanzelfsprekend ook langs de kust bij Hoek van Holland, maar ligt daar geen telpost die dat heeft vastgelegd. Doordat op de punt van de Maasvlakte veel minder vogels worden geteld, ontstaat door de interpolatie een onjuist beeld van de treksterkte aldaar. De handmatig aangepaste kaart levert een kaart op waarin de trekpatronen logischer zijn, maar ook de sterke invloed van een stuwingspunt zoals de noordkant van Flevoland wordt beperkt (figuur 10). Dit resulteert, naast de stuwingslijn langs de kust, twee stuwingspunten in Flevoland en een stuwingspunt bij de Eemshaven, in een beeld met twee belangrijke trekstromen over Nederland met duidelijk hogere aantallen in onder meer het IJsselmeergebied en zuidoost-Nederland.

Maximaal aantal vogels per teluur

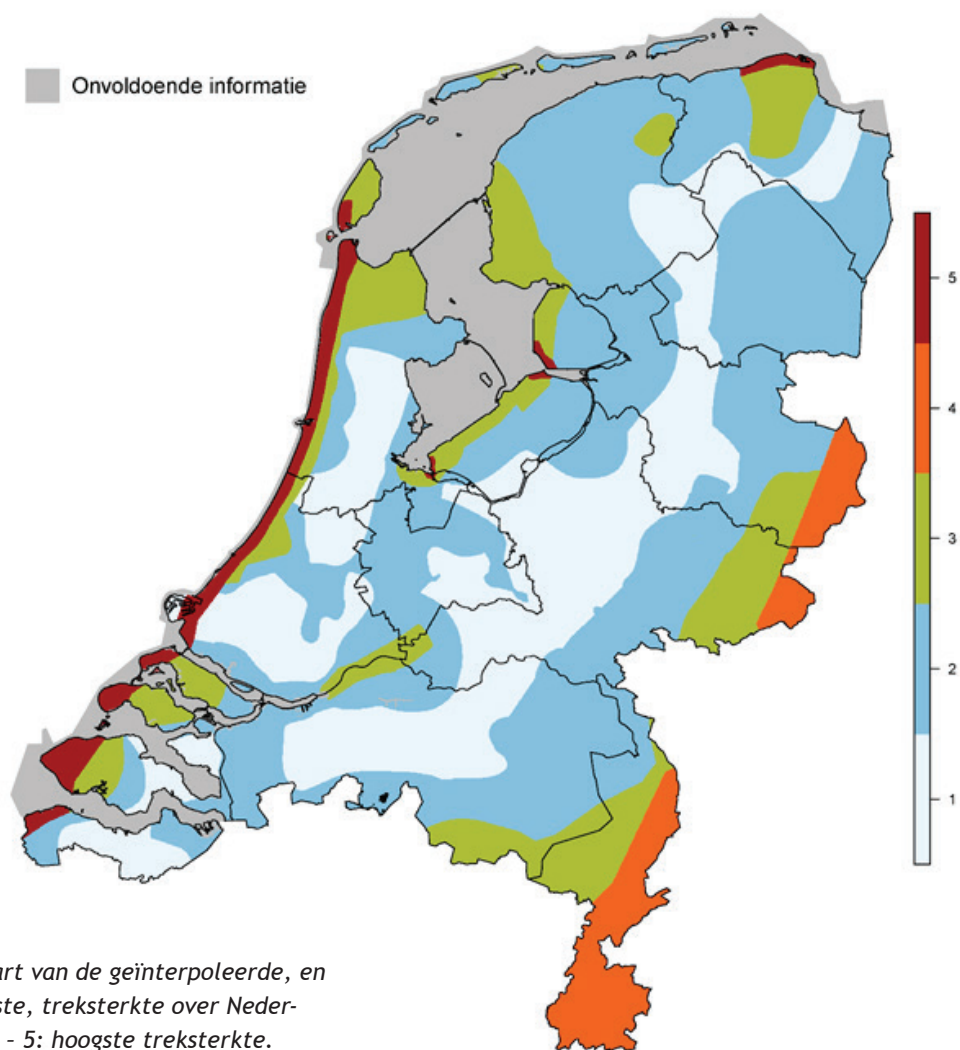
- 0 - 217
- 218 - 441
- 442 - 680
- 681 - 2500
- 2501 - 6189

Geïnterpoleerde treksterkte

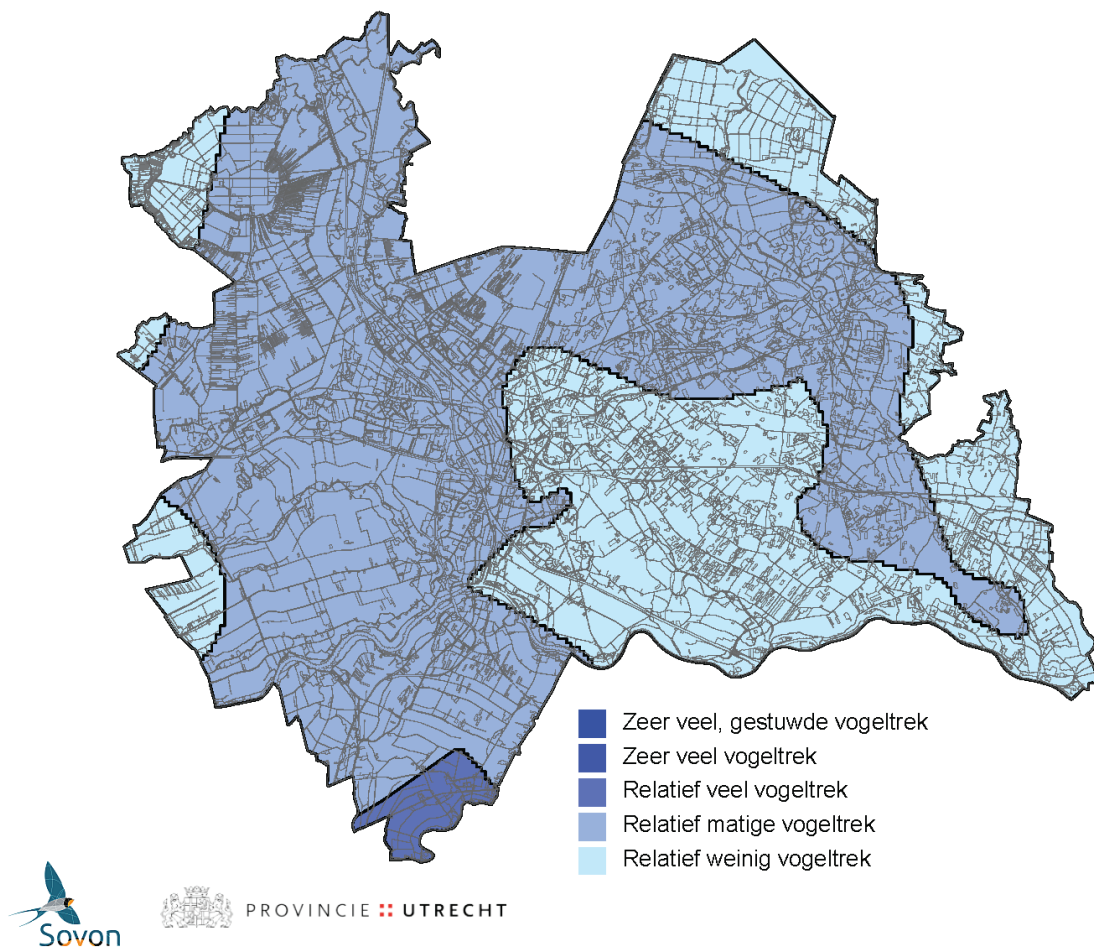
- 31 - 500
- 501 - 936
- 937 - 6114



Figuur 9. Met nearest neighbour-interpolatie geïnterpoleerde kaart van de treksterkte per telpost.



Figuur 10. Uiteindelijke kaart van de geïnterpoleerde, en daarna handmatig aangepaste, treksterkte over Nederland. 1: laagste treksterkte - 5: hoogste treksterkte.

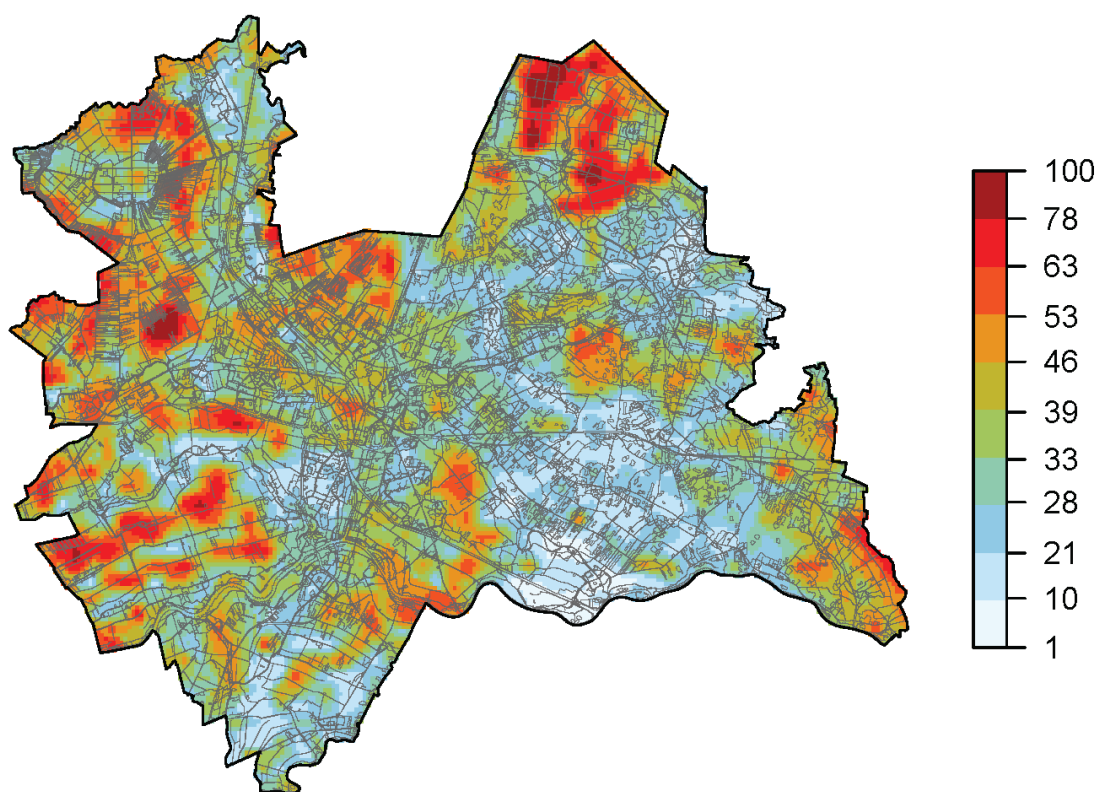


Figuur 11. Treksterkte kaart voor Provincie Utrecht. Relatief beeld van zichtbare landtrek.

5. Kaartbeelden belangrijke verspreidingsgebieden en vliegbewegingen vogels

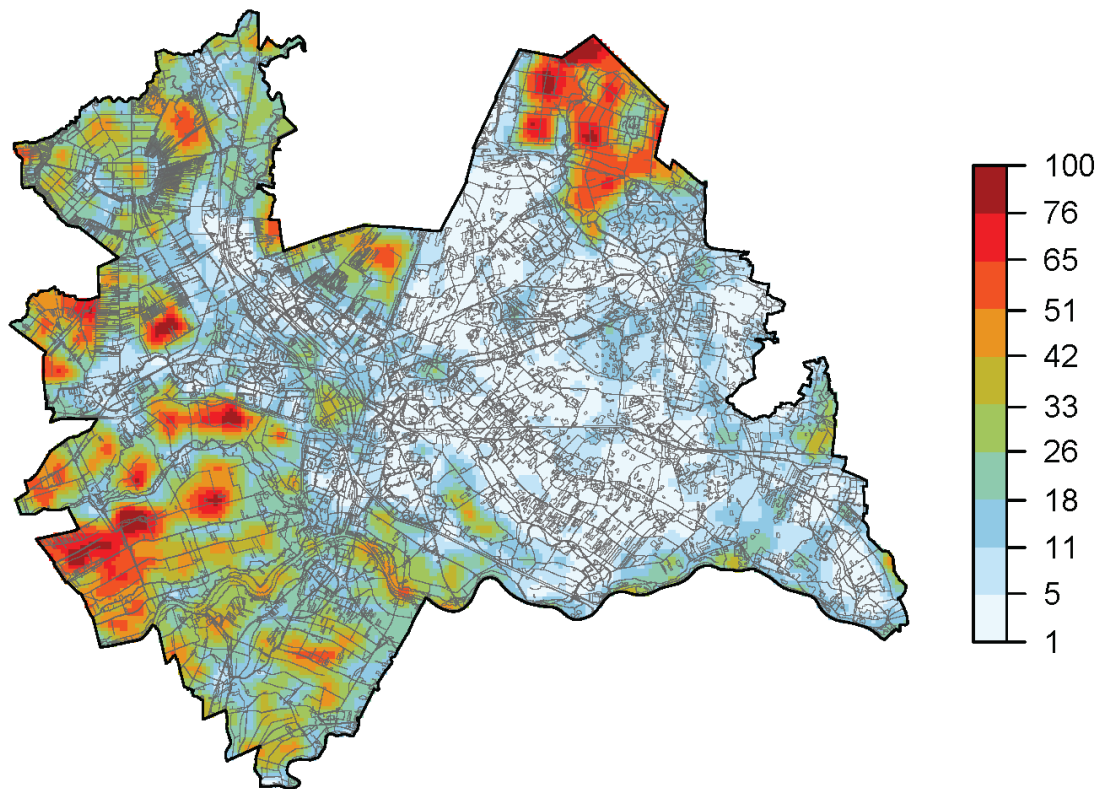
In de soortenmatrix is aan elke soort een waarde (kwetsbaarheidsscore) toegekend waarbij kwetsbare soorten met afnemende populaties die een hoog risico lopen de hoogste waarde is toegekend. De kwantielkaarten per soort zijn vermenigvuldigd met deze waardering en vervolgens bij elkaar opgeteld. Dit levert per seizoen (broedseizoen en niet-broedseizoen, Figuren 12 en 13) een risicowaarderingskaart op die aangeeft wat de verschillen zijn ten aanzien van kwetsbaarheid voor effecten van windturbines op

land. Aanvullend is in één gezamenlijk kaartbeeld voor broedseizoen en niet-broedseizoen het cumulatieve beeld weergegeven (Figuur 14), waarbij steeds de maximale waarde uit een van beide seizoenen het beeld bepaalt. Bij de duiding van dit kaartbeeld dient men steeds de beide afzonderlijke kaartbeelden van broedseizoen en niet-broedseizoen te raadplegen. De in Figuren 12, 13 en 14 getoonde kaartbeelden zijn als interactieve pdf bestanden (digitale bijlage) en als GIS bestanden beschikbaar.



PROVINCIE :: UTRECHT

Fig. 12. Gevoeligheidskaart voor broedvogels op basis van belangrijke verspreidingsgebieden en vliegbewegingen. Cumulatief kaartbeeld voor alle vogelsoorten uit de soortenmatrix, gewogen met de kwetsbaarheidsscore. Relatieve schaal van 1 (weinig risico's voor aanwezigheid gevoelige soorten) tot 100 (hoog risico voor aanwezigheid gevoelige soorten).



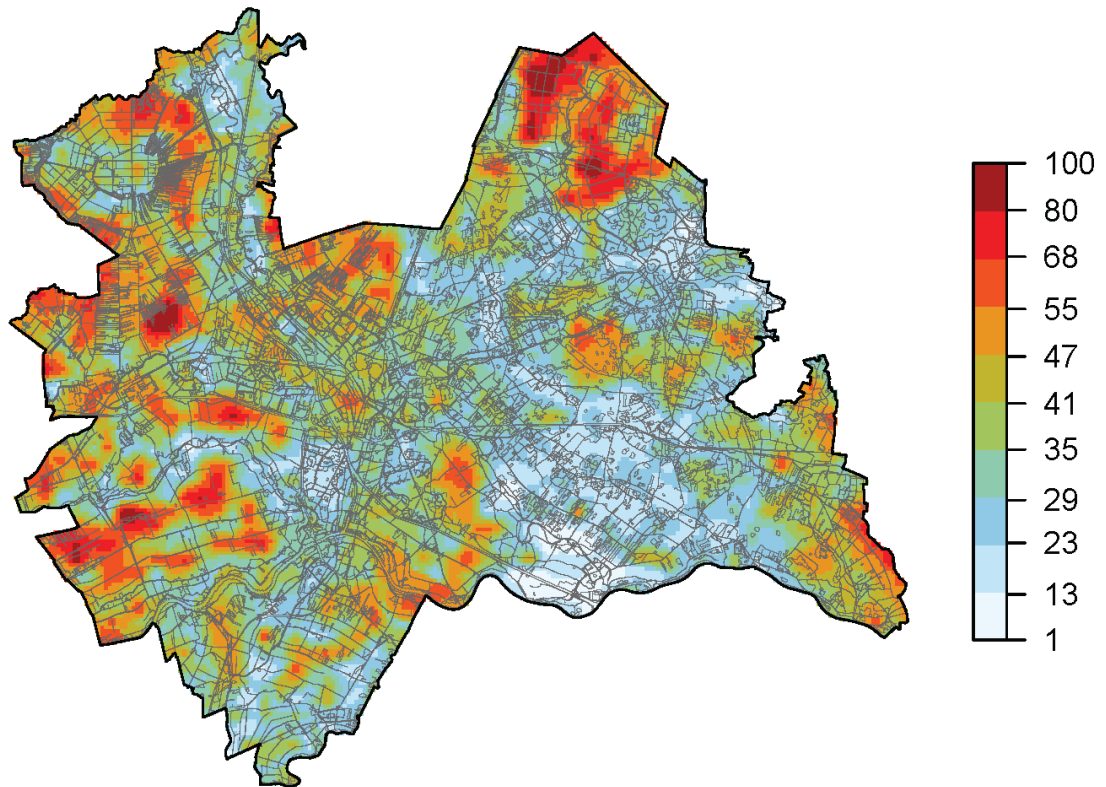
PROVINCIE :: UTRECHT

Fig. 13. Gevoeligheidskaart voor niet-broedvogel op basis van belangrijke verspreidingsgebieden en vliegbewegingen. Cumulatief kaartbeeld voor alle vogelsoorten uit de soortenmatrix, gewogen met de kwetsbaarheidsscore. Relatieve schaal van 1 (weinig risico's voor aanwezigheid gevoelige soorten) tot 100 (hoog risico voor aanwezigheid gevoelige soorten).

5.1. Hoe moet ik de kaarten lezen? De rol van de kaartschalen.

De kaarten geven in kleuren de mate weer waarin in een bepaald gebied vogelsoorten worden verwacht die gevoelig zijn voor de negatieve impact van windturbines, hetzij doordat er een reële kans is op aanvaringen waardoor relevante sterfte optreedt, hetzij doordat er een reële kans is dat dusdanige verstoring optreedt dat effecten op populaties te zien zijn. Vanuit de optiek van vogels zijn deze kansen dus in feite risico's, ze geven de kans aan dat negatieve gevolgen optreden. De uitdrukking *reële kansen* is belangrijk omdat zij aangeeft dat het om ingeschatte kansen gaat en niet om zekerheden. In de roodtinten zijn gebieden weergegeven met hogere kansen, in de witte-blauwe tinten zijn de gebieden aangegeven met de lagere kansen. Het is belangrijk om te realiseren dat de kaartkleuren geen absolute en normatieve waarden geven voor de risico's maar relatieve. Een regionale kaart zoals die voor een RES

of een provincie is zodanig gemaakt dat er een goed zichtbaar gedifferentieerd verschil is tussen diverse locaties binnen de regio. Maar indien we zouden uitzoomen naar bijvoorbeeld een kaart voor geheel Nederland voor een meer nationale benadering, dan kunnen bepaalde verschillen binnen de regio wegvallen of minder goed zichtbaar worden, omdat de schaal van de legenda-waarden kan veranderen en er dus een andere legenda-indeling kan ontstaan. In het geval van een gebied dat gelegen is in een regio met relatief hoge waarden ten opzichte van de rest van Nederland zal de gehele regio op de schaal van Nederland veel minder duidelijke differentiatie krijgen en bijna geheel rood kleuren. Iets vergelijkbaars gebeurt als we gaan kijken naar een gebied waar het gemiddelde ten opzichte van de rest van Nederland heel laag is. Deze regio zal in de nationale kaart met name wit en blauw ogen. Dat lijkt lastig te interpreteren. Maar het schakelen van landelijk naar regionaal is van belang. De landelijke kaart geeft met name risico's aan op een schaal waarmee regio's die-



PROVINCIE UTRECHT

Fig. 14. Maximale cumulatieve gevoeligheidskaart voor broedvogels en niet-broedvogels samengenomen op basis van de maximale gevoeligheidswaarde bij stapeling van beide seizoenen (Fig. 12 en 13). Cumulatief kaartbeeld voor alle vogelsoorten uit de soortenmatrix, gewogen met de kwetsbaarheidsscore. Relatieve schaal van 0 (weinig risico's voor aanwezigheid gevoelige soorten) tot 100 (hoog risico voor aanwezigheid gevoelige soorten).

nen te worden vergeleken. Om binnen een regio te kijken naar gebieden met relatief hoge en lage waar-

den zouden regionale kaartbeelden vervaardigd en gebruikt moeten worden.

