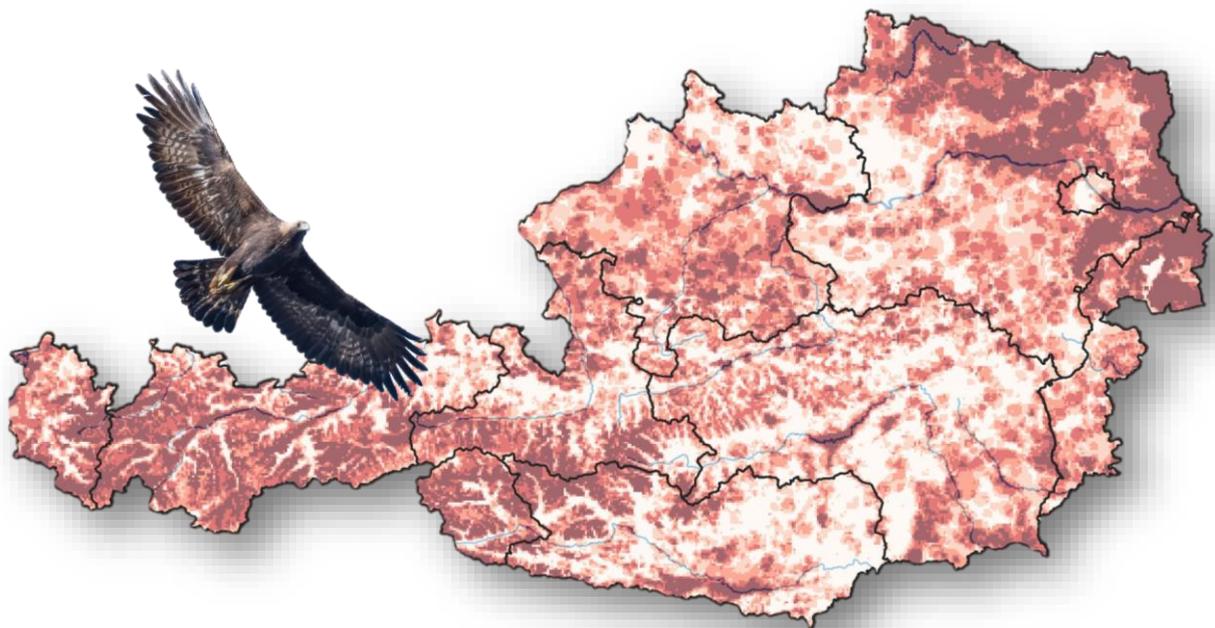


Ornithologische Sensibilitätskarte Windkraft Österreich



Methodenbericht

Juni 2025

Impressum

BirdLife Österreich - Gesellschaft für Vogelkunde

Diefenbachgasse 35/1/6, A-1150 Wien

Tel: +43 1 523-46-51

office@birdlife.at

www.birdlife.at

ZVR 093531738

Autorenschaft: Matthias Schmidt, Johannes A. Hohenegger

unter Mitarbeit von Remo Probst & Florian Billinger

Titelbild: Steinadler (S. Schnierer)

Inhalt

1. Einleitung.....	4
2. Zielsetzung der Ornithologischen Sensibilitätskarte Windkraft Österreich.....	5
3. Methodik.....	7
3.1. Grundsätzliche Herangehensweise	7
3.2. Brutverbreitung windkraftsensibler Vogelarten	8
3.2.1. Artauswahl und Einstufung windkraftsensibler Vogelarten.....	8
3.2.2. Gewichtung der Arten für die Erstellung der Sensibilitätskarte	9
3.2.3. Datengrundlagen	10
Arten mit Verbreitungsmodellen	11
Arten mit Puffer um Brutzeitdaten.....	11
Arten mit Lebensraumpolygonen	11
Arten mit Raumnutzungsmodellen.....	12
3.3. Stärke des herbstlichen Vogelzugs.....	13
4. Ergebnisse	14
5. Aussagekraft und Einschränkungen.....	19
5.1. Datenqualität und -vollständigkeit	19
5.2. Aggregation & Generalisierung.....	19
5.3. Zeitliche Abdeckung.....	20
5.4. Lebensraumpotential.....	20
5.5. Rechtliche Festlegungen, (naturschutz)politische Abwägungen.....	21
6. Literatur	22