6. Disclaimer voor het gebruik van de vogelkaart-beelden

De gepresenteerde kaartbeelden zijn gemaakt op een zo goed mogelijke interpretatie van de beschikbare gegevens en kennis over de ecologie van soorten. Het is wel goed om te realiseren dat dit omgeven is door onzekerheden en beperkingen waar in het gebruik van de kaarten rekening mee moet worden gehouden. Tevens moet men bij het gebruik van de gegevens en de kaarten steeds de doelstelling van deze kaarten voor ogen houden. We benoemen hier de belangrijkste onzekerheden/beperkingen in relatie tot het gebruik van de kaarten:

- Uitgangspunt voor de soortkeuze die aan de kaartbeelden ten grondslag ligt is dat een inschatting wordt gemaakt of soorten gevoelig worden geacht zijn voor sterfte en/of verstoring als gevolg van de aanleg en het gebruik van windturbines. Dat levert dus een generieke inschatting op per soort voor alle gebieden waar deze voorkomt. Of op die specifieke locaties ook daadwerkelijk statistisch of juridisch significante effecten optreden is niet bepaald en dus uit de kaartbeelden af te leiden.
- De gepresenteerde kaartbeelden bevatten geen inschattingen over werkelijke sterftekansen door aanvaringen en zijn ook geen vervanging daarvan, hetgeen betekent dat met de gepresenteerde informatie geen inschattingen kunnen worden gemaakt wat eventuele plaatsing van windturbines betekent voor lokale, regionale of landelijke populaties van de gevoelige soorten.
- Naast het ontbreken van locatie-afhankelijke en specifieke inschattingen zit er tevens een onzekerheid aan de inschattingen over de gebieden waar een soort daadwerkelijk voor komt. In sommige gevallen is het voorkomen redelijk tot goed voorspelbaar, bijvoorbeeld van soorten die in kolonies broeden, in andere gevallen is dit veel minder het geval en is bijvoorbeeld alleen sprake van een grote kans op voorkomen, geen zekerheid. Dat geldt onder meer voor meer dynamische bewegin-

gen die soorten maken in de trektijd en tijdens de overwintering.

- Omdat per definitie de kaarten zijn opgebouwd uit informatie in het recente verleden hoeven ze niet per se de actuele stand van zaken met betrekking tot het voorkomen van vogels te weerspiegelen. Dit zal naar de toekomst toe waarschijnlijker worden. Uiteraard is mogelijk om dan de kaartbeelden met recentere informatie te actualiseren.
- Het gecombineerde kaartbeeld voor broedseizoen en niet-broedseizoen geeft het maximale beeld uit beide seizoenen weer. Bij gebruik en duiding van dit kaartbeeld zijn steeds de beide afzonderlijke kaartbeelden van broedseizoen en niet-broedseizoen te raadplegen.

Door gebruik te maken van kaartbeelden die over meerdere soorten gaan, is een deel van de onzekerheden met betrekking tot locatie en actueel voorkomen te verkleinen, en zijn we in staat om betrouwbaar gebieden aan te geven waar meer of minder risico bestaat op negatieve effecten. In die zin kunnen de kaarten gebruikt worden als 'zoekkaarten' voor gebieden waar mogelijk weinig risico op negatieve effecten zijn of als risicokaarten voor gebieden waar een grote kans op negatieve effecten te verwachten valt. Daarmee kunnen ze niet dienen ter vervanging van (meer gedetailleerde) studies die nodig zijn om mogelijke effecten van windturbine(parken) op specifieke planlocaties en soorten in te schatten. Daarvoor is het nodig dat naast zicht op aanwezigheid en vliegbewegingen van soorten ook inschattingen worden gedaan over concrete aanvaringsrisico's en eventuele impact op de lokale populaties. Dat kan betekenen dat er andere meer gedetailleerde inschattingen worden gevraagd, bijvoorbeeld naar aanleiding van aanvullend onderzoek (middels bijv. radar en zenderstudies), overeenkomstig de vereisten die voortvloeien uit de Wet natuurbescherming en andere relevante regelgeving.

Deel B. Vleermuizen

Herman Limpens, Marjolein van Adrichem, Martijn van Oene, Martin Epe (Zoogdiervereniging)
Lieuwe Anema, Roland van der Vliet (Bureau Waardenburg)

7. De impact van windturbines op vleermuizen

De afgelopen decennia is er veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen windturbines en vleermuizen (Arnett *et al.*, 2016; Brinkmann *et al.*, 2011; Gaultier *et al.*, 2020; Hurst *et al.*, 2016; Limpens *et al.*, 2007, 2013; Voigt *et al.*, 2012, 2015). Daaruit komt naar voren dat windturbines potentieel veel slachtoffers kunnen maken. Ook blijkt uit studies dat verstoring en/of een vermindering van (de kwaliteit van) het leefgebied kunnen optreden, maar dit is voor vleermuizen een minder groot probleem. Windturbines kunnen via bovenstaande aspecten een significant negatief effect hebben op de Staat van Instandhouding. Gezien het feit dat alle soorten vleermuizen beschermd zijn via plaatsing op Bijlage IV (en sommige soorten op Bijlage II) van de Europese Habitatrichtlijn, is dit een belangrijke constatering: de Staat van Instandhouding voor deze beschermde soorten moet namelijk gunstig zijn/worden en blijven. De in de Nederlandse Wet natuurbescherming geïmplementeerde geboden en verboden van de Europese Habitatrichtlijn staan doden of verwonden van onder andere vleermuizen dan ook niet toe.

7.1. Mortaliteit

Vleermuizen worden slachtoffers als ze in directe aanraking komen met een draaiend rotorblad, maar een aanzienlijk deel van de slachtoffers ontstaat ook door de onderdruk die optreedt achter een rotorblad. Door dit zogenaamde barotrauma ontstaan inwendige bloedingen uiteindelijk met de dood tot gevolg (Arnett *et al.*, 2016; Cryan & Barclay, 2009; Gaultier *et al.*, 2020; Voigt *et al.*, 2015).

Er zijn geen aanwijzingen dat vleermuizen tegen de mast zelf aanvliegen, zoals vogels soms tegen gebouwen aanvliegen: met hun echolocatie kunnen ze stilstaande objecten zoals een turbinemast of stilstaand dan wel zeer langzaam draaiend rotorblad goed waarnemen. Met de echolocatie ligt de focus op een relatief smalle kegel naar voren over een relatief korte afstand, waarbij snel bewegende objecten van op-

zij, zoals een ronddraaiend rotorblad, niet of te laat waargenomen. Ook kunnen plekken met onderdruk niet geregistreerd worden. Gewenning aan draaiende rotorbladen en het gevaar van windturbines treedt niet op omdat ze nauwelijks de kans krijgen het te leren herkennen.

7.2. Aantrekkingskracht

Het blijkt dat windturbines onder specifieke omstandigheden een aantrekkende werking kunnen hebben op vleermuizen, hoewel die mogelijk verschilt tussen soorten en fasen in de jaarcyclus (Brinkmann *et al.*, 2011; Cryan *et al.*, 2014). Het kan dan gaan om aantrekking door licht, geluid, de windturbine als object en/of de (potentiële) aanwezigheid van voedsel (Cryan & Barclay, 2009); als er al studies zijn waarin deze hypothesen worden onderzocht dan zijn de resultaten niet eenduidig (Reimer *et al.*, 2018).

7.3. Verlies van leefgebied en verminderde kwaliteit leefgebied

Afhankelijk van de locatie van een windturbine kan er sprake zijn van een verminderde kwaliteit van de habitat. Bijvoorbeeld als verblijfplaatsen, verbindingen of foerageergebied moeten wijken voor windturbines.

7.4. Verminderde kwaliteit als gevolg van verstoring

Het geluid dat door windturbines wordt gemaakt kan een verstoring effect hebben, met name voor soorten die bij het jagen luisteren naar geluid dat een prooi maakt (Bach & Rahmel, 2004; Schaub *et al.*, 2008). Tevens kan geluid verstoring werken als er sociale communicatie plaatsvindt zoals bijvoorbeeld bij balts.

8. Gevoelige vleermuissoorten

Het bepalen van de aantallen slachtoffers die een windturbine maakt, is lastig omdat er sprake is van veel variabelen die van invloed kunnen zijn, zoals de weersomstandigheden, de periode van het jaar, de aanwezige soorten en hun aantallen en de omgeving, alsmede de kansen om slachtoffers te vinden in verschillende habitats (Limpens *et al.*, 2013). In de onderzoeken wordt dan ook een grote variatie gerapporteerd, in zowel de daadwerkelijk gevonden, als de op basis daarvan statistisch geëxtrapoleerde aantallen slachtoffers. Een bijkomende moeilijkheid is dat bij onderzoek rekening gehouden moet worden met de vindkansen, het verdwijnen van dode dieren en het feit dat vleermuizen met een barotrauma wellicht doorvliegen voordat ze sterven.

Desalniettemin is er inmiddels een redelijk consistent beeld ontstaan van welke soorten, in afhankelijkheid van de omstandigheden, een duidelijk

risico lopen slachtoffer te worden van windturbines (Richardson, 2015).

Het gaat in Nederland om de volgende zeven in Nederland voorkomende soorten: Rosse Vleermuis (*Nyctalus noctula*), Bosvleermuis (*Nyctalus leisleri*), Gewone Dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), Ruige Dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*), Kleine Dwergvleermuis (*Pipistrellus pygmaeus*), Tweekleurige Vleermuis (*Vespertilio murinus*) en Laatvlieger (*Eptesicus serotinus*). Al deze soorten komen voor in de provincie Utrecht, waarbij niet alle soorten gedurende de volledige jaarcyclus aanwezig zijn; zie verderop bij de soortbeschrijvingen. Andere soorten bewegen zich tijdens de verschillende fasen in hun jaarcyclus zodanig door het landschap en/of reageren niet op de situaties met een groter aanbod aan voedsel bij de turbines, zodat er geen (hoog) risico op slachtoffers te verwachten is.

Tabel 6. Selectie van in de provincie Utrecht waargenomen soorten en mate waarin ze als slachtoffer worden gevonden in de buurt van windturbines; vetgedrukt de soorten die meegenomen zijn in deze rapportage.

	in Nederland	in Noordwest-Europa
Baardvleermuis	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Brandts Vleermuis	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Watervleermuis	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Franjestaart	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Meervleermuis	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Gewone Grootoorvleermuis	onbekend	zelden of nooit gevonden als slachtoffer
Gewone Dwergvleermuis	relatief weinig	relatief vaak
Kleine Dwergvleermuis	onbekend	relatief vaak
Ruige Dwergvleermuis	relatief vaak	zeer vaak
Laatvlieger	onbekend	relatief vaak als in verspreidingsgebied
Tweekleurige Vleermuis	onbekend	relatief vaak als in verspreidingsgebied
Rosse Vleermuis	weinig	vaak
Bosvleermuis	onbekend	relatief vaak als in verspreidingsgebied

9. Ecologie van de vleermuizen

Na een algemeen stuk over de jaarcyclus van vleermuizen volgt per soort een overzicht van de belangrijkste informatie over voorkomen, Staat van Instandhouding en habitatvoorkeuren.

9.1. De jaarcyclus van vleermuizen

De vrouwtjes van vleermuizen verzamelen zich in het voorjaar in zogenaamde kraamkolonies; afhankelijk van de weersomstandigheden is dit eerder of later in maart/april. Daar worden de jongen geboren en gezoegd in de periode van mei tot en met juli. De mannetjes leven in die periode over het algemeen solitair of in kleine groepen. Vaak is er sprake van een netwerk aan verblijfplaatsen waartussen de dieren van een kolonie zich, inclusief hun jongen, gedurende het seizoen verplaatsen.

Elke avond en nacht gaan de dieren op jacht. Sommige soorten doen dit op korte afstand van hun verblijfplaats, maar andere soorten vliegen soms wel tientallen kilometers naar hun foerageergebied. Bij sommige soorten vliegen de dieren in een relatief hoge vlucht dwars over het landschap naar hun foerageergebied, in zogenaamde transitvluchten. Naast deze soortspecifieke verschillen is dit ook afhankelijk van bijvoorbeeld het aanbod aan voedsel en weersomstandigheden.

In het najaar vindt de paring plaats; dit gebeurt in en bij paarverblijfplaatsen die zich vaak bij elkaar in de buurt bevinden en soms ook bij winterverblijfplaatsen waarbij dan zogenaamd zwermgedrag plaatsvindt.

Vanaf eind oktober worden de winterverblijven opgezocht. Sommige soorten trekken hiervoor vanaf eind juli over grote afstanden (vele honderden tot

meer dan duizend kilometer) naar west/zuidwestelijkere gebieden. Bij andere soorten gaat het over kleinere afstanden van maximaal enkele tientallen kilometers, in alle richtingen van en naar winterverblijven.

Bij de soorten die over langere afstanden migreren fungeren de clusters van paarverblijven en het omringende landschap als pleisterplaats voor foerageren en overdagen.

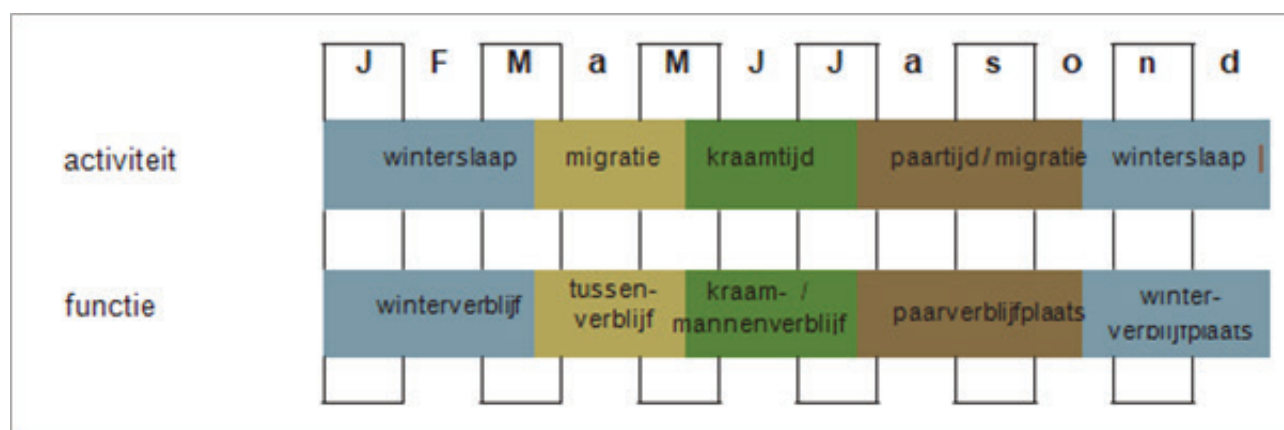
In de periode vanaf november tot begin maart gaan de dieren in winterslaap; sommige soorten kunnen in relatief warme perioden nog gaan foerageren.

De exacte begindatum en einddatum en daarmee de perioden kunnen in afhankelijkheid van de weersomstandigheden sterk verschillen.

In onderstaande paragrafen wordt een bondig overzicht gegeven van de habitat van de beschouwde soorten, voorkomen en verspreiding van de soort, de Staat van Instandhouding, de habitat en de perioden in de jaarcyclus die het meest relevant zijn in het kader van dit onderzoek.

Informatie over de habitat komt onder andere uit (Dietz *et al.*, 2011; Schober & Grammberger, 2001). De informatie over voorkomen en verspreiding van de soorten zijn voor het overgrote deel zogenaamde losse waarnemingen en niet gebaseerd op systematisch onderzoek naar de verspreiding, zie onder andere: Limpens & Roschen, 1996, 2002; Norren *et al.*, 2019; Verboom & Limpens, 2004. De data zijn dus onvolledig en biased in ruimte en tijd.

Voor de informatie over de (landelijke) Staat van Instandhouding wordt hier gebruik gemaakt van de laatste rapportage aan de EU over de periode 2012-2018. Rapportage gebeurt via een online tool op de site van de EU; de resultaten zijn te vinden via deze



Figuur 15. Globaal overzicht jaarcyclus van vleermuizen (Limpens & Regelink 2017).

link: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/?period=5&group=Mammals&country=NL®ion=>.

9.2. Voorkomen en ecologie van de Rosse Vleermuis

De Rosse Vleermuis is met name gebonden aan de beschikbaarheid van boomholtes en daarmee gebonden aan veelal oudere bossen voor wat betreft de verblijfplaatsen. Deze bevinden zich zo goed als altijd in holten van bomen in bossen, landgoederen en parken. In Utrecht is de soort verspreid over de provincie waargenomen, maar relatief minder in het westelijk veenweidegebied. Er zijn veel waarnemingen aan de rand van steden en dorpen. De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Zeer ongunstig' op basis van het oordeel over de populatie.

Foerageren gebeurt deels in de omgeving van de verblijfplaatsen met afstanden van enkele kilometers, tot op tientallen kilometers afstand. In het laatste geval vliegen de dieren op grotere hoogte in een transitvlucht van verblijfplaats min of meer rechtstreeks naar de foerageergebieden (Roeleke *et al.*, 2016), in dit geval bijvoorbeeld de Randmeren en het rivierengebied. Verplaatsingen naar dichterbij gelegen foerageerhabitat gebeurt op een lagere hoogte langs landschapselementen zoals bomenlanen en bosranden. Bovendien kunnen dieren ook op grote hoogte gaan jagen (O'Mara *et al.*, 2019).

Waar er gefoerageerd wordt is in ieder geval afhankelijk van de locatie en de omgeving (hoe veel goed foerageerhabitat is er bijvoorbeeld), de periode in het jaar (tijdens de kraamtijd keren vrouwtjes regelmatig terug naar de verblijfplaats om hun jongen te zogen) en het weer (in relatie tot waar zich voldoende voedsel bevindt).

In het najaar komen er uit noordoostelijkere delen van Europa (vooral) vrouwtjes ons land binnen die door de aanwezige mannetjes worden verleid tot paring. Een deel van deze vrouwtjes, maar ook een deel van de vrouwtjes die in de zomer al in Nederland zijn, trekken door in zuidwestelijke richting, een ander deel blijft in Nederland hangen. Tijdens de trek vliegen de dieren waarschijnlijk afhankelijk van weersomstandigheden hoger of lager boven het landschap; er zijn waarnemingen van > 800 meter hoogte. Ze volgen tijdens de migratie naar alle waarschijnlijkheid globaal vaste routes en bezoeken vaste stop-overs, omdat ze op die manier verzekerd zijn van voldoende voedselplekken, het aandoen van baltsgebieden en locaties om veilig de dag door te kunnen brengen.

9.3. Voorkomen en ecologie van de Bosvleermuis

De Bosvleermuis is een in Nederland zeldzaam voorkomende soort met een zwaartepunt in de provincies Overijssel, Gelderland, Limburg en Noord-Brabant. Ook uit de provincie Utrecht zijn waarnemingen bekend. De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Onbekend' omdat er te weinig informatie over populatie, leefgebied en toekomstperspectief beschikbaar is.

De zomerverblijfplaatsen zijn meestal bomen en er wordt gedurende het seizoen regelmatig gewisseld, meestal over afstanden van enkele kilometers en tezamen een netwerk van tientallen plekken beslaand. De soort foerageert in bossen, kleinschalige agrarisch landschap en waterrijke gebieden langs bomenlanen en bosranden, maar ook hoog boven water, moeras en bij verlichting. Net als de Rosse Vleermuis kan de Bosvleermuis ook op honderden meters hoogte gaan jagen (ongepubliceerde data René Janssen). Het is bekend dat deze soort over grote afstanden kan trekken (tot zelfs meer dan 1500 kilometer (Hutterer *et al.*, 2005), maar uit Nederland zijn tot op heden nog geen bewijzen van doortrekkende dieren.

9.4. Voorkomen en ecologie van de Gewone Dwergvleermuis

De Gewone Dwergvleermuis is de meest voorkomende vleermuis in Nederland die bijna overal kan worden aangetroffen. Ook in de provincie Utrecht is de soort wijdverspreid (met lagere dichtheden van waarnemingen (NDFF) in het open veenweidelandschap aan de westkant en de Heuvelrug aan de zuidoostkant). De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Onbekend'.

De soort heeft haar verblijfplaatsen in of bij gebouwen; bijvoorbeeld in spouwmuren, achter gevelbetimmering, daklijsten of in vleermuiskasten.

De foerageergebieden liggen meestal binnen een straal van enkele kilometers. Deze soort foerageert in diverse omgevingen, maar vaak wel met enige mate van beschutting: bosranden, tuinen, parken en water. Tijdens warmere, windstille avonden/nachten gaan de dieren meer het open gebied in en vliegen dan ook hoger omdat de insecten dat ook doen. Ze doen dit meestal pas laat in de avond als het donkerder is. Op weg naar hun foerageergebieden maken ze gebruik van vaste vliegroutes langs lijnvormige elementen in het landschap.

De winterverblijfplaatsen van de Gewone Dwergvleermuis bevinden zich meestal op een afstand van maximaal enkele tientallen kilometers van hun zomerverblijfplaatsen.

9.5. Voorkomen en ecologie van de Ruige Dwergvleermuis

In Nederland zijn de grootste aantallen Ruige Dwergvleermuizen aanwezig in het najaar, het seizoen van migratie, balts en paring. Dat is de periode dat de vrouwtjes, afkomstig uit de kraamkolonies in het noordoostelijke deel van Europa, Nederland binnen- en doortrekken. Ze trekken hierbij vanaf augustus over een afstand van vele honderden kilometers in zuidwestelijke richting en volgen daarbij grotere landschapselementen zoals kustlijnen, rivieren en rivierdalen. In de zomer komt de Ruige Dwergvleermuis relatief weinig in Nederland voor. Het gaat dan meestal om solitaire mannetjes, maar ook jonge vrouwtjes worden hier aangetroffen en recent ook kraamverblijfplaatsen. De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Matig ongunstig'.

9.6. Voorkomen en ecologie van de Kleine Dwergvleermuis

Deze soort is pas aan het eind van het vorige millennium officieel onderscheiden van de Gewone Dwergvleermuis, waar de soort zeer op lijkt. Er zijn in Nederland sinds 2007 wel regelmatig waarnemingen, maar een kraamverblijf werd pas in 2019 voor het eerst vastgesteld; dit was in Zuid-Holland. Deze soort wordt in de volgende rapportage naar de EU meegenomen. Van de soort worden in de provincie Utrecht regelmatig waarnemingen gedaan. De soort heeft een levenswijze en habitatvoorkeuren min of meer vergelijkbaar met de Gewone Dwergvleermuis; in deze rapportage wordt de soort in de modellering van het risico vanuit het foerageren in zomer- en kraamtijd daarom gelijk gesteld aan de Gewone Dwergvleermuis. Dit geldt niet voor de migratie over korte afstand, die voor noordwest Europa alleen voor de Gewone Dwergvleermuis bekend is.

9.7. Voorkomen en ecologie van de Tweekleurige Vleermuis

Dit is een zeldzame soort in Nederland die tot nu toe met name in de noordwestelijke helft van Nederland wordt waargenomen. Binnen de provincie Utrecht worden verspreid waarnemingen gedaan. Dit is vooral in de bebouwde omgeving waar ze hun verblijfplaatsen in huizen hebben (in Maarssenbroek is een kraamkolonie bekend die gebruik maakt van een netwerk aan verblijfplaatsen) en in waterrijke gebieden waar gevoerageerd wordt. De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Matig ongunstig'.

Het foerageergebied bevindt zich tot op maximaal zo'n 20 kilometer van de verblijfplaats, waarbij de vrouwtjes over het algemeen dichterbij blijven. Het foerageren gebeurt in open gebieden op een hoogte van 10 tot 40 meter.

Op basis van ringgegevens weten we dat in het najaar dieren uit de Baltische staten en Noord-Duitsland in het najaar in ons land worden gevonden. Trek van de Tweekleurige Vleermuis vindt over het algemeen plaats op grotere hoogte, waarbij onderweg waarschijnlijk min of meer vaste plekken worden aangedaan om te foerageren, paren en overdagen.

9.8. Voorkomen en ecologie van de Laatvlieger

De Laatvlieger is een verspreid door Nederland voorkomende soort. De Staat van Instandhouding voor de periode 2012-2018 is 'Matig ongunstig'.

De zomerverblijfplaatsen (kraamkolonies en solitaire verblijfplaatsen van mannetjes) bevinden zich in of aan gebouwen: voornamelijk op zolders, in spouwmuuren, in spleten achter gevelbekleding en achter vensterluiken.

Vandaar vliegen de dieren via vliegroutes naar hun jachtgebieden die meestal binnen een straal van 5 kilometer gelegen zijn, maar soms ook tot op 12 kilometer afstand liggen. De vliegroutes ernaartoe liggen

Tabel 7. Overzicht in welk functioneel landschap welke soorten in Nederland gevoelig gebleken zijn voor mortaliteit door windturbines.

soort	migratielandschap (trektijd)	transitgebied (kraamtijd)	foerageergebied (kraamtijd)
Rosse Vleermuis	x	x	
Bosvleermuis	x	x	
Gewone Dwergvleermuis	x		x
Ruige Dwergvleermuis	x		x
Kleine Dwergvleermuis			x
Tweekleurige Vleermuis	x	x	
Laatvlieger			x

vaak langs lijnvormige elementen zoals bomenrijen, hagen, waterwegen en wegen, maar met een lossere binding in vergelijking tot bijvoorbeeld de Gewone Dwergvleermuis. Er is voor deze soort niets bekend over transitvluchten waarbij over grotere afstanden op hoogte naar foerageergebieden gevlogen wordt. De Laatvlieger foerageert op verschillende soorten

insecten, maar heeft bij aanwezigheid de voorkeur aan soorten als meikever, junikever en mestkever. De habitat waarin ze voornamelijk foerageren is het agrarische gebied en de randen van de bebouwing en bossen, maar ook in centra van grotere steden, in parken, bosranden, bij waterpartijen en in boomweiden.

10. Gevoelige periodes vleermuizen

De meeste slachtoffers vallen in twee specifieke periodes in de jaarcyclus van de vleermuizen: gedurende de migratie en in de kraamtijd.

10.1. Migratieperiode

Van vijf van de zeven in Tabel 1 genoemde soorten is bekend dat ze een verhoogde kans hebben om slachtoffer te worden in de periode van met name de najaarsmigratie (vanaf half juli tot eind oktober). Wat deze soorten kwetsbaar maakt, is dat ze tijdens migratie relatief hoog in het landschap vliegen, waardoor de kans op een aanvaring met een windturbine ontstaat. Alleen de Laatvlieger verplaatst zich tussen kraamgebied en wintergebied niet op grotere hoogte. Sommige soorten zoals de Ruige Dwergvleermuis trekken, komend vanuit de Baltische staten, in west-zuidwestelijke richting over Nederland naar hun winterverblijfplaatsen. Voor een soort als de Gewone Dwergvleermuis gaat het om kleinere afstanden van kraamgebied naar (massa-)winterverblijven. Daarnaast hebben vleermuizen een hoge energiebehoefte tijdens de migratie. Komen ze al trekkend langs windturbines waar zich door weeromstandigheden grote hoeveelheden insecten kunnen bevinden, dan is er een aanzienlijke kans dat ze daar dan gaan foerageren met het risico op een aanvaring tot gevolg. Het aspect van het foerageren tijdens de migratie lijkt een groter risico op te leveren dan het aspect van het trekken op zich. In het voorjaar lijken er veel minder slachtoffers te vallen; waarbij de redenen waarom dat zo is nog onduidelijk zijn.

10.2. Zomer- en kraamperiode

In de kraamperiode (van mei tot en met juli) hebben met name de vrouwtjes veel energie nodig vanwege dracht en lactatie. Op zoek naar voldoende voedsel kunnen ze dan worden aangetrokken door een mogelijke insectenaccumulatie bij windturbines en op rotorhoogte gaan jagen, met een verhoogde kans op mortaliteit als gevolg. Dit speelt voor de soorten in deze rapportage vooral voor de Gewone Dwergvleermuis en de Laatvlieger en minder voor de andere soorten. Van de Ruige Dwergvleermuis komen in deze periode van het jaar weinig/nauwelijks exemplaren voor in Nederland. De Kleine Dwergvleermuis is erg zeldzaam en er is in Nederland tot nog toe maar één kraamverblijf bekend. Voor Utrecht is dat niet bekend. In de buurt van verblijven zou echter zeker met slachtof-

fers rekening moeten worden gehouden. De Rosse Vleermuis en de Tweekleurige Vleermuis worden minder als slachtoffer gevonden; wellicht is er bij deze soorten minder noodzaak om naar deze voedselconcentraties te gaan.

Behalve de slachtoffers die vallen door aantrekking tot turbines en foerageren in de buurt van de windturbines, is er in deze periode van het jaar ook nog een verhoogd slachtofferrisico doordat een aantal soorten van hun zomerverblijfplaatsen op weg naar hun verder liggende foerageergebieden op een grotere hoogte vliegen en daarbij in aanraking kunnen komen met de rotorbladen van de windturbines. Dit geldt met name voor de Tweekleurige Vleermuis, de Rosse Vleermuis en de Bosvleermuis.

10.3. Risico-inschatting

Zoals al eerder gesteld zijn er veel factoren die de kans bepalen of een individuele vleermuis slachtoffer wordt van een windturbine. Met hoge temperaturen, relatief weinig wind en weinig neerslag, kunnen meer vleermuizen aanwezig zijn bij de windturbines omdat bij die weersomstandigheden voedsel kan accumuleren bij de turbines en omdat onder die omstandigheden er meer migratiebewegingen zijn. In periodes met een hoge energiebehoefte (zoals tijdens de migratie- en de kraamperiode) is de kans op slachtoffers eveneens groter. Maar ook andere factoren dan weer en moment in de jaarcyclus spelen (mede) een rol:

- De landschappelijke positionering van verblijfplaatsgebied ten opzichte van het migratielandschap en foerageergebied;
- De afstand tussen specifieke verblijfplaatstypen en de windturbines: hoe kleiner deze is, hoe groter de kans dat er slachtoffers vallen. Afhankelijk van soort, seizoen en gedrag kan het gaan om zomer-, kraam-, paar- en winterverblijven;
- De nabijheid van foerageergebieden en voedselproducerende gebieden: hoe dichterbij de windturbine, des te meer slachtoffers er zullen vallen;
- De dichtheid van verbindende elementen in het landschap tussen verblijfplaatsen en voedselgebieden: zijn er hier meer van in de directe omgeving van de windturbine, dan zullen er eerder slachtoffers vallen dan wanneer de dichtheid laag is;
- De hoeveelheid en kwaliteit van het voedselhabitat: hoe meer en hoe beter, des te meer vleermuizen aanwezig zullen zijn die potentieel slachtoffer kunnen worden.

Al deze factoren (met verschillende uitwerking voor verschillende soorten) in onderlinge combinatie bepalen hoeveel slachtoffers er daadwerkelijk vallen. Een factor die ook in ogenschouw genomen moet worden is de abundantie van de soort. Is een soort in grote aantallen aanwezig dan zullen er, bij gelijk gedrag, meer slachtoffers vallen dan wanneer er in totaal maar heel weinig individuen zijn. En in dat laatste geval is de kans dat een getroffen exemplaar

van de soort ook daadwerkelijk wordt gevonden, ook weer lager. De abundantie van de soorten verschilt niet alleen per soort, maar ook gedurende het jaar. Alle bovenstaande factoren moeten mee worden genomen om een beeld te krijgen van de impact die een windturbine op een bepaalde plaats heeft op de populatie van de soorten en zijn daarom meegewogen bij de modelering voor de kaarten.

11. Parametrisatie vleermuizenkaartbeelden

Om tot een risicokaart voor ingrepen in het landschap te kunnen komen is het nodig om een inschatting van de geschiktheid van het landschap voor vleermuizen te maken op basis van vooraf geschatte parameters. Vanwege een gebrek aan empirisch onderzoek naar dergelijke parameters, zijn deze parameters voor een groot deel gebaseerd op expertkennis. Indien beschikbaar zijn gegevens vanuit onderzoek gebruikt.

Bij het bepalen van parameters en te gebruiken landschapselementen moeten natuurlijk keuzes worden gemaakt. Er is hierbij aan de ene kant zoveel mogelijk gebruik gemaakt van informatie over de ecologie van de soorten en aan de andere kant van de beschikbaarheid van geografische gegevens. Ook is bij het maken van keuzes rekening gehouden met de werkbaarheid en met de bruikbaarheid van het resultaat.

Voor elke bestaande combinatie van soort en type vliegbeweging zijn risicokaarten gemaakt. Waar de habitat het meest geschikt is, bestaat de grootste kans op vliegbewegingen en daarmee het grootste risico voor de betreffende vleermuissoort(en) in geval van ingrepen in het landschap.

Bij het modelleren zijn we – beknopt – als volgt te werk gegaan. Op basis van kennis en expertkennis is voor de relevante soorten een model gemaakt op basis van een set aan parameters voor relevante soort-functiecombinaties.

Het gaat daarbij om:

- het modelleren van de relatieve kans op voorkomen van de relevante soorten ten opzichte van relevante landschapskenmerken. Deze zijn in GIS beschikbaar (bos, water, bebouwde kom, hoogte gebouwen, verbindende elementen et cetera);
- waarbij het gaat om het voorkomen van de soorten met specifiek gedrag (migratie, transit vluchten en foerageren) dat leidt tot potentieel risico met betrekking tot windturbines¹;
- waarbij het gaat om de relatieve kans binnen een soort en thema (migratie lange afstand, migratie korte afstand, transitvluchten kraamtijd, foerageren kraamtijd)²;
- een op basis van expert judgement bepaalde afstand ten opzichte van het landschapselement (in relatie tot soort-functiecombinatie/gedrag), waarover de risicowaarde (i.c. de relatieve kans op voorkomen c.q. het relatieve risico) van 10 tot 0

afneemt;

- het werken met de aanname van een lineaire afname;
- een op basis van expert judgement bepaalde stapgrootte voor die afname van 100 meter, resulterend in toegekende waarde(n) per 100 x 100 meter gridcel;
- een op basis van expert judgement toegepaste stapsgewijze optelling, combinatie van en herschaling van risicowaarden vanuit de verschillende parameters (bijvoorbeeld waarden vanuit a, b en c optellen en herschalen (delen door 3), versus waarden vanuit a en b optellen en herschalen (delen door 2), dan optellen bij waarden vanuit c en herschalen (delen door 2);
- het aan-/uitzetten van de waarden voor foerageren kraamtijd op basis van de aan-/afwezigheid van verbindend landschap.

Voor alle soorten zijn de factoren beschreven die van belang of sturend zijn tijdens de verschillende vliegbewegingen. Vervolgens zijn hier, voor zover beschikbaar, relevante shapefiles (bestandstype voor geografische gegevens) met landschapselementen en structuren aan gekoppeld.

Voor de lange afstandsmigratie van de Rosse Vleermuis zijn bijvoorbeeld groter water en bos belangrijk. Hiervoor hebben we een selectie gemaakt van water breder dan 5 meter (Basisregistratie Topografie (BRT) TOP10NL). Op deze manier nemen we de belangrijkste richtinggevendende natte elementen mee, zonder dat we alle kleine, minder geschikte (polder)slootjes meenemen. Daarnaast hebben we een selectie gemaakt van alle bostypen (Basisregistratie Topografie (BRT) TOP10NL). De waarden van cellen rondom een landschapselement zijn bepaald aan de hand van de vliegafstanden per soort en het overeenkomstig aantal stappen op basis van 100 x 100 meter gridcellen.

Na een vergelijking met in de Nationale Databank Flora en Fauna beschikbare waarnemingen binnen het werkgebied (basale validatie), heeft er indien nodig een iteratie plaatsgevonden met een veranderde set en/of waarden van de parameters.

In Tabel 8 staan de parameters en waarden die gebruikt zijn bij de modellering die geleid heeft tot de meegeleverde kaarten. Vanwege de grote hoeveelheid rekentijd die met de modellering gepaard ging, is er voor gekozen om niet te werken met een buffer

¹ Hierin is verdisconteerd dat turbines insecten en daarmee vleermuizen kunnen aantrekken.

² Hierdoor zijn thema's per soort, of verschillende soorten per thema, of het overall risico

Tabel 8. Overzicht van alle in de geleverde kaarten gebruikte parameters en waarden voor de verschillende soort-functiecombinaties; Pnat: Ruige Dwergvleermuis, Nnoc: Rosse Vleermuis, Vmur: Tweekleurige Vleermuis; Ppip: Gewone Dwergvleermuis, Eser: Laatvlieger; voor de Bosvleermuis zijn dezelfde parameters en waarden gebruikt als voor de Rosse Vleermuis; voor de Kleine Dwergvleermuis is alleen de functie "kraamtijd foerageren" relevant en daarvoor zijn de parameters en waarden van de Gewone Dwergvleermuis gebruikt (zie verder ook in de tekst).

	Pnat	Nnoc	Vmur	Ppip	Eser
migratie lange afstand	Pnat	Nnoc	Vmur		
rondom water breder dan 5 meter	500	1000	1000		
rondom bos	500	1000			
rondom bebouwde kom	500		1000		per thema buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1
rondom gebouwen hoger dan 30 meter			1000		
	kaart	kaart	kaart		optellen en herschalen naar 10↘1 ←←
migratie korte afstand				Ppip	
bebouwde kom ≥ 40 km ²				3000	
bebouwde kom $20 \geq x < 40$ km ²				1500	per thema buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1
bebouwde kom $10 \geq x < 20$ km ²				1000	
bebouwde kom $2 \geq x < 10$ km ²				500	
				A	optellen en herschalen naar 10↘1 = A
gebouwen $11 > x \leq 30$ meter				1500	per thema buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1
hoogte				3000	
gebouwen $30 >$ meter hoogte				B	optellen en herschalen naar 10↘1 = B
				C	(A + B) en herschalen naar 10↘1 = C
rondom bomenrijen en water				500	buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1 = D
breder dan 5 meter en spoor				D	(C + D) en herschalen naar 10↘1
				kaart	←←
kraamtijd transit		Nnoc	Vmur		
rondom bebouwde kom Maarssen			10.000		
rondom open water breder dan 5 meter binnen de buffer van 10.000 m rondom Maarssen			10.000		per thema buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1
			A		optellen en herschalen naar 10↘1 = A
rondom open water breder dan 5 meter			1500		buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1 = B
			B		(A + B) en herschalen naar 10↘1
			kaart		←←
rondom bos		10.000			
rondom open water breder dan 5 meter		10.000			per thema buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1
		A			optellen en herschalen naar 10↘1 = A
rondom bomenrijen, bos en open water breder dan 5 meter rondom bos		1500			buffer in stappen van 100m; afname 'kans' van 10↘1 = B
		B			(A + B) en herschalen naar 10↘1
		kaart			←←
kraamtijd foerageren	Pnat			Ppip	Eser
rondom gebouwen				1000	1500
rondom bomenrijen, bos en open water breder dan 5 meter	1000				
rondom bomenrijen, bos en open water breder dan 2 meter				1000	1500
rondom halfopen, open, bos, weilanden					1500
					optellen en herschalen naar 10↘1
verbindend habitat	JA/NEE			JA/NEE	JA/NEE
	kaart			kaart	kaart
					als verbindend habitat = JA → waarde = 0 ←←

rondom de provinciegrenzen. Aan de grenzen van de provincie zou daardoor een vertekend beeld kunnen ontstaan, maar onze inschatting is dat dit maar beperkt het geval zal zijn.

11.1. Vliegbeweging ‘Migratie lange afstand’

De Rosse Vleermuis volgt tijdens lange afstandsmigratie groter water, oevers en kusten. Water levert namelijk voedsel en zo is er altijd voedsel in de buurt zodra er gegeten moet worden. Het is ook belangrijk dat er voldoende bomen (of bos) in de buurt van het water aanwezig zijn. In bomen/bos kan geslapen of gerust worden tijdens de migratie. Een Rosse Vleermuis zal tijdens de lange afstandsmigratie niet altijd boven water vliegen, maar hij zal er wel enige binding mee houden, om regelmatig bij te kunnen tanken tijdens de migratie. Wij verwachten daarom dat de vliegbewegingen van rosse vleermuizen tijdens lange afstandsmigratie in een relatief hogere dichtheid binnen 1000 meter van water en/of bos zullen plaatsvinden.