1. Einleitung

Um den menschengemachten Klimawandel zu verlangsamen, werden derzeit zahlreiche Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien ergriffen. Dabei nimmt die Windenergie eine zentrale Rolle im Energiemix ein. Mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable-Energy-Directive, RL 2023/2413, RED III) wird zudem eine weitere Beschleunigung des Ausbaus erwartet. Allerdings kann der Bau von Windkraftanlagen und der dazugehörigen Infrastruktur erhebliche Eingriffe in natürliche Ökosysteme mit sich bringen, was zu Spannungen zwischen Klimaschutz und Naturschutz führen kann. Die Empfindlichkeit gegenüber Windkraftanlagen variiert stark zwischen verschiedenen Arten bzw. Artgruppen, da sie von spezifischen Merkmalen abhängt. Im Allgemeinen sind Vögel allerdings besonders betroffen, da sie verhältnismäßig große Raumansprüche haben, eine hohe Mobilität aufweisen und regelmäßig in der Höhe der Rotorblätter fliegen. Zu den negativen Auswirkungen zählen Lebensraumverluste, Scheuch- und Barriereeffekte sowie eine erhöhte Mortalität durch Kollisionen (Gove et al. 2013; Schuster et al. 2015; Laranjeiro et al. 2018). Dabei hängt es maßgeblich von der Standortwahl für die Windkraftanlagen ab, wie stark diese Effekte zu tragen kommen. Eine sorgfältige Planung kann daher dazu beitragen, Zielkonflikte weitgehend zu reduzieren.

Eine bewährte Methode zur räumlichen Darstellung und Bewertung des Konfliktpotentials sind sogenannte Sensibilitätskarten (engl. Sensitivity Maps). Diese Karten bieten eine Grundlage, um mögliche Konflikte zwischen Artenschutz und Klimaschutz fachlich fundiert abzuwägen (Bright et al. 2008; Allinson et al. 2020; Bennun et al. 2021; Balotari-Chiebao et al. 2023; DDA Dachverband Deutscher Avifaunisten 2024). In Bezug auf erneuerbare Energien stellen Sensibilitätskarten somit ein wichtiges Planungsinstrument für einen faktenbasierten Interessenausgleich dar.

Der gegenständliche Bericht beschreibt die methodische Herangehensweise zur Entwicklung einer ornithologischen Sensibilitätskarte für die Windkraftnutzung in Österreich, zeigt Aussagekraft und Einschränkungen des gewählten Ansatzes auf und bietet eine Interpretationshilfe, um das Konfliktpotential der Windkraftnutzung in Bezug auf Vögel zu bewerten.

2. Zielsetzung der Ornithologischen Sensibilitätskarte Windkraft Österreich

Ziel der Ornithologischen Sensibilitätskarte Österreich ist die österreichweite Darstellung des relativen Konfliktpotenzials zwischen Vogelschutz und Windkraftnutzung. Sie zeigt, wo in Österreich die meisten Konflikte zwischen Vogelschutz und Windkraftnutzung – rein basierend auf dem Vorkommen von Arten – zu erwarten sind und damit eine Ausweisung von Beschleunigungsgebieten im Rahmen der RED-III-Verordnung naturschutzfachlich besonders kritisch ist. Die Karte soll als Grundlage für eine Interessenabwägung dienen und stellt nicht ein Ergebnis einer solchen dar. Aspekte wie die Qualität der Lebensräume, normative Schutzkategorien (z. B. Natura-2000-Gebiete) oder andere Biodiversitätsfaktoren, die über die Vogelwelt hinausgehen, sind daher in dieser Karte nicht berücksichtigt. Ebenso werden bei der Sensibilitätskarte keine raumplanerischen Rahmenbedingungen oder naturschutzpolitische Interessenabwägungen miteinbezogen.

Die Sensibilitätskarte kann daher keinesfalls Einzelstandortprüfung oder regionale Raumordnungskonzepte (Zonierungen) ersetzen. Ein geringes prognostiziertes Konfliktpotenzial bedeutet nicht, dass ein Gebiet zwangsläufig für den Ausbau der Windkraft geeignet ist. Ein hohes prognostiziertes Konfliktpotenzial schließt hingegen nicht aus, dass ein Projekt mit umfassenden Auflagen umsetzbar ist. Die ornithologische Sensibilitätskarte zeigt lediglich einen Erwartungswert und kann als plausible Richtschnur dafür dienen, wie umfassend und kompliziert die zu erwartenden Konflikte sein werden.