De Ruige Dwergvleermuis is een kleinere soort dan de Rosse Vleermuis. Deze soort zal vanwege zijn kleinere inhoud en relatief hoger energieverbruik tijdens de langeafstandsmigratie wellicht zelfs vaker moeten bijtanken. Net als de Rosse Vleermuis blijft de Ruige Dwergvleermuis bij de voedselbron (water). Wij verwachten daarom dat de meeste vliegbewegingen van Ruige Dwergvleermuizen tijdens lange afstandsmigratie binnen 500 meter van water en/of bos zullen plaatsvinden.

Bij de Rosse Vleermuis gebruiken mannetjes (in Nederland) bijna uitsluitend bomen als paarverblijf. Bij de Ruige Dwergvleermuis gebruiken de mannetjes vooral bomen, maar soms ook gebouwen als paarverblijf. Voor beide soorten geldt dat bosgebied met traditionele clusters aan baltsende mannetjes tijdens de migratie een soort stop-overs vormen voor de vrouwtjes.

Voor de Tweekleurige Vleermuis is op vergelijkbare wijze gewerkt vanuit kust, oever en water als voedselbron, maar dan met bebouwde kom en bebouwde kom met hogere gebouwen als verblijfplekken.

Voor de zeldzame Bosvleermuis, van hetzelfde genus als de Rosse Vleermuis en met overlappende ecologische eisen, is geen afzonderlijke modelering gemaakt. We nemen aan dat de relatieve kansen op voorkomen van deze soort in relatie tot belangrijke landschapselementen, tijdens de lange afstandsmigratie, parallel lopen aan die van de Rosse Vleermuis. Natuurlijk zal de kans in absolute zin

lager zijn dan die van de Rosse Vleermuis.

Voor de lange afstandsmigratie op Europese schaal volgen veel vleermuizen in de herfst grotere structuren in een westzuidwestelijke richting, zoals bijvoorbeeld de Afsluitdijk. Op de kleinere schaal van Nederland en zeker provincie Utrecht is die grove richting nauwelijks nog bepalend en zullen ze vooral structuren met een richting van ‘ergens tussen noordwest en zuidoost’ gebruiken met een zwaartepunt in richting van westzuidwest. Voor de habitatgeschiktheidskaarten kan deze informatie echter niet meegenomen worden, aangezien in een GIS-kaart geen richting mee kan worden geven, waardoor een structuur van noord naar zuid tegelijkertijd een structuur van zuid naar noord is.

11.2. Vliegbeweging ‘Migratie korte afstand’

Voor de korte afstandsmigratie van de Gewone Dwergvleermuis, migratie tussen gebieden met zomer- en kraamverblijven en gebieden met (massa) winterverblijven, hebben we onderscheid gemaakt in de grootte van de bebouwde kom. Als algemene regel hebben we hiervoor genomen: hoe groter de bebouwde kom, hoe groter de afstand waarover dieren van en naar die bebouwde kom bewegen.

In een grote bebouwde kom zijn naar verwachting meer potentiële zomer- en kraamverblijven aanwezig en in een grote bebouwde kom zijn ook meer grote/hoge gebouwen beschikbaar die kunnen fungeren als (massa)winterverblijf. In losse bebouwing bevinden zich ook potentiële zomer- en kraamverblijfplaatsen, maar deze zullen relatief beperkt bijdragen aan de korte afstandsmigratie. Daarom is besloten om de losse bebouwing voor deze analyse niet mee te nemen.

Om de kans op voorkomen na te bootsen krijgt een bebouwde kom van meer dan 40 vierkante kilometer een buffer tot 3000 meter met waarden aflopen van 10 naar 0, terwijl een bebouwde kom van tussen de 2 en 10 vierkante kilometer een buffer tot 500 m met waarden aflopen van 10 naar 0 (Tabel).

11.3. Vliegbeweging ‘Transit kraamtijd’

De hoogvliegende soorten Rosse Vleermuis en Tweekleurige Vleermuis vliegen in de kraamperiode voor een deel hoger boven het landschap over grotere afstanden (10 kilometer) in een transitvlucht van gebied met verblijfplaatsen (bos voor Rosse Vleermuis; specifiek de bebouwde kom van Maarssen voor Tweekleurige Vleermuis) naar foerageergebieden bij open water – en terug. Door

vanuit bron en doel te werken met een over 10.000 meter aflopende kans op voorkomen, deze te sommeren en te herschalen, ontstaat een beeld van kans op voorkomen vanuit beide parameters. Direct na het uitvliegen wordt er echter ook dichterbij de verblijfplaats gefoerageerd. Daarom is rondom bos en open water (Rosse Vleermuis) en open water (Tweekleurige Vleermuis) een buffer van 1500 meter met aflopende kans gemodelleerd. Door de herschaalde uitkomst van bron en doel te sommeren met de waarden vanuit jachtgebied en wederom te herschalen, geeft foerageergebied in de directere omgeving van de verblijfplaatsen een extra weging aan de kans vanuit de eerste parameters. Bos en water bij de Rosse Vleermuis en water bij de Tweekleurige Vleermuis beïnvloeden de kans zo 2 maal.

Voor de Bosvleermuis geldt wederom dat de relatieve waarden parallel zullen lopen aan die van de Rosse Vleermuis, maar dat ze in absolute zin lager zullen zijn.

11.4. Foerageren kraamtijd

Voor de Gewone Dwergvleermuis, Ruige Dwergvleermuis en Laatvlieger geldt dat deze soorten bij windturbines kunnen gaan jagen in de kraamtijd³, op momenten dat er insecten gaan zwermen bij de turbines. Dit gebeurt bij relatief hogere temperaturen en geen tot lage windsnelheden. Dit risico wordt echter alleen concreet wanneer de soorten al foeragerend in de omgeving van de turbines aanwezig zijn. We hebben daarom gewerkt met buffers van verschillende afstanden met afnemende kans op voorkomen rondom verblijfplaatsen en foerageergebied: gebouwen, bomenrijen, bos en water, kleinschalige landschapsstructuren, halfopen en open landschap, bos en weilanden (Tabel). Wederom zijn de waarden vanuit die elementen gesommeerd en herschaald. Vervolgens is die waarde wel of niet toegekend, op basis van het wel of niet aanwezig zijn van verbindende habitat in de betreffende 100 x 100 meter gridcel.

³ Tijdens de kraamperiode zijn er nauwelijks vrouwtjes van de Ruige Dwergvleermuis in Nederland aanwezig en de soort vormt zelden kraamverblijven in Nederland.

12. Kaartbeelden vliegroutes vleermuizen

In dit hoofdstuk staan de kaarten van de modellering van de vliegroutes van vleermuizen met de in de voorgaande hoofdstukken beschreven parameters en waarden. Ter illustratie van de mate van detaillering waarmee gewerkt is, is bij een drietal overzichtskaarten een deel van de kaart uitvergroot.

Het is belangrijk om te realiseren is dat de kaarten enkel een relatief risico weergeven op het voorkomen van de specifieke vliegbeweging die gemodelleerd is en waarbij het resultaat steeds is gerepresenteerd in een tienpuntsschaal (waarbij 10 de hoogste kans op voorkomen van de soort-functiecombinatie weergeeft en 0 de laagste kans). De kaarten zijn dan ook niet onderling te vergelijken. De waarden van de verschillende kaarten kunnen niet worden opgeteld om een soort totaalwaarde te krijgen voor een specifieke locatie. Omdat er te weinig informatie beschikbaar is over aan/afwezigheid en abundantie van soorten, is het niet zo dat op voorhand met enkel deze kaarten te bepalen is of op een bepaalde locatie zonder problemen een windturbinepark

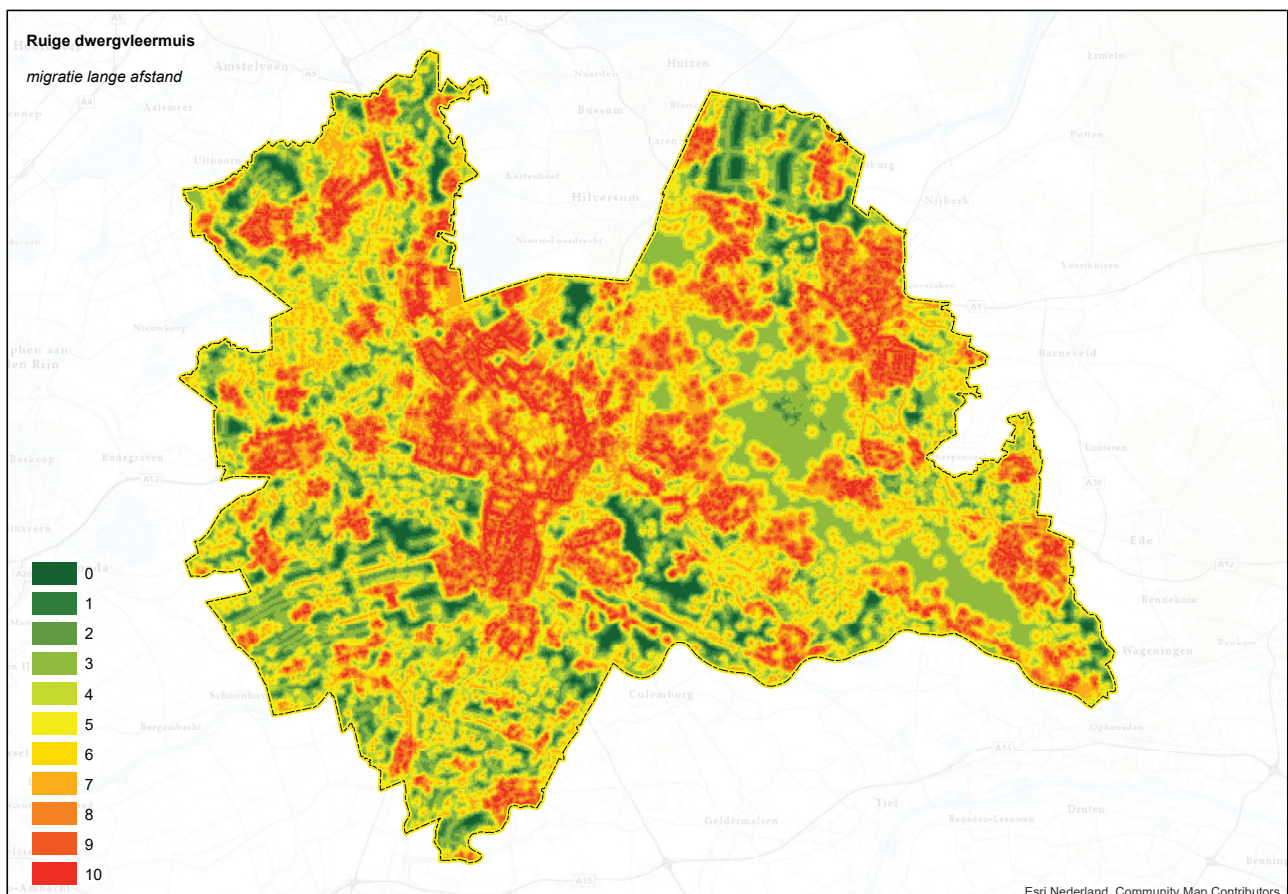
geplaatst kan worden of juist niet. Of en hoeveel slachtoffers er daadwerkelijk zouden kunnen voorkomen, is ook afhankelijk van de abundantie van de soort op een specifieke locatie. Hiervoor is dan ook altijd nader onderzoek nodig. De kaarten geven inzicht in naar welke soorten en vliegbewegingen waarschijnlijk nader onderzoek nodig zal zijn.

Binnen dit project zijn onderstaande kaartbeelden als GIS-bestanden beschikbaar gemaakt.

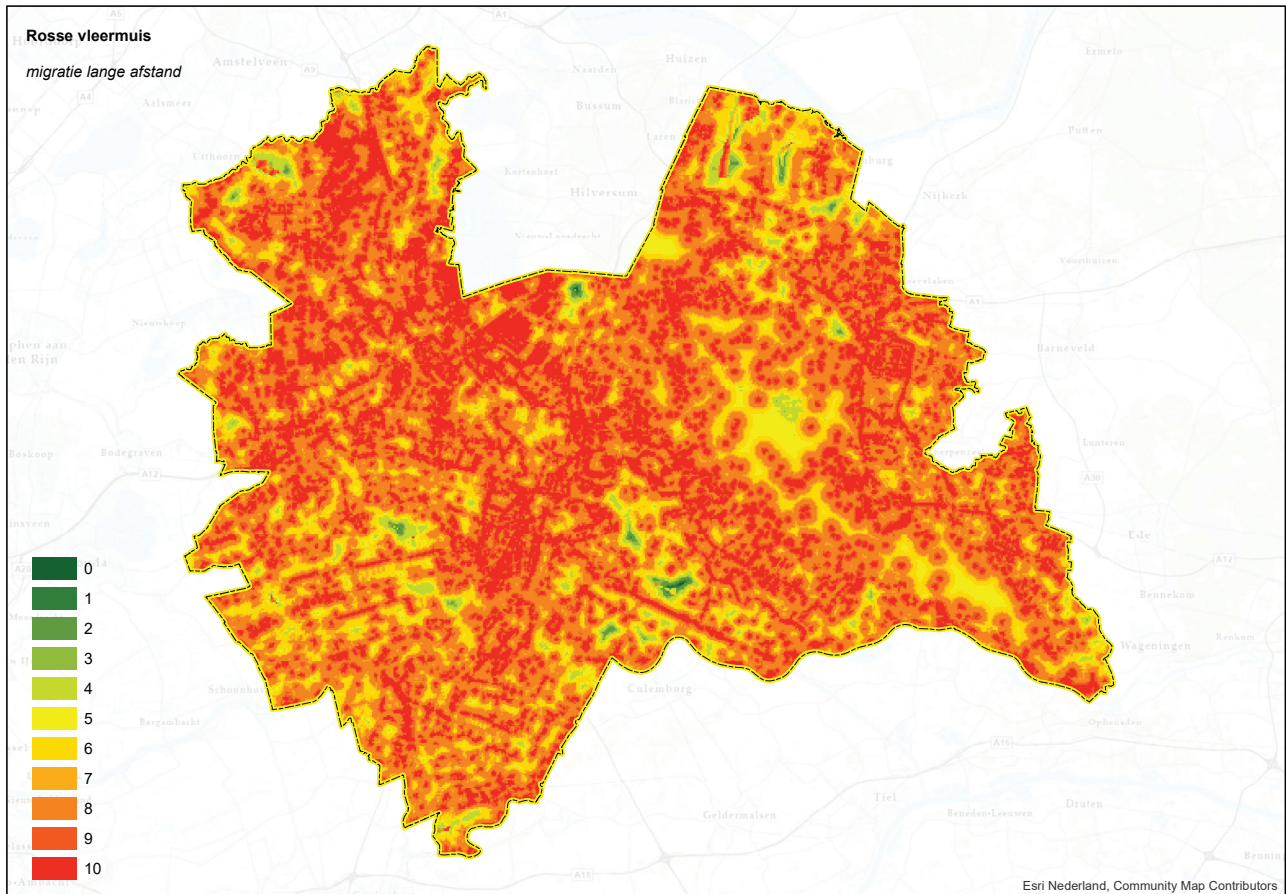
Disclaimer

De kaarten en GIS-bestanden die bij dit project zijn opgeleverd, zijn gemaakt op basis van expertkennis over de relevantie van verschillende landschapselecties voor de respectievelijke soort-functiecombinaties en geven daarmee een beeld van de kans op voorkomen ervan. Omdat niet gewerkt kon worden met aan/afwezigheidsdata en abundantie van de soorten kunnen de kaarten niet *an sich* gebruikt worden voor ontheffingsaanvragen.

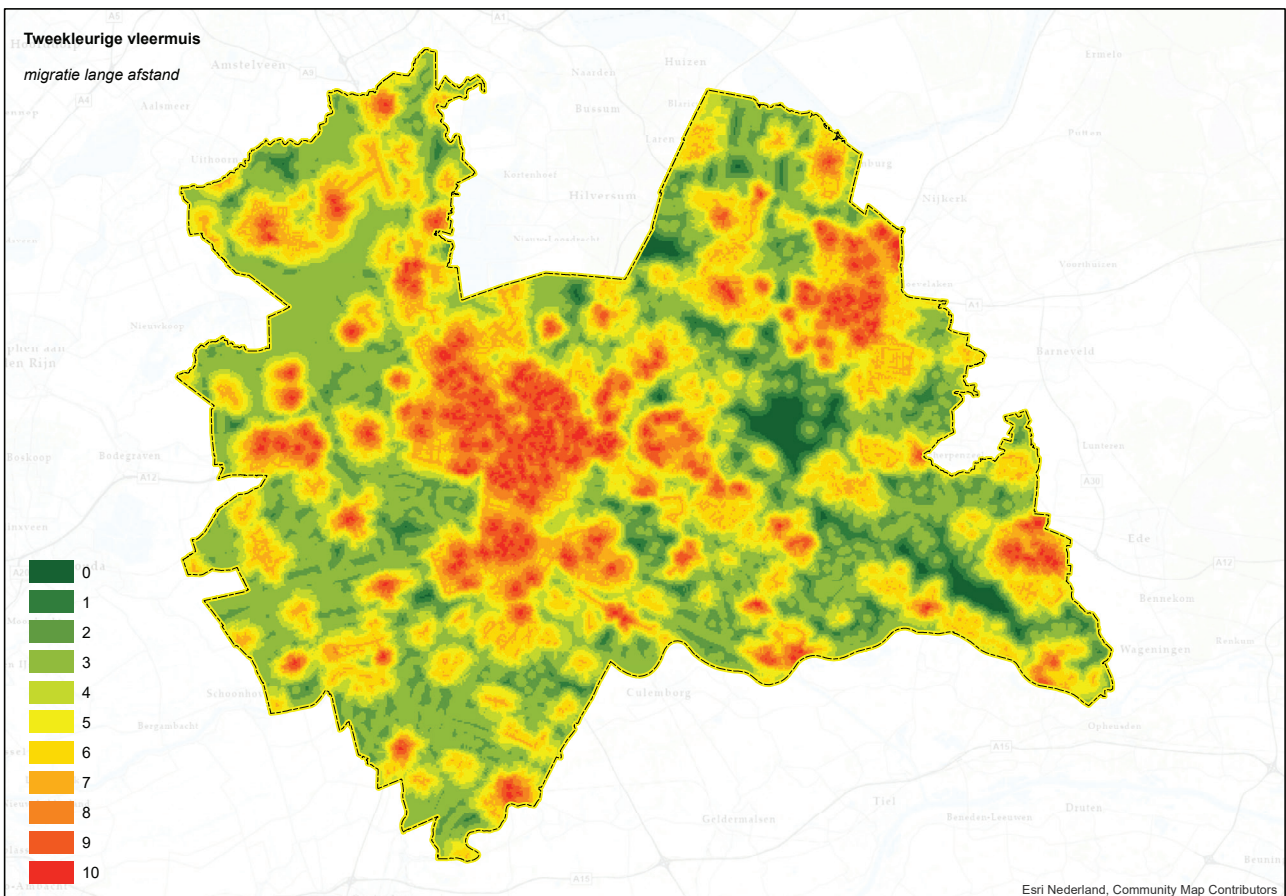
Migratie lange afstand: Ruige Dwergvleermuis



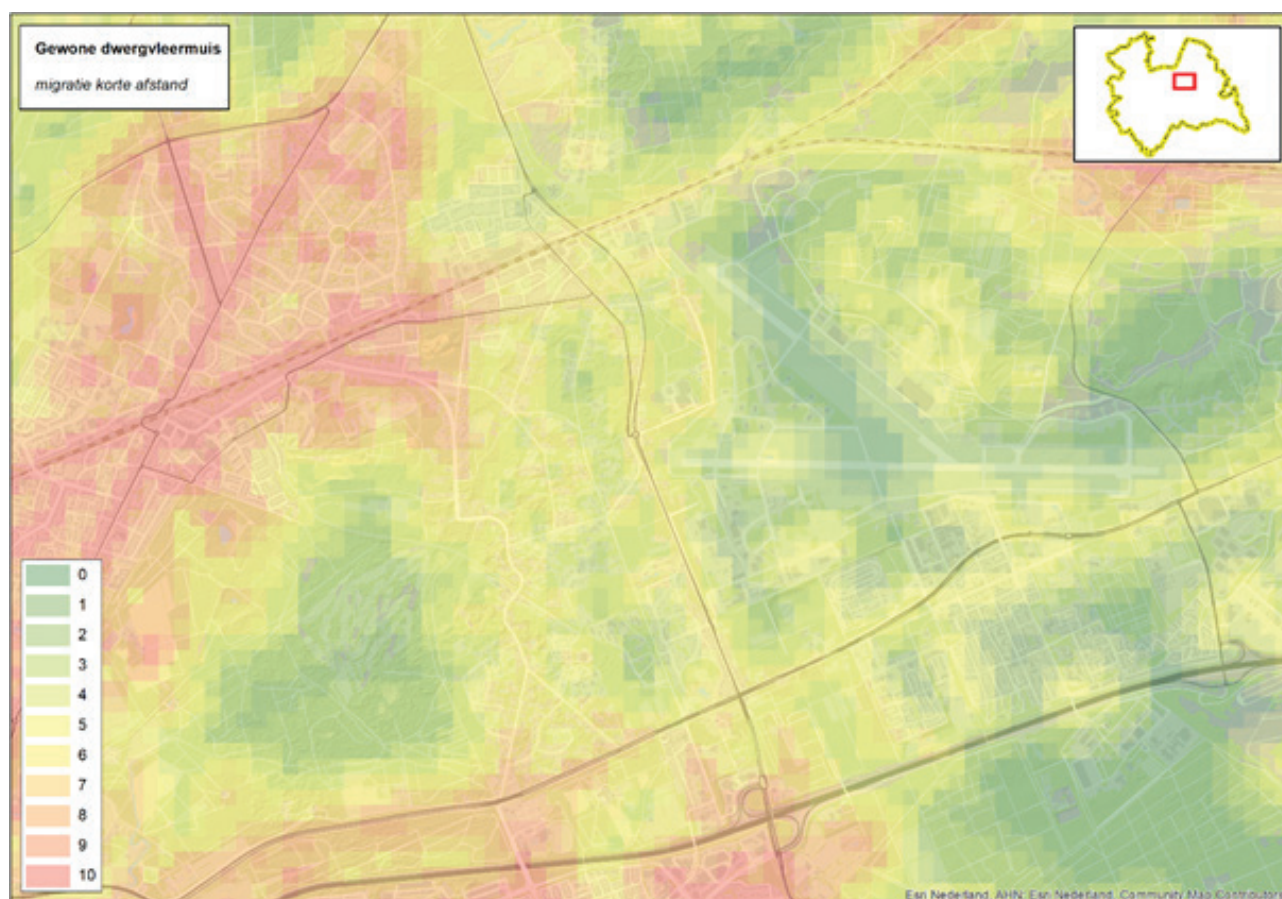
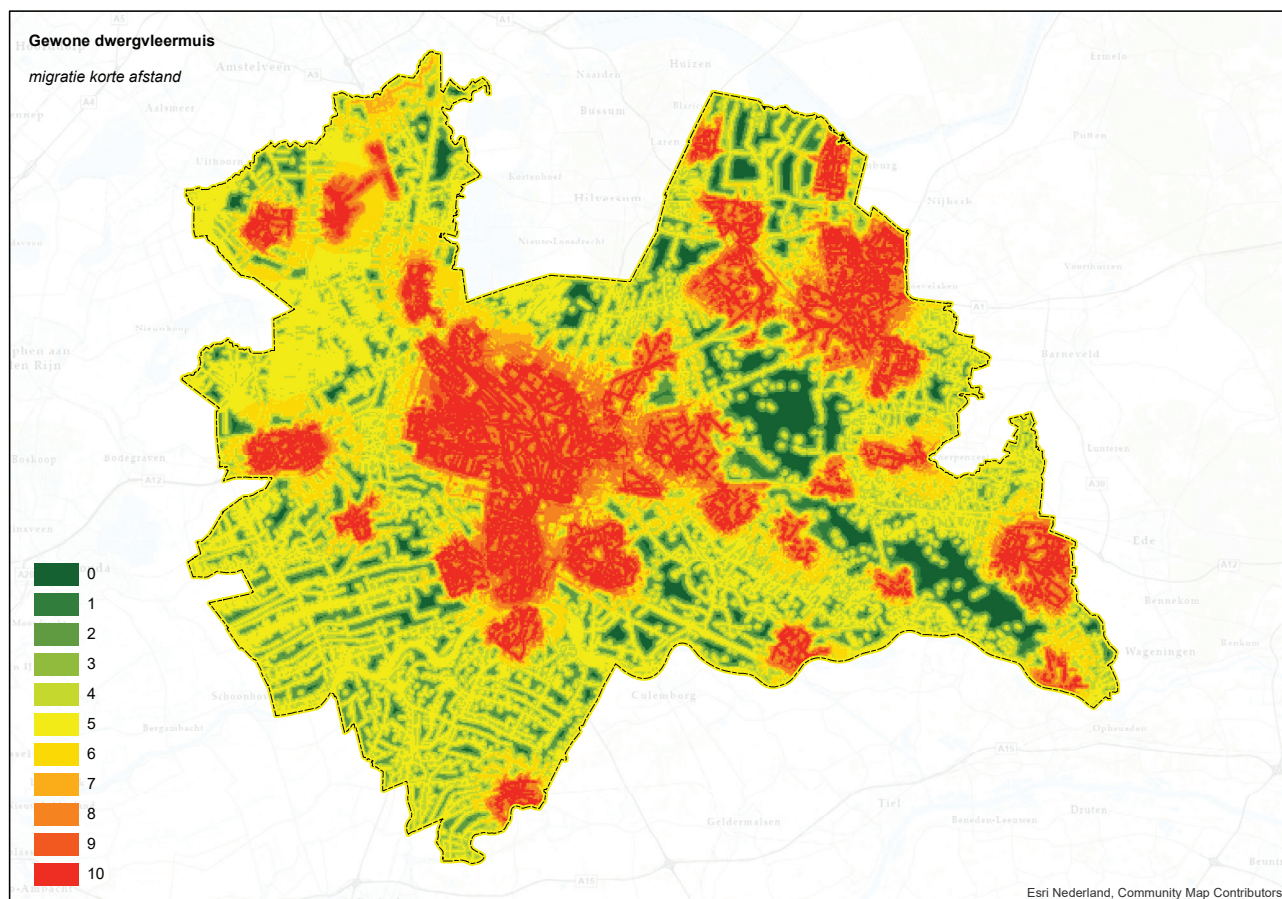
Migratie lange afstand: Rosse Vleermuis (Bosvleermuis idem)



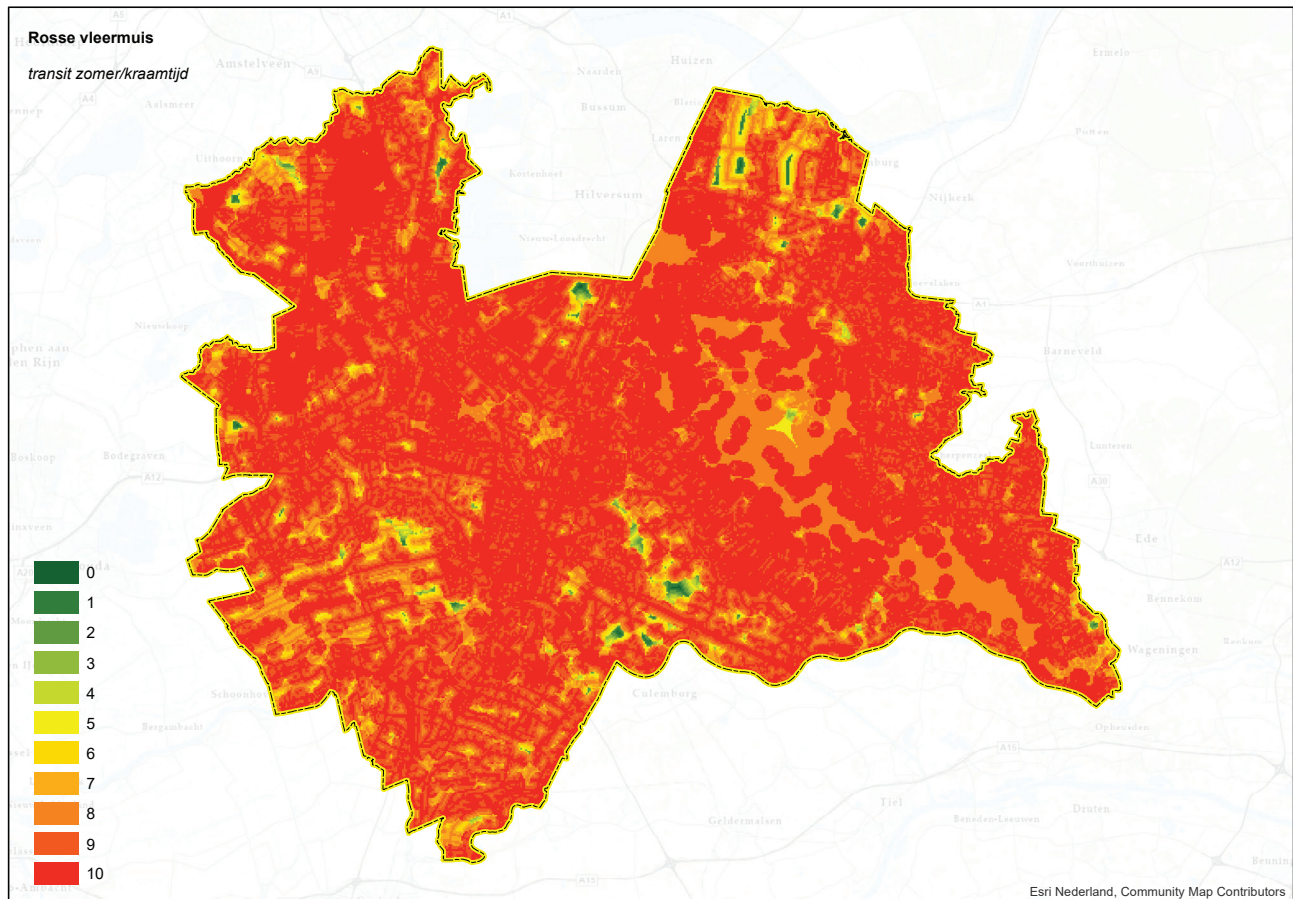
Migratie lange afstand: Tweekleurige Vleermuis



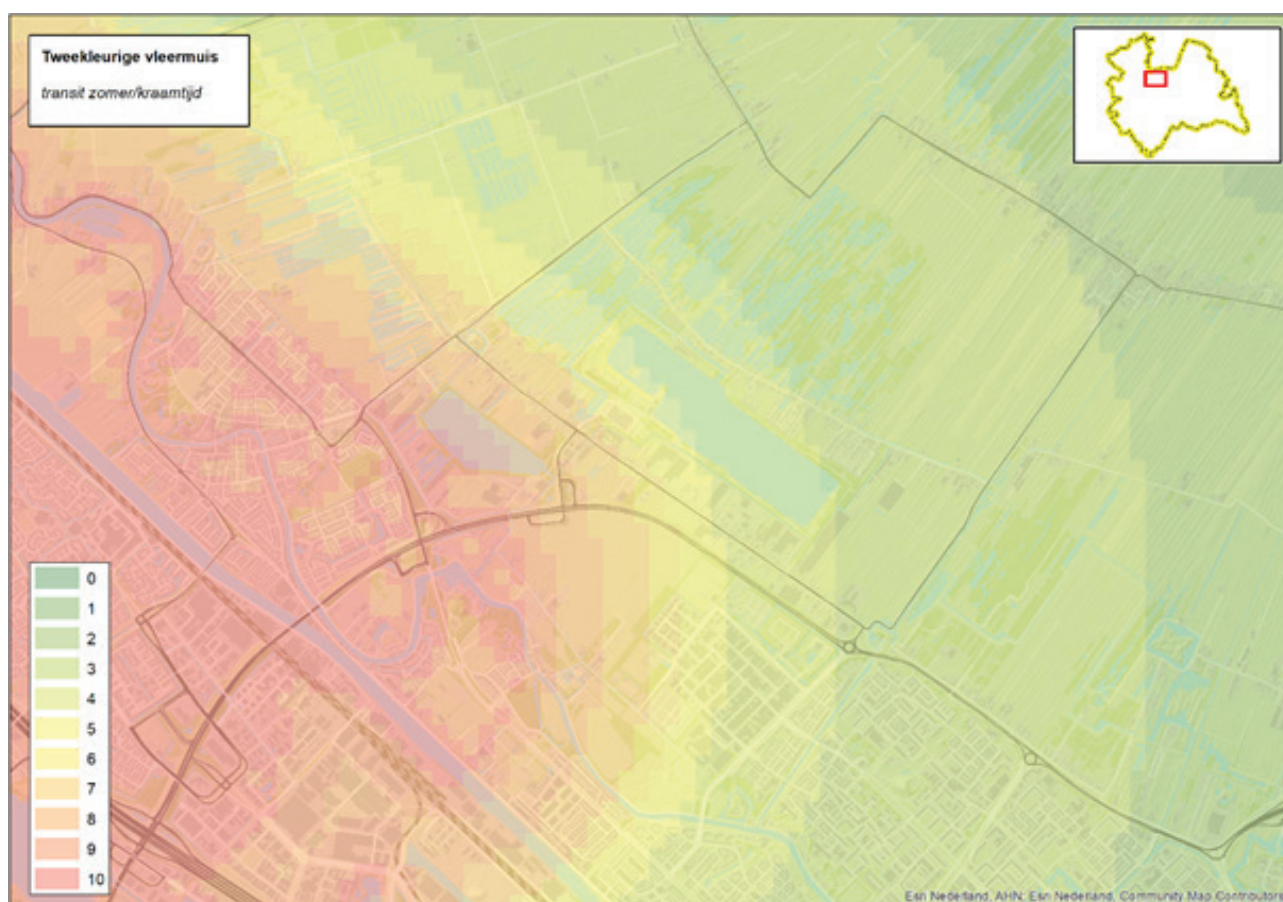
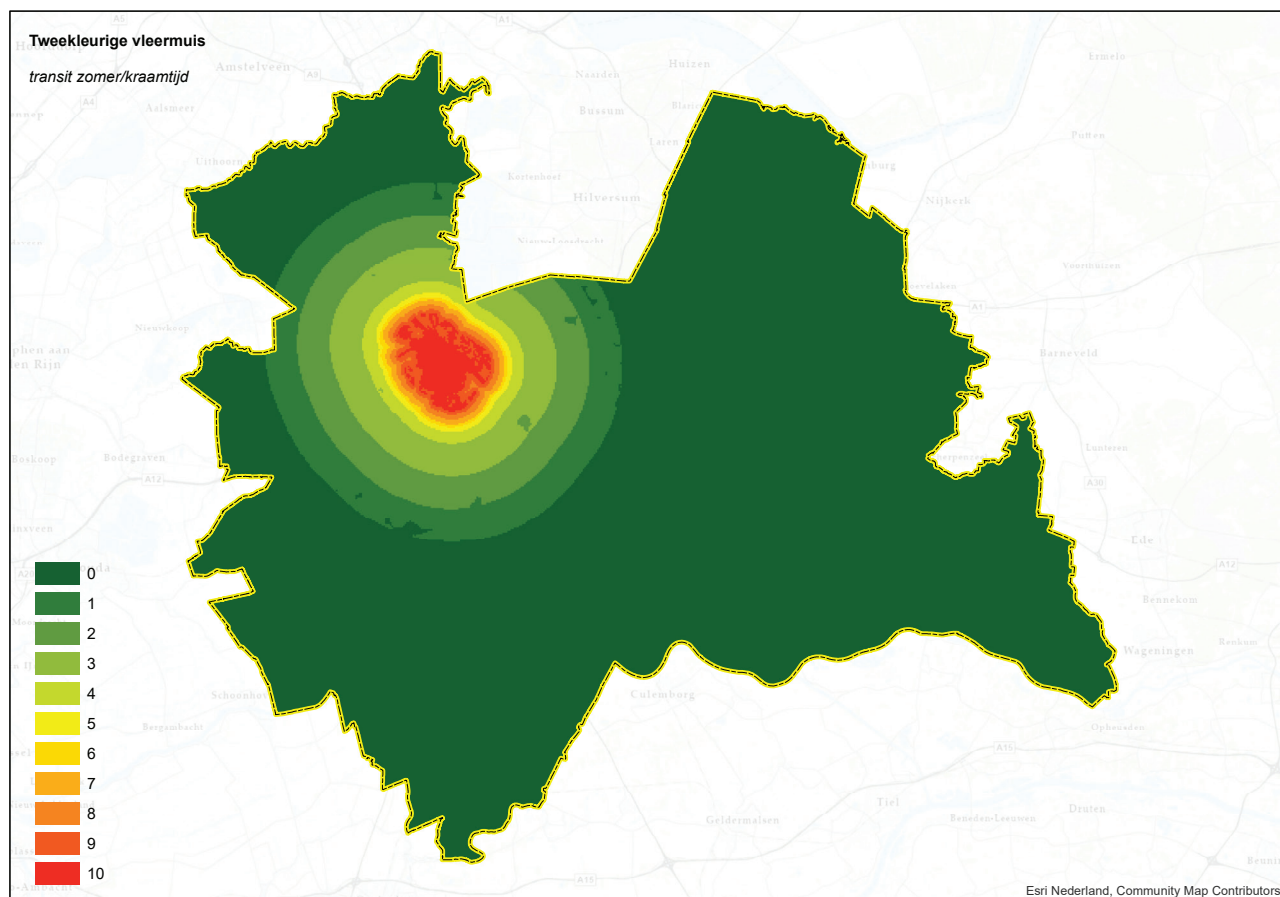
Migratie korte afstand: Gewone Dwergvleermuis



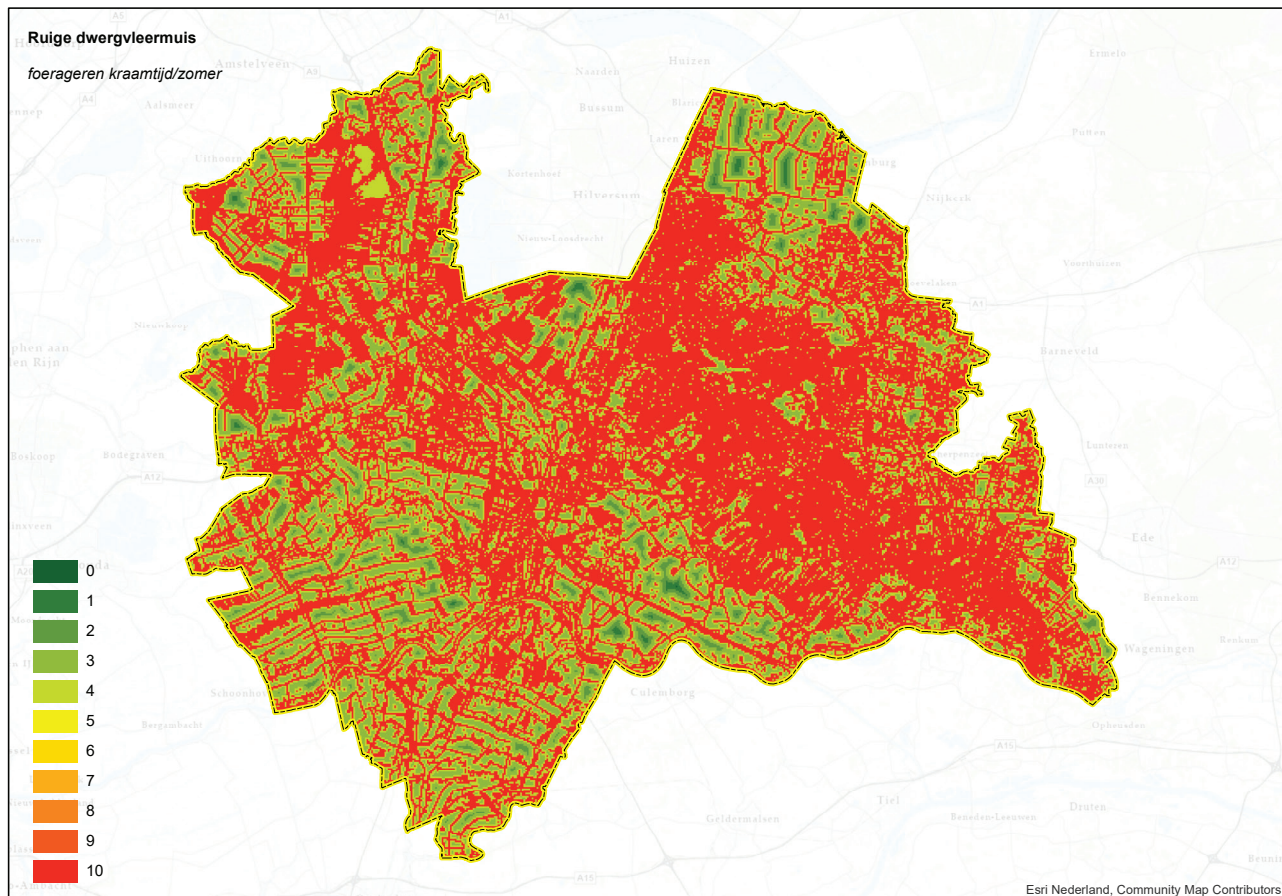
Transit kraamtijd: Rosse Vleermuis (Bosvleermuis idem)