Wichtige Interpretationshinweise

Sensibilitätskarten können die gesetzlich vorgeschriebene Prüfung der Natur- oder Umweltverträglichkeit bei Infrastrukturprojekten nicht ersetzen. Ihr Hauptzweck liegt vielmehr darin, eine vorausschauende und großräumige Planung zu unterstützen, indem potenzielle Konflikte frühzeitig erkannt und möglichst minimiert werden.

Bei der Anwendung der Karte ist zu beachten, dass die abgebildete Windkraftsensibilität einen relativen Wert darstellt. Dieser vergleicht die einzelnen Rasterfelder innerhalb des Untersuchungsgebiets miteinander. Die Karte ermöglicht somit eine vergleichende Bewertung der Flächen in Österreich hinsichtlich ihrer zu erwartenden ornithologischen Sensibilität gegenüber der Windkraftnutzung. Allerdings lässt sich daraus kein absolutes Risiko ableiten. Stattdessen bietet die Karte eine Grundlage für eine hierarchische Bewertung von Standorten innerhalb der österreichischen Staatsgrenzen.

Es ist zudem wichtig zu betonen, dass die Sensibilitätskarte keine Windkraft-Zonierung darstellt oder deren Funktion erfüllt. Aspekte wie die Qualität der Lebensräume, normative Schutzkategorien (z. B. Natura-2000-Gebiete) oder andere Biodiversitätsfaktoren, die über die Vogelwelt hinausgehen, werden in der Karte nicht berücksichtigt. Ebenso werden bei der Sensibilitätskarte keine raumplanerischen Rahmenbedingungen oder naturschutzpolitischen Interessenabwägungen miteinbezogen. Aus diesen Gründen stellt die Sensibilitätskarte vor allem eine zentrale Basis für weiterführende Zonierungen oder großräumige raumordnerische Planungen, wie etwa die Ausweisung von Beschleunigungsgebieten, dar.

Bei der Interpretation und Anwendung der Karte ist außerdem zu berücksichtigen, dass der Erfassungsgrad der bearbeiteten Arten regional unterschiedlich ist. Unterschiede in der Verfügbarkeit und Qualität der zugrunde liegenden Daten können die Einstufung der ornithologischen Sensibilität signifikant beeinflussen.

3. Methodik

3.1. Grundsätzliche Herangehensweise

Das Risiko erheblicher Zielkonflikte zwischen Vogelschutz und Windkraftnutzung hängt maßgeblich vom Vorkommen windkraftsensibler Vogelarten an einem bestimmten Standort ab. Dieses Vorkommen kann dabei verschiedene Formen annehmen, da sowohl Brutvögel als auch Rast- und Zugvögel von den negativen Auswirkungen betroffen sein können. Für die gegenständliche Sensibilitätskarte wurden zwei Aspekte berücksichtigt, für die flächig verfügbare Datensets aus Österreich zusammengestellt werden konnten:

- **Brutverbreitung windkraftsensibler Vogelarten**
- **Stärke des herbstlichen Vogelzugs**

Diese beiden Aspekte wurden für die Karte miteinander verschnitten. Als Gewichtung wurde ein Verhältnis von 2 : 1 gewählt, was bedeutet, dass die Verbreitung der Brutvogelarten doppelt so stark wie das Vogelzugaufkommen gewichtet wurde. Dieses Verhältnis soll dem temporären Charakter des Vogelzugs Rechnung tragen, auch da aufgrund der zeitlichen Konzentration des Zuges negative Wirkungen im Rahmen von Windkraftprojekten im Allgemeinen besser kontrollierbar sind.

Die beiden Aspekte unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung folgend:

Die Brutverbreitung der windkraftsensiblen Vogelarten wurde aus 49 artspezifischen Verbreitungslayern aggregiert, wobei die einzelnen Layer entsprechend der in 3.2.2 beschriebenen Methode gewichtet wurden. Die Stärke des herbstlichen Vogelzugs wurde mittels Verschneidung von zwei Teilergebnissen eines Vogelzugmodells für Österreich ermittelt (siehe 3.3). Alle Zwischenergebnisse wurden jeweils auf Werte von 0 bis 1 normiert, um – unbeschadet der gewünschten Gewichtung – mit einheitlichen Skalen zu rechnen.

Die Bewertung der Flächen erfolgt dabei auf Basis eines 1x1-km-Rasters in der Kartenprojektion ETRS89 / Austria Lambert (EPSG: 3416).