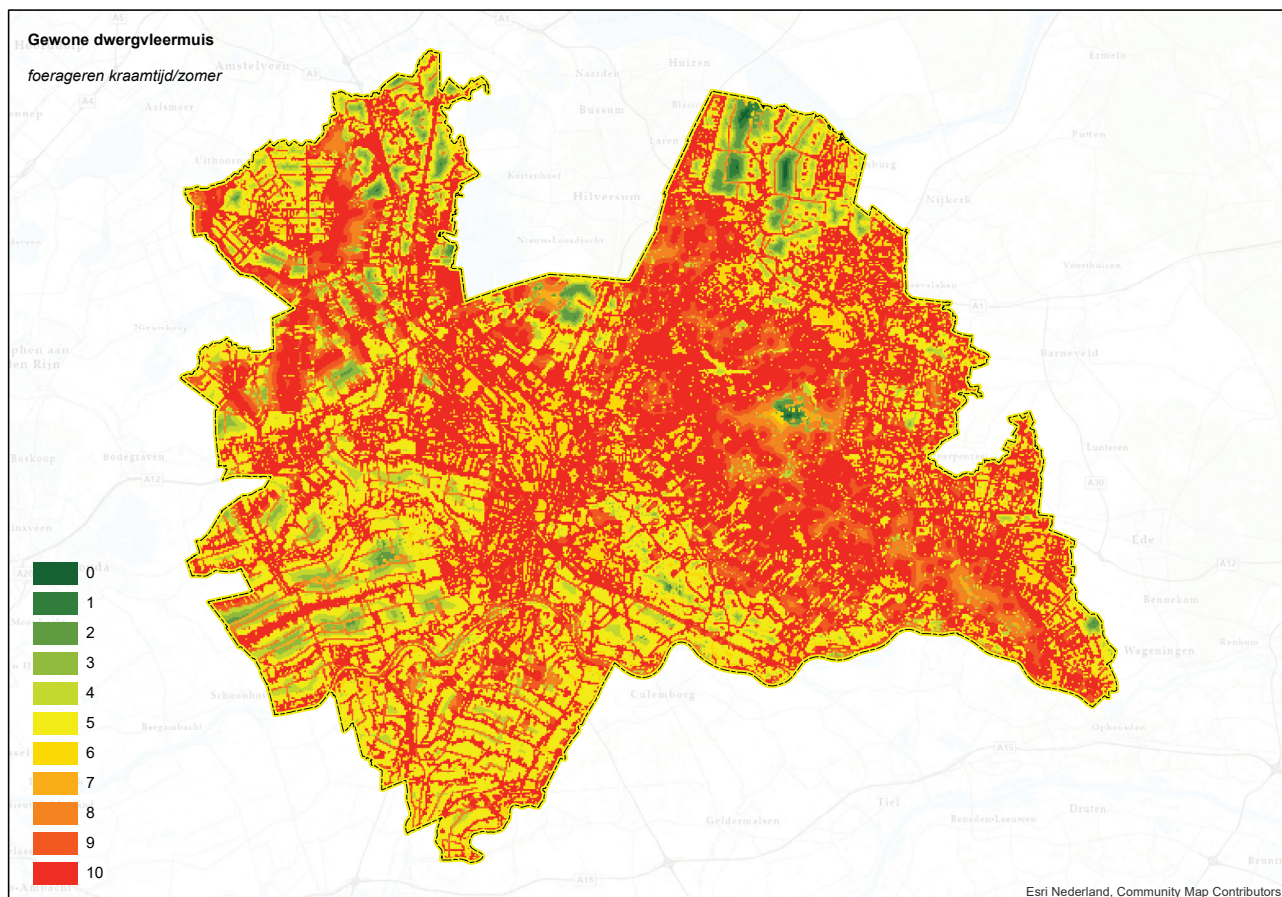
Transit kraamtijd: Tweekleurige Vleermuis



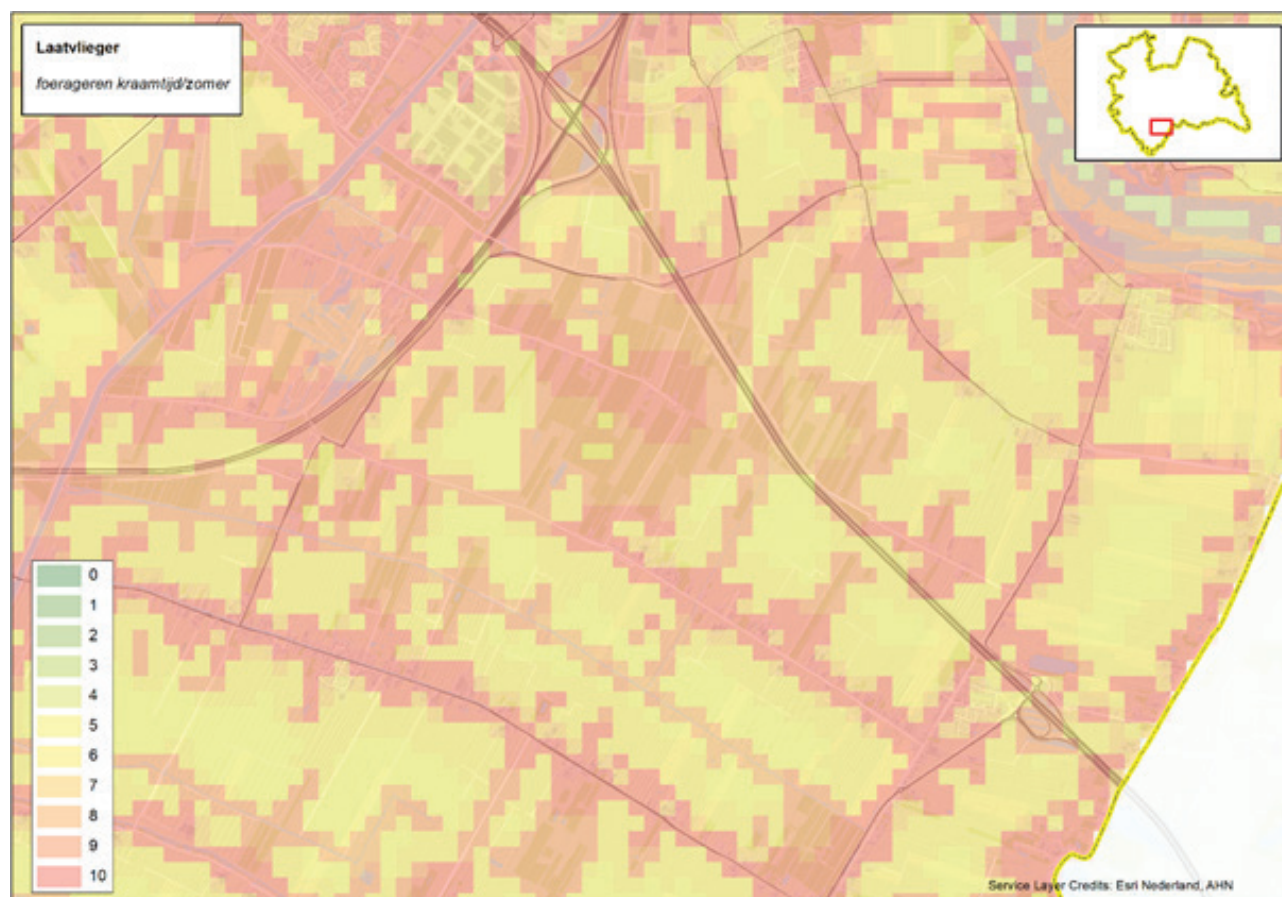
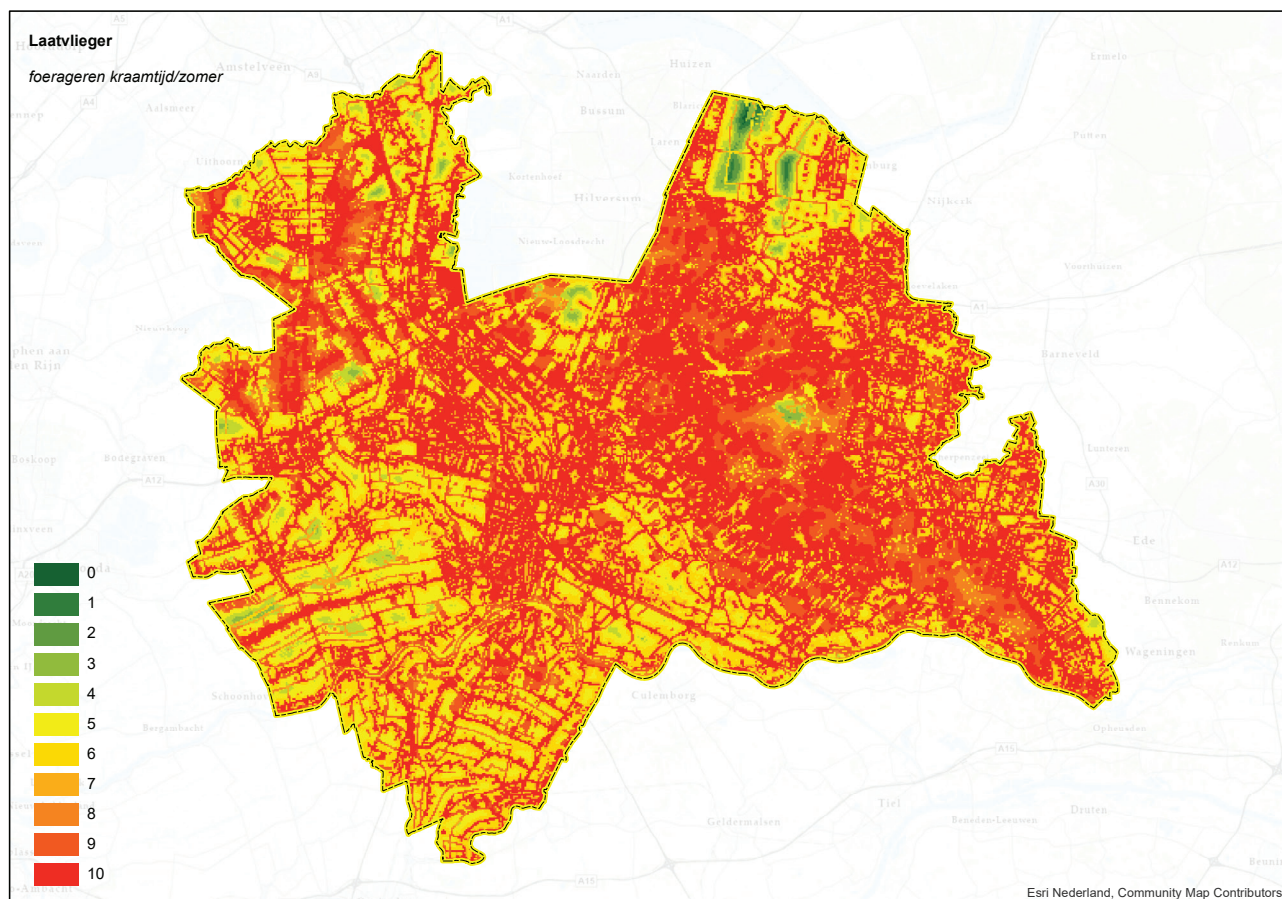
Foerageren kraamtijd: Ruige Dwergvleermuis



Foerageren kraamtijd: Gewone Dwergvleermuis (Kleine Dwergvleermuis idem)



Foerageren kraamtijd: Laatvlieger



13. Kennislacunes vliegroutes vleermuizen

Over vleermuizen is de afgelopen decennia steeds meer kennis beschikbaar gekomen. Enerzijds vanwege het beter en goedkoper worden van bat-detectoren waardoor een grotere groep mensen waarnemingen zijn gaan doen. Anderzijds vindt er vanwege het feit dat alle vleermuizen op Bijlage IV van de Habitatrichtlijn staat en middels de Wet Natuurbescherming (Wnb, eerder Flora- en fauna-wet) streng beschermd zijn, steeds meer professioneel onderzoek plaats naar voorkomen van soorten, alsmede naar functiegebruik en randvoorwaarden voor mitigatie.

Dit gezegd hebbende is er nog steeds veel kennis die ontbreekt. Belangrijke reden hiervoor is dat elke vleermuissoort zijn eigen ecologische niche heeft. Net zoals natuurlijk bij alle andere soortgroepen het geval is, gaat het vaak over “vleermuizen” als ware het een uniforme groep. Daarbij geldt dat er ook een soort van lokale “cultuur” mee kan spelen in bijvoorbeeld de keuze van typen verblijfplaatsen (Trappmann, 2005). Daarbij betreft onderzoek in het kader van de Wnb vaak onderzoek gericht op specifieke locaties en genereert dit geen of beperkt inzicht in landschapsgebruik en voorkomen op grote schaal.

Voor een goede inschatting van waar windturbines geplaatst kunnen worden zonder een significant negatief effect op de Staat van Instandhouding te hebben ontbreekt nog kennis. Omdat het belang om rekening te houden met vleermuizen inmiddels wel wordt herkend, wordt er ook op verschillende plekken gewerkt aan deelfacetten van de belangrijkste kennislacunes.

In vervolgonderzoek kan het invullen van kennislacunes van de hierna benoemde onderzoeken, de mogelijkheid bieden tot een verfijning van de modellering en nauwkeurigere risico/kansenkaarten:

- validatie in het veld van de voorspelling op basis van het huidige model met de nu gebruikte waarden;
- gericht onderzoek naar de afstanden waarover de ‘kans op voorkomen’ afneemt van 10 – 0;
- gericht onderzoek naar de functie welke die afname beschrijft;
- verzamelen van bestaande GIS informatie, of verzamelen van nieuwe in GIS te verwerken data, welke verbeterde en/of nieuwe combinaties van parameters mogelijk maken;

- een systematische – wellicht steekproefsgewijze – inventarisatie van het voorkomen (verblijfplaatsen, foerageergebied, vlieg- en migratieroutes) van de relevante soorten, welke een verbeterde kennis en liefst kwantitatieve inzichten genereert over kans op voorkomen in relatie tot landschapkenmerken;
- het relatief kwantificeren van de (relatieve) kansen tussen soorten en thema’s, welke het combineren van risico’s voor specifieke locaties vanuit de thema’s per soort (bijvoorbeeld Rosse Vleermuis migratie lange afstand + transitvluchten kraamtijd), of de soorten (bijvoorbeeld [Rosse Vleermuis migratie lange afstand + transitvluchten kraamtijd] + [Tweekleurige Vleermuis migratie langeafstand + transitvluchten kraamtijd] + [Ruige Dwergvleermuis migratie lange afstand + foerageren kraamtijd] + ...) mogelijk maakt.

Naast de methode en validatie van modellering zijn er nog een aantal onderwerpen waarover meer kennis zou bijdragen aan betere input voor de modellering:

- mitigatie van slachtofferisico – effectieve stilstand voorzieningen om slachtofferisico’s te minimaliseren bij een optimalisatie van de energieopbrengst;
- daartoe de condities kennen welke leiden tot voorkomen van soorten met specifiek gedrag dat leidt tot een potentieel risico met betrekking tot windturbines (weersomstandigheden, landschap);
- populatiegrootte en -trend om impact van de aantallen slachtoffers op de populatie te kunnen bepalen en monitoren;
- verdeling van dichtheid in tijd (nacht en seizoen) en ruimte (3D, maar onder andere vlieghoogte en breedte front) van individuen bij vliegbeweging vanuit migratie over lange en korte afstand, transitvluchten en foerageren, om hiermee het aandeel van de bewegende populatie die overlapt met de risicozone van de bewegende rotorbladen te kunnen inschatten;
- potentiële populatieversterkende maatregelen en de effectiviteit daarvan.

De Staat van Instandhouding dient voor alle soorten het predicaat Gunstig te zijn of te worden⁴. Nederland rapporteert zesjaarlijks. De rapportage vindt plaats op basis van door de Habitatrichtlijn

⁴ De SvI wordt in de Wnb gedefinieerd als: gunstige staat van instandhouding van een soort: staat van instandhouding van een soort waarvoor geldt dat: a) uit populatiedynamische gegevens blijkt dat de betrokken soort nog steeds een levensvatbare component is van de natuurlijke habitat waarin hij voorkomt, en dat vermoedelijk op lange termijn zal blijven, en b) het natuurlijke verspreidingsgebied van die soort niet kleiner wordt of binnen afzienbare tijd lijkt te zullen worden, en c) er een voldoende grote habitat bestaat en waarschijnlijk zal blijven bestaan om de populaties van die soort op lange termijn in stand te houden.

voorgeschreven aspecten of indicatoren: populatie-grootte en -trend, verspreidingsgebied en -trend in relatie met een zogenaamde Favourable Reference⁵, de kwaliteit en grootte van (bezet) leefgebied en met inachtneming van bedreigingen en uitgevoerde maatregelen of het toekomstperspectief positief, hetzelfde of negatief is ten opzichte van de huidige status. Is de status van indicatoren Ongunstig, Matig ongunstig of Onbekend dan kan dat leiden tot een niet Gunstige totale Staat van Instandhouding. Is dat het geval dan is een mogelijke aantasting van de Staat van Instandhouding niet geoorloofd (een ontheffing vanuit de Wnb is dan bijvoorbeeld niet mogelijk).

Tijdens de afgelopen rapportage over de periode 2012-2018 bleek dat voor een aantal te beoordelen soorten de status niet Gunstig was of Onbekend (zie Tabel 9). Voor de soorten waar de plaatsing en het gebruik van windturbines een negatief effect kan hebben, geldt dat het merendeel van de indicatoren een oordeel Onbekend of Zeer/Matig Ongunstig heb-

ben gekregen. Van 12 indicatoren (de helft) was het niet mogelijk om een betrouwbaar oordeel te geven. Op het moment dat over deze indicatoren meer bekend is, zal, bij een gunstig oordeel, meer mogelijk zijn bij ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de plaatsing en het gebruik van windturbines. Blijkt het oordeel ongunstig dan is in bepaalde situaties met goede compensatie en mitigatie vaak alsnog veel mogelijk. Vooral op het gebied van populatie-ecologisch onderzoek (populatiegrootte en -trend) en kwaliteit leefgebied (waarbij verblijfplaatsen, verbindingshabitat en jachthabitat worden betrokken) is winst te halen. Het kan interessant zijn om de provinciale Staat van Instandhouding te bepalen zoals ook de provincie Gelderland gedaan heeft (Norren *et al.*, 2019).

Bij het treffen van (mitigerende of compenserende) maatregelen is van belang dat gewerkt wordt met zogenaamd bewezen effectieve⁶ maatregelen. Op dit moment is van veel maatregelen de effectiviteit niet voldoende bekend.

Tabel 9. Overzicht oordeel Staat van Instandhouding (Svl) in de artikel 17-rapportage aan de EU uit 2019; de Kleine Dwergvleermuis is in de laatste rapportage nog niet beschouwd.

	verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal Svl	trend Svl
Gewone Dwergvleermuis	gunstig	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Ruige Dwergvleermuis	gunstig	onbekend	gunstig	matig ongun- stig	matig ongun- stig	stabiel
Laatvlieger	onbekend	matig ongun- stig	onbekend	matig ongun- stig	matig ongun- stig	onbekend
Tweekleurige Vleermuis	gunstig	onbekend	matig ongun- stig	matig ongun- stig	matig ongun- stig	onbekend
Rosse Vleermuis	gunstig	zeer ongunstig	onbekend	onbekend	zeer ongunstig	onbekend
Bosvleermuis	gunstig	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend

⁵ De favourable reference is een maat voor de populatiegrootte en verspreidingsgebied waarbij de populatie in een duurzame staat verkeert.

⁶ Met 'effectief' wordt hier bedoeld: de verloren gaande functionaliteit voor de desbetreffende soort wordt opgevangen waarbij de reproductie en overleving van individuen ook op langere termijn ten minste hetzelfde is als in de originele situatie. Dat een maatregel gebruikt wordt door vleermuizen wil –dus– nog niet direct zeggen dat zij ook effectief is. Met 'bewezen' wordt bedoeld: wetenschappelijk onderbouwd en/of peer reviewed.

Literatuur

- ARNETT E., BAERWALD E.F., MATHEWS F., RODRIGUES L., ROGRIDUEZ-DURAN A., RYDELL J., VILLEGAS-PATRACA R. & VOIGT C.C. 2016. Impacts of wind energy developmens on bats: a global perspective. In C. C. Voigt & T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 295–323). Springer International Publishing.
- BACH L. & RAHMEL U. 2004. Summary of wind turbine impacts on bats - assessment of a conflict. *Bremer Beiträge Für Naturkunde Und Naturschutz*, 7, 245–252.
- BERNOTAT D. & DIERSCHKE V. 2016. Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – 3. Fassung – Stand 20.09.2016.
- BIVAND R.S., PEBESMA E.J. & GÓMEZ-RUBIO V. 2013. *Applied Spatial Data Analysis with R*, 2e ed. Springer, New York.
- BOULESTEIX A.-L., JANITZA S., KRUPPA J. & KÖNIG I.R. 2012. Overview of random forest methodology and practical guidance with emphasis on computational biology and bioinformatics. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 2:493-507.
- BREIMAN L. 2001. Random forests. *Machine Learning Journal* 45:5-32.
- BREIMAN L., FRIEDMAN J., STONE C.J. & OLSHEN R.A. 1984. *Classification and Regression Trees*. Taylor & Francis. 368 pp.
- BRINKMANN R., BEHR O., NIERMANN I. & REICH M. 2011. Umwelt und Raum Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover. Umwelt Und Raum*, 4, 40–115.
- BUIJ R., JONGBLOED R., GEELHOED S., VAN DER JEUGD H., KLOP E., LAGERVELD S., LIMPENS H., MEEUWSEN H., OTTBURG F., SCHIPPERS P., TAMIS J., VERBOOM J., VAN DER WAL J.T., WEGMAN R., WINTER E., SCHOTMAN A. 2018. Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland; Overzicht van effecten van hernieuwbare energie-infrastructuur en hoogspanningslijnen op de kwetsbare soorten vogels, vleermuizen, zeezoogdieren en vissen, en oplossingsrichtingen voor een natuurinclusieve energiestransitie. *Wageningen Environmental Research, Rapport* 2883.
- CUTLER D.R., EDWARDS T.C.JR., BEARD K.H., CUTLER A., HESS K.T., GIBSON J. & LAWLER J. J. 2007. Random forests for classification in Ecology. *Ecology* 88:2783-2792.
- CRYAN P.M. & BARCLAY R.M.R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: Hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1330–1340. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-076R1.1>
- CRYAN P.M., GORRESEN P.M., HEIN C.D., SCHIRMACHER M.R., DIEHL R.H., HUSO M.M., HAYMAN D.T.S., FRICKER P.D., BONACCORSO F.J., JOHNSON D.H., HEIST K. & DALTON D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(42), 15126–15131. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406672111>
- DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D. 2011. *Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika*. De Fontein/Tirion.
- GAULTIER S.P., BLOMBERG A.S., IJÄS A., VASKO V., VESTERINEN E.J., BROMMER J.E. & LILLEY T.M. 2020. Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environmental Science and Technology*, 54(17), 10385–10398. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00070>
- GRÜNKORN T., BLEW J., COPPACK T., KRÜGER O., NEHLS, POTIEK G.A., REICHENBACK M., VON RÖNN J., TIMMERMANN H. & WEITKAMP S. 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.
- GUISAN A. & ZIMMERMAN N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- HENGL T., HEUVELINK G.B.M. & ROSSITER D.G. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies. *Computers & Geosciences* 33, 1301-1315.
- HENGL T., SIERDSEMA H., RADOVIC A. & DILO A. 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. *Ecological Modelling*.
- HURST J., BIEDERMANN M., DIETZ C., DIETZ M., KARST I., KRANNICH E., PETERMANN R., SCHORCHT W. & BRINKMANN R. 2016. Fledermäuse und Windkraft im Wald. *Naturschutz & Biologische Vielfalt*, 153, 1–396.
- HUTTERER R., IVANOVA T., MEYER-CORDS C. & RODRIGUES L. 2005. Bat migration in Europe - A review of banding data and literature.
- KAMPICHLER C., WIELAND R., CALMÉ S., WEISSENBERGER H. & ARRIAGA-WEISS S. 2010. Classification in conservation biology: A comparison of five machine-learning methods. *Ecological Informatics* 5:441-450.
- KAMPICHLER C., HALLMANN C. & SIERDSEMA H. 2020.

- SDMaps: an R package for the analysis of species abundance and distribution data. Extended Manual. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN KLEUNEN A., FOPPEN R. & VAN TURNHOUT C. 2017. Basisrapport voor de Rode Lijst Vogels 2016 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Sovon-rapport 2017/34. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN KLEUNEN A., VAN ROOMEN M., VAN WINDEN E., HORNMAN M., BOELE A., KAMPICHLER C. ZOETEBIER D. SIERDSEMA H. & VAN TURNHOUT C. 2019. Vogelrichtlijnrapportage 2013-2018 van Nederland – status en trends van soorten. Sovon-rapport 2019/77. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT DER STAATLICHEN VOGELSCHUTZWARTEN IN DEUTSCHLAND LAG VSW. 2015 Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. Concept vs. 15-04-2015.
- LIMPENS H., BOONMAN M., KORNER-NIEVERGELT F., JANSEN E., VAN DER VALK M., LA HAYE M., DIRKSEN S. & VREUGDENHIL S. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereeniging & Bureau Waardenburg.
- LIMPENS H.J.G.A. & ROSCHEN A. 1996. Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung. Teil 1: Grundlagen. *Nyctalus*, 6(1), 52–60.
- LIMPENS H.J.G.A. & ROSCHEN A. 2002. Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung. Teil 2: Effektivität, Selektivität und Effizienz von Erfassungsmethoden. *Nyctalus*, 8(2), 155–178.
- LIMPENS H., HUITTEMA H. & DEKKER J. 2007. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdiervereeniging VZZ, Arnhem.
- VAN NORREN E., VAN ADRICHEM M., BEKKER D., BOS G., BOSMAN W., CREEMERS R., DIJKSTRA V., LIMPENS H. & SMIT J. 2019. Staat van instandhouding Gelderland. 291.
- O'MARA M.T., WIKELSKI M., KRANSTAUBER B. & DECHMANN D.K.N. 2019. Common noctules exploit low levels of the aerosphere. *Royal Society Open Science*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.1098/rsos.181942>
- PEBESMA E.J., DUIN R.N.M. & BURROUGH P.A. 2005. Mapping sea bird densities over the North Sea: spatially aggregated estimates and temporal changes. *Environmetrics* 16, 573–587.
- PEBESMA E.J. & WESSELING C.G. 1998. Gstat: A program for geostatistical modelling, prediction and simulation. *Computers & Geosciences* 24, 17–31.
- POOT M.J.M. & PRINSEN H.A.M. 2004. Risicoanalyse van effecten op vogels voor een windturbine locatie langs de A2 bij Abcoude. Een analyse op basis van bestaande gegevens en een aanvullend veldonderzoek met behulp van radar. Bureau Waardenburg rapport, 03-036.
- PROVINCIE UTRECHT 2018. Natuurvisie Provincie Utrecht. Een plus op natuurbeleid 2.0. Provincie Utrecht, Afdeling Fysieke Leefomgeving, team natuur en landbouw pp. 100.
- REIMER J.P., BAERWALD E.F. & BARCLAY R.M.R. 2018. Echolocation activity of migratory bats at a wind energy facility: Testing the feeding-attraction hypothesis to explain fatalities. *Journal of Mammalogy*, 99(6), 1472–1477. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy143>
- RICHARDSON S.M. 2015. The effect of wind turbines on bats in Britain. University of Exeter.
- RICHARZ K. 2014. Energiewende und Naturschutz. Windenergie im Lebensraum Wald. Deutsche Wildtierstiftung, Hamburg.
- ROELEKE M., BLOHM T., KRAMER-SCHADT S., YOVEL Y. & VOIGT C.C. 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports*, 6(July), 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep28961>
- SCHAUB A., OSTWALD J. & SIEMERS B.M. 2008. Foraging bats avoid noise. *Journal of Experimental Biology*, 211(19), 3174–3180. <https://doi.org/10.1242/jeb.022863>
- SCHOBER W. & GRAMMBERGER E. 2001. Gids van de vleermuizen van Europa, Azoren en Canarische Eilanden.
- SIERDSEMA H., FOPPEN R., VAN ELS P., KAMPICHLER C. & STAHL J. 2021. Achtergrond document windenergie gevoeligheidskaart vogels. Sovon-rapport 2021/09. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- SIERDSEMA H., VAN ELS P. & VAN IRSEL J. 2019. Vogels van de Beerse Overlaat en analyse verstoring van vogels door windturbines. Sovon-rapport 2019/89. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- SIERDSEMA H., VAN KLEUNEN A., VAN SWAAY C. & SPARRIUS L. 2005. Van losse meldingen en steekproefgegevens naar verspreidingskaarten. VOFF-rapport 2005/01, Vereniging Onderzoek Flora en Fauna, Nijmegen.
- SIERDSEMA H. & VAN LOON E.E. 2008. Filling the gaps: using count survey data to predict bird density distribution patterns and estimate population sizes. *Revista Catalana d'Ornitologia* 24.
- SOVON VOGELONDERZOEK NEDERLAND. 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/ Antwerpen.
- THAXTER C.B., BUCHANAN G.M., CARR J., BUTCHART S.H.M., NEWBOLD T., GREEN R.E., TOBIAS J.A., FODEN W.B., O'BRIEN S. & PEARCE-HIGGINS J.W. 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proc. R. Soc. B* 284: 20170829. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

- TRAPPMANN C. 2005. Die Fransenfledermaus in der Westfälischen Bucht.
- VERBOOM B. & LIMPENS H.J.G.A. 2004. Methodieken verspreidingonderzoek landzoogdieren van de inhaal-slag. (2004.12; Issue June 2004).
- VERBEEK R.G., BOONMAN M. & SOES D.M. 2020. Natuuronderzoek energielandschap Rijnenburg en Reijerscop. Resultaten veldonderzoek 2019 naar vleer-muizen, grote modderkruiper, waterspitsmuis, platte schijfhoren en vogels. Bureau Waardenburg rapport, 19-226.
- VAN DER VLIET R., HEIJLIGERS W. & TILBORGHES J. 2011. Op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoor-ten: maximale foerageerafstanden. Toets, 4(11), 6-10.
- VAN DER WINDEN J. & POOT M.J.M. 2001. De risico's van het windpark Lopik voor purperreigers. Bureau Waardenburg rapport, 01-084.
- VOGEL R.L., BOUWMA I., KOESE B., KRANENBARG J., LA HAYE M., ODÉ B., SIERDSEMA H., SPARRIUS L., VERBURG P. & ZOLLINGER R. 2013. Het belang van Nederland buiten de Ecologische Hoofdstructuur voor soorten van de Vogelrichtlijn en van bijlage V van de Habitatrichtlijn. Sovon-rapport 2013.015. Sovon, Nijmegen.
- VOIGT C.C., LEHNERT L.S., PETERSONS G., ADORF F. & BACH L. 2015. Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research*, 61(2), 213–219. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0903-y>
- VOIGT C.C., POPA-LISSEANU A.G., NIERMANN I. & KRAMER-SCHADT S. 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regu-lations. *Biological Conservation*, 153, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.027>.
-

Bijlagen

Bijlage 1. Relatieve score voor de gevoeligheid per vogelsoort in de provincie Utrecht

Alleen soorten met een relatieve score >3 zijn weergegeven. De scores zijn opgebouwd uit drie aspecten: de mate van bedreiging, de gevoeligheid voor aanvaringen en de gevoeligheid voor verstoring. Voor verdere uitleg zie de methode. De bolletjes geven de mate van belang aan ● = hoge gevoeligheid,

● = matige gevoeligheid, ● = lage gevoeligheid, - = niet gevoelig.

Broedseizoen	Soort	Kwetsbaarheid	aandacht- soort Utrecht	Mate van be- dreiging	aanvarings- risico	verstoring- risico
	Visdief	9	x	●	●	●
	Zwarte Stern	9	x	●	●	-
	Boomvalk	8		●	●	●
	Gierzwaluw	8	x	●	●	●
	Rode Wouw	8		●	●	●
	Scholekster	8		●	●	●
	Torenvalk	8		●	●	-
	Wulp	8		●	●	●
	Blauwe Reiger	7		●	●	●
	Bruine Kiekendief	7	x	●	●	●
	Draaihals	7	x	●	●	●
	Grutto	7	x	●	●	●
	Kemphaan	7	x	●	●	-
	Kievit	7	x	●	●	●
	Kleine Mantelmeeuw	7		●	●	-
	Kokmeeuw	7		●	●	-
	Nachtzwaluw	7	x	●	●	●
	Ooievaar	7	x	●	●	-
	Purperreiger	7	x	●	●	-
	Slechtvalk	7	x	●	●	●
	Stormmeeuw	7		●	●	-
	Tureluur	7		●	●	●
	Velduil	7	x	●	●	-
	Watersnip	7	x	●	●	●
	Wespendief	7	x	●	●	●
	Zeearend	7		●	●	●
	Zilvermeeuw	7		●	●	-
	Zwartkopmeeuw	7		●	●	-
	Bontbekplevier	6		●	●	-
	Buizerd	6		-	●	-
	Havik	6		-	●	-
	Houtsnip	6		-	●	●
	Ransuil	6		●	●	●
	Veldleeuwerik	6	x	●	●	-
	Kwartelkoning	5	x	●	-	●
	Oehoe	5		●	●	●
	Raaf	5		●	●	●
	Roek	5		●	●	●
	Roerdomp	5	x	●	●	-
	Sperwer	5		●	●	●
	Steltkluut	5	x	●	●	-
	Wilde Eend	5		●	●	-
	Woudaap	5	x	●	●	-
	Aalscholver	4		-	●	-
	Bergeend	4		-	●	●
	Kleine Plevier	4		-	●	●
	Koekoek	4		●	-	●
	Middelste Bonte Specht	4		-	●	●
	Ringmus	4		●	-	●
	Slobeend	4		●	-	●
	Steenuil	4		●	●	●
	Zomertortel	4		●	●	-

Niet-broedseizoen

Vogelsoort	Kwetsbaarheid	aandacht- soort Utrecht	Mate van be- dreiging	aanvarings- risico	verstorings- risico
Kleine Zwaan	9	x	●	●	●
Lachstern	9		●	●	-
Ruigpootbuizerd	9		●	●	-
Velduil	9	x	●	●	-
Blauwe Kiekendief	8		●	●	-
Rode Wouw	8		●	●	-
Scholekster	8		●	●	●
Torenvalk	8		●	●	-
Visdief	8	x	●	●	-
Zwarte Stern	8	x	●	●	-
Aalscholver	7	x	●	●	-
Bruine Kiekendief	7	x	●	●	-
Goudplevier	7		●	●	●
Kleine Mantelmeeuw	7		●	●	-
Reuzenster	7		●	●	-
Smient	7	x	●	●	-
Zeearend	7		●	●	-
Zilvermeeuw	7		●	●	-
Boomvalk	6		-	●	-
Buizerd	6		-	●	-
Grauwe Kiekendief	6		-	●	-
Havik	6		-	●	●
Kokmeeuw	6		-	●	-
Kraanvogel	6		-	●	-
Ooievaar	6	x	-	●	-
Pontische Meeuw	6		-	●	-
Ransuil	6		●	●	-
Regenwulp	6		●	●	-
Slechtvalk	6	x	-	●	-
Stormmeeuw	6		-	●	-
Visarend	6		-	●	-
Wespendief	6	x	-	●	-
Zwarte Wouw	6		-	●	-
Blauwe Reiger	5		●	●	-
Bonte Strandloper	5		●	●	-
Grutto	5	x	●	●	-
Kievit	5	x	●	●	-
Nonnetje	5	x	●	-	●
Roek	5		●	●	●
Smelleken	5		●	●	-
Tafeleend	5	x	●	-	●
Toendrarietgans	5		●	●	●
Tureluur	5		●	●	-
Veldleeuwerik	5	x	●	●	-
Wilde Eend	5		●	●	-
Wulp	5		●	●	●
Bontbekplevier	4		-	●	-
Bonte Kraai	4		●	-	●
Gierzwaluw	4	x	-	●	-
Grauwe Gans	4		-	●	●
Grote Mantelmeeuw	4		-	●	-
Grote Zilverreiger	4	x	-	●	●
Houtsnip	4		-	●	-
IJslandse Grutto	4		-	●	-
Kemphaan	4	x	●	●	-
Kuifduiker	4		●	●	-
Middelste Bonte Specht	4		-	-	-
Oehoe	4		-	-	●
Patrijs	4		●	-	-
Raaf	4		-	●	-
Roerdomp	4	x	●	●	-
Sperwer	4		-	●	-
Watersnip	4	x	-	●	-
Wilde Zwaan	4		-	●	●
Witgat	4		-	●	●
Zomertortel	4		●	●	-
Zwartkopmeeuw	4		-	●	-

Bijlage 2. Validatie kaartbeelden vogels met behulp van radargegevens

Paul van Els (Sovon) & Roland van der Vliet (Bureau Waardenburg)

In deze analyse zijn de vliegbewegingen tussen slaapplaatsen en foerageergebieden voor verschillende soorten vogels (met name doelsoorten van het Meetnet Slaapplaatsen, veelal watervogels) gemodelleerd. Dat heeft kaartbeelden opgeleverd van de vliegintensiteit per soort. Hoewel de modellering gebaseerd is op telgegevens uit de Meetnetten Watervogels en Slaapplaatsen, en dus tenminste in theorie een realistisch beeld van vliegbewegingen opleveren, is validatie van deze gemodelleerde kaartgegevens aan de hand van in het veld verzamelde gegevens waardevol.

Ten eerste kan het kaartbeeld incompleet zijn doordat niet overal in het land goed geteld is, dit probleem is waarschijnlijk het grootst bij de gegevens die voortkomen uit het Meetnet Slaapplaatsen, omdat er vanuit dit meetnet slechts sturing is op tellen van een zeer selecte soortenset en doordat slaapplaatsen vaak moeilijk te vinden zijn en regelmatig van plek verwisselen. Ten tweede kunnen er bij de implementatie van de modellering afwijkingen voorkomen, waardoor een minder waarheidsgetrouw kaartbeeld ontstaat. Te denken is aan verschillen in de maximaal toelaatbare afstand van vliegbewegingen tussen foerageergebied en slaapplaats, welke te groot of juist te klein zijn. Deze afstanden zijn gebaseerd op bekende, soortspecifieke, maximale foera-

geafstanden (Van der Vliet *et al.* 2011), maar kunnen naar gelang lokale omstandigheden variëren. De hoeveelheid veldgegevens over vliegbewegingen tussen foerageergebieden en slaapplaatsen van soorten is gering; onze enige bron van gegevens komt voort uit het werk met radarbeelden van Bureau Waardenburg. Voor de provincie Utrecht zijn er drie studies beschikbaar die het mogelijk maken om onze kaartgegevens te valideren: een studie gericht op vliegbeelden van ganzen, meeuwen, eenden en Kievit in de Polder Rijnenburg (Verbeek *et al.* 2020, rapport 19-226), een studie uit de Lopikerwaard gericht op vliegbewegingen van de Purperreiger (van der Winden & Poot 2001, rapport 01-084) en een studie gericht op vliegbewegingen van ganzen aan de oostzijde van de Vinkeveense Plassen (Poot & Prinsen 2004, rapport 03-036). De vliegbewegingen van Purperreiger, een lokale zomerbroedvogel in Utrecht, blijven naar verwachting beperkt tot de directe omgeving van het broedgebied van de soort. De vliegbewegingskaarten van deze soort zijn dan ook gebaseerd op het voorkomen in het broedgebied, waardoor een afwijking niet te verwachten is. We zullen hier dan ook vooral de nadruk leggen op de studies uit Polder Rijnenburg en van de omgeving Vinkeveense Plassen.

Polder Rijnenburg & Reijerscop (Verbeek *et al.* 2020)

Voor deze studie linken we de vliegbewegingskaart van Kokmeeuw aan de radarbewegingen van meeuwen in en rond Polder Rijnenburg (Fig. 1). Door radarbeelden weten we dat de vliegbewegingen van meeuwen in het gebied zich concentreren rond slaapplekken op de Strijkviertelplas ten noorden van de A12 en de Nedereindseplas ten

noorden van IJsselstein. Daarbij foerageren vogels vooral in de Polder Rijnenburg en ten oosten van Knollemanshoek. Vooral rond de Nedereindseplas vinden veel lokale vliegbewegingen plaats. De grootste bewegingen van ganzen bestaan uit enkele honderden exemplaren.

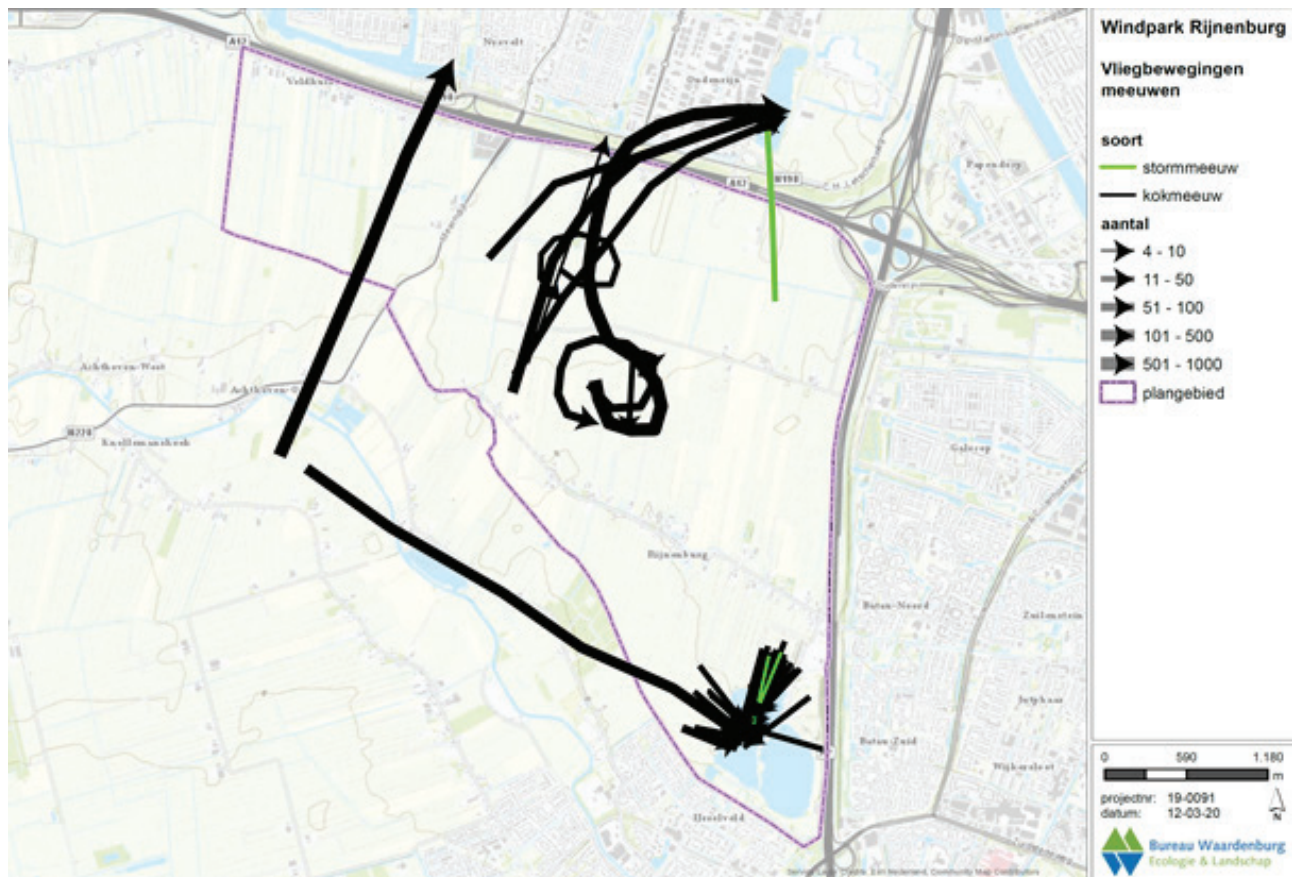


Fig. 1. Vliegbewegingen van meeuwen rond Polder Rijnenburg gemeten a.d.h.v. radarbeelden.

Als we dit beeld vergelijken met de gemodelleerde vliegbewegingenkaart, zien we ten eerste dat de vliegbewegingen rond de Nedereindseplas goed uit het kaartbeeld naar voren komen. De directe omgeving van de plas springt uit het omgevingsbeeld qua vliegintensiteit, wat goed overeenkomt met de grote hoeveelheid lokale vliegbewegingen gemeten met radarbeelden. Bij de Strijkviertelplas zien we echter een ander beeld. Modelleren geeft aan dat deze plas lagere vliegintensiteit kent en hoewel de plas volgens de radarbeelden niet dezelfde hoeveelheid lokale vliegbewegingen heeft als de Nedereindseplas, is er toch een aanzienlijke flux aanwezig tussen Polder Rijnenburg en de plas die in de gemodelleerde kaart ontbreekt. Bij nadere inspectie blijken slaapgegevens van Kokmeeuw (en andere soorten meeuwen) van de Strijkviertelplas in het Meetnet Slaapplekken

volledig te ontbreken, deze zijn dus niet expliciet meegenomen in de modellering. Er heeft in de modellering wel een correctie plaatsgevonden op basis van landschapskenmerken om mogelijk ontbrekende slaapplekkengegevens op te vangen, waardoor de vliegbewegingen bij de Strijkviertelplas zichtbaar moeten zijn. Er is echter nog een complicatie die een vergelijking lastig maakt: hoewel we weten om hoeveel meeuwen het gaat op basis van radarbeelden, kunnen deze aantallen niet één-op-één vergeleken worden met de kaartbeelden, omdat vliegintensiteit hier relatief is. Dat wil zeggen dat de aantallen vliegbewegingen rond de Strijkviertelplas wellicht wel goed gemodelleerd zijn, maar dat de aantallen relatief lager zijn dan andere gebieden in Utrecht met veel meer meeuwen.

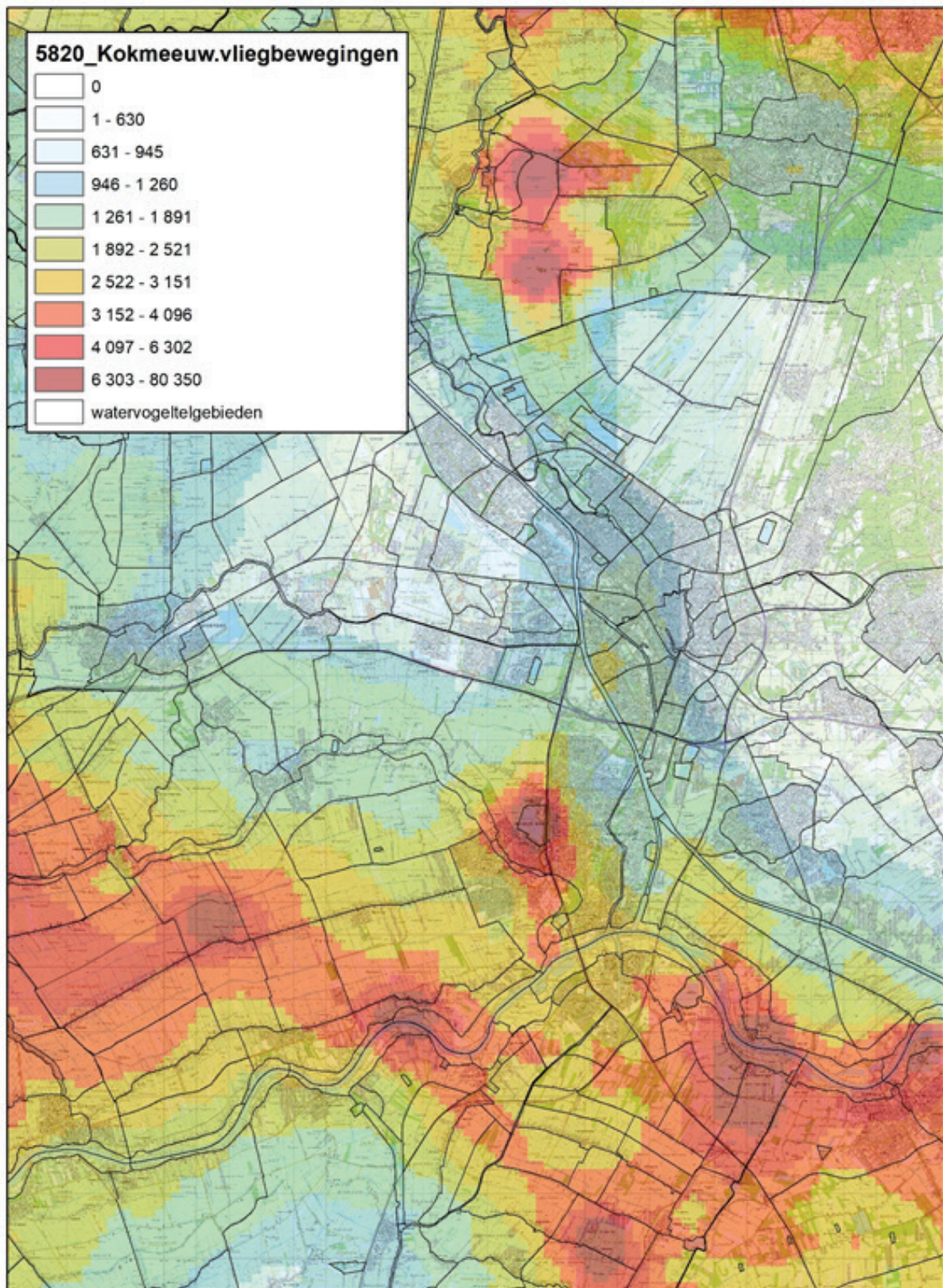


Fig. 2. Vliegbewegingenkaart Kokmeeuw omgeving Polder Rijnenburg

Vinkeveense Plassen (Poot & Prinsen 2004)

In de nabijheid van de Vinkeveense Plassen bevinden zich enkele slaapplekken van de Grauwe Gans, waarbij er volgens radarbeelden (Fig. 3) dagelijks trekbewegingen plaatsvinden naar foerageergronden ten oosten en zuidoosten van de Vinkeveense Plassen. De slaapplekken zijn vastgesteld in 2004 en zijn niet terug te vinden in het Meetnet

Slaapplekken, wat erop zou kunnen duiden dat de slaapplekken niet meer bestaan of simpelweg niet meer geteld zijn. De aantallen Grauwe Ganzen zijn sinds 2004 gestaag toegenomen en slaapplekken van de soort zijn vaak klein en diffuus, wat het niet makkelijker maakt om ze te tellen.

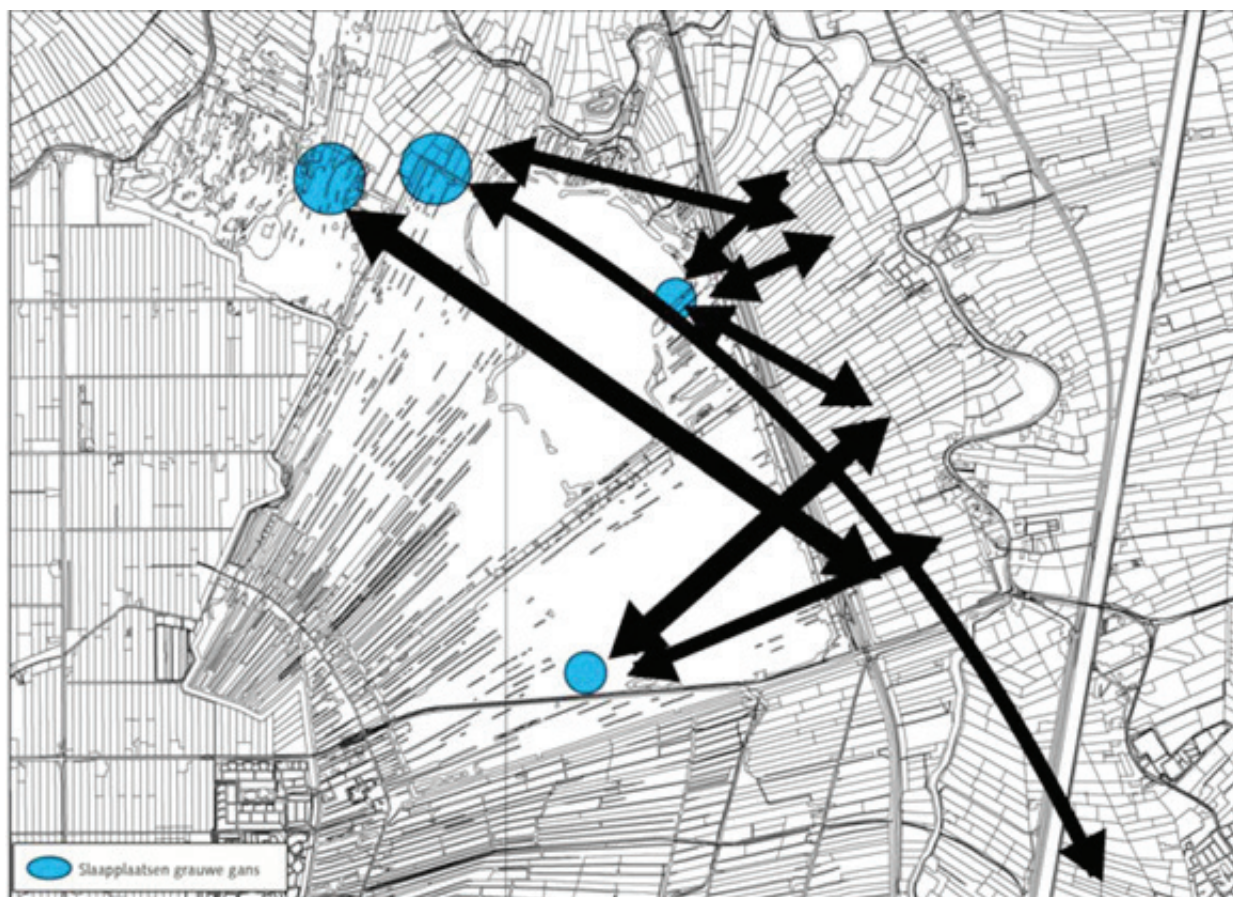


Fig. 3. Vliegbewegingenkaart Grauwe Gans omgeving Vinkeveense Plassen a.h.v. radarbeelden

Op de modelkaart (Fig. 4) komt het gebied van de Vinkeveense Plassen naar voren als oranje tot rood, wat een bovengemiddelde vliegintensiteit laat zien. De aanwezigheid van frequente vliegbewegingen, zoals uit de radarbeelden naar voren is gekomen, is daarmee in ieder geval aangetoond. Echter is uit de kaart duidelijk dat schaal hier een probleem vormt: de radargegevens bestrijken slechts een klein

gebied, dat op de modelkaart wegvalt in een groot relatief uniform gebied met hoge vliegintensiteit. We kunnen dus hooguit kwalitatief bevestigen via radarbeelden dat de modelkaarten in ieder geval de aanwezigheid van veelvuldige vliegbewegingen goed voorspellen, maar de exacte hoeveelheid bewegingen, in het bijzonder in relatie tot de omgeving, kan niet gekwantificeerd worden.

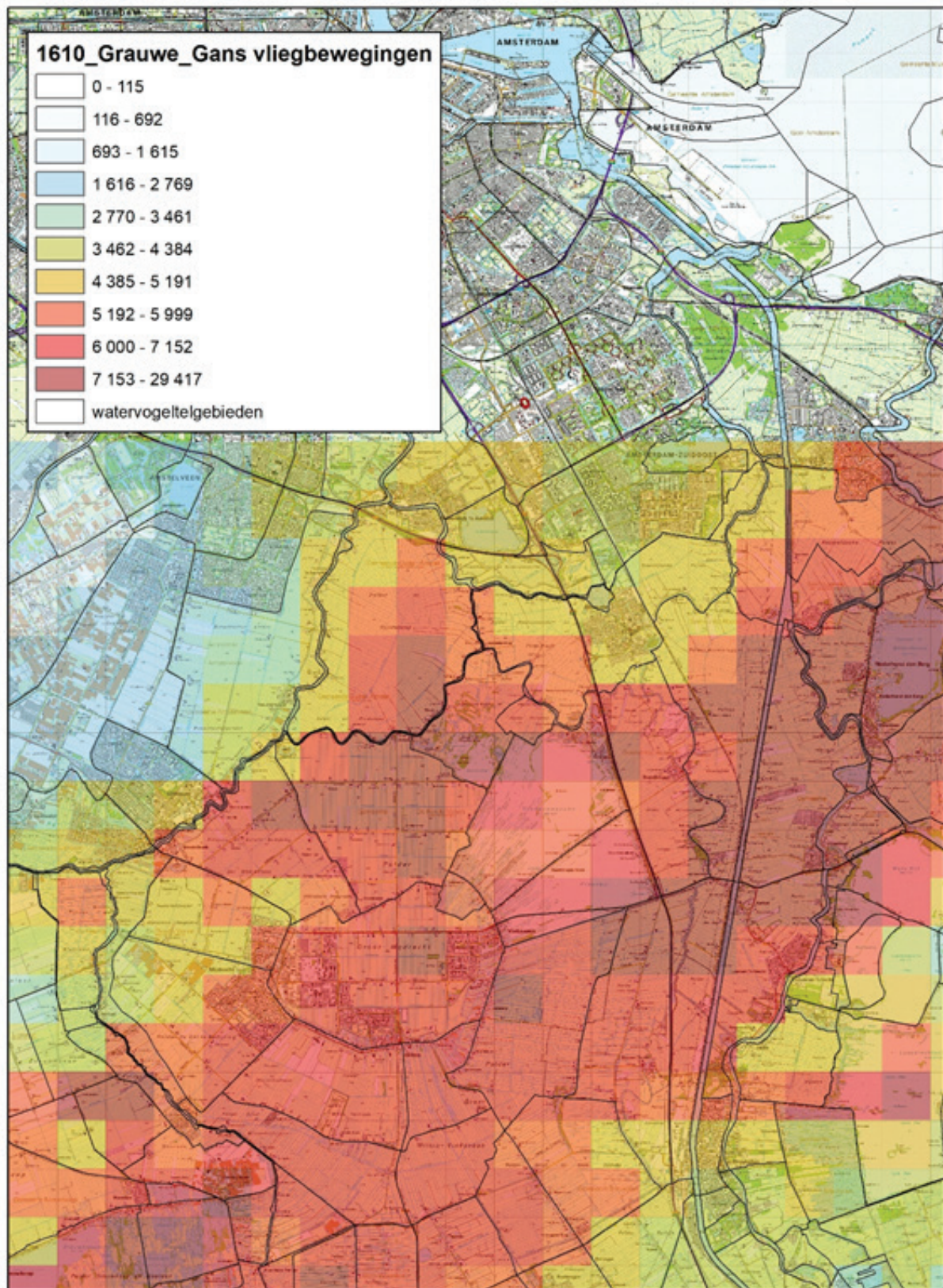


Fig. 4. Vliegbewegingenkaart Grauwe Gans omgeving Vinkeveense Plassen

Beknopte samenvatting

Hoewel de radarbeelden de beelden van de modelkaarten wel lijken te ondersteunen, is een exacte validatie van de modelkaarten met radargegevens

moeilijk, vooral omdat er 1) weinig radargegevens beschikbaar zijn, waarbij de beperking zowel geografisch als qua soortenset zich voordoet, en 2) omdat radargegevens slechts een beeld van een klein gebied

geven, zonder dat daarbij een vergelijking met omliggende gebieden kan worden gemaakt. Daarbij zijn bij de radarkaarten weliswaar soms aantallen beschikbaar, maar die zijn niet aan de relatieve modelkaarten te toetsen. De modelkaarten lijken daarbij

de aanwezigheid en frequentie van vliegbewegingen wel goed te voorspellen, maar het is mogelijk dat van sommige soorten en sommige gebieden te weinig gegevens zijn (vooral slaappleatsen), zodat dit tot onderschatting van vliegintensiteit leidt.



In opdracht van:



provincie ■ Utrecht

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