Die Windkraftsensibilitätskarte stellt einen relativen Vergleich der Windkraftsensibilität dar und die errechneten Sensibilitätswerte wurden in fünf Klassen unterteilt, wobei jede Klassen 20 % der Rasterzellen umfasst (20-%-Quantil). Die Sensibilitätsklasse „1 – gering“ umfasst jene 20 % der Fläche Österreichs, für die das geringste Konfliktpotential prognostiziert wird. Die Klasse „5 - sehr hoch“ hingegen zeigt jene 20 % der Fläche an, in denen mit dem höchsten Konfliktpotential gerechnet wird.

3.2. Brutverbreitung windkraftsensibler Vogelarten

3.2.1. Artauswahl und Einstufung windkraftsensibler Vogelarten

Die Auswahl der windkraftsensiblen Vogelarten basiert auf der Artenliste der Vögel Österreichs und dem Österreichischen Brutvogelatlas (Teufelbauer et al. 2023; Berg et al. 2024). In einem ersten Schritt wurde die Artenauswahl auf jene Arten eingeschränkt, die seit dem Erhebungsbeginn für den Brutvogelatlas (2013) in Österreich regelmäßig oder unregelmäßig brüteten. Zusätzlich wurde der Gänsegeier als einziger Sommergast mitaufgenommen, da diese bekanntermaßen hochgradig windkraftsensible Art vor allem die österreichischen Zentral- und Südalpen vom Mittelmeerraum aus regelmäßig frequentiert.

Für die ausgewählten Brutvogelarten (zzgl. Gänsegeier) wurde die windkraftbezogene Risikoanfälligkeit auf Basis der einschlägigen Fachliteratur, insbesondere nach den Arbeiten von Langgemach & Dürr (2023), Bernotat & Dierschke (2021), Sprötge et al. (2018), sowie, wo nötig, mittels Expertenschätzung beurteilt. Die Anfälligkeit wurde dabei auf einer dreistufigen Skala bewertet (siehe Tabelle 1), die die vier Faktoren kollisionsbedingte Mortalität, Habitatverluste durch Windkraftanlagen, Scheuchwirkung durch Windkraftanlagen sowie Hindernis- und Barriereeffekte durch Windkraftanlagen zusammenfassend behandelt (Vgl. Langston & Pullan 2003; Rössler 2003; Gove et al. 2013). Arten mit geringer Risikoanfälligkeit wurden von der weiterführenden Analyse ausgeschlossen.

Tabelle 1: Schema der Einstufung der Risikoanfälligkeit von Vogelarten in Hinblick auf Einflüsse von Windkraftnutzung.

<p>Hohe Risikoanfälligkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risiko einer negativen Auswirkung ist (sehr) hoch. Arten sind bekannt für Ihre Empfindlichkeit gegenüber Windkraftanlagen.
<p>Fallweise hohe Risikoanfälligkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tendenz zu einer hohen Risikoanfälligkeit ist vorhanden. Risiko einer negativen Auswirkung kann bei bestimmten Bedingungen (Korridor, Topografie, Wetterverhältnisse) vorhanden sein. Hierzu zählen insbesondere große Arten, die in großen Schwärmen fliegen und Korridore bevorzugen - wie z. B. Gänse, Enten, Krähen und Kraniche. Weiters zählen hierzu Arten, die aufgrund ihrer Biologie gefährdet sind (z. B. Singflug oder Jagd in Rotorhöhe). • Arten, die aufgrund ihrer Habitatansprüche lokal konzentriert vorkommen (z. B. Bewohner von oder Feuchtgebieten, Arten mit räumlich bevorzugten Balzplätzen).
<p>Geringe Risikoanfälligkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risiko einer negativen Auswirkung von Windkraftanlagen ist gering.

Im nächsten Bearbeitungsschritt wurden alle (fallweise oder hoch) risikoanfälligen Arten hinsichtlich ihres Schutzbedarfs bewertet, womit der naturschutzfachlichen Sensibilität der Arten Rechnung getragen wird. Die Bewertungsmethode ist dabei angelehnt an die kürzlich durchgeführten Windkraft-Zonierungen in den

Bundesländern Ober- und Niederösterreich (Billinger et al. 2023, 2024; Hohenegger et al. 2024) und stützt sich auf folgende Parameter:

- Internationale Bedeutung der Art/SPEC (Burfield et al. 2023)
- Einstufung gemäß Ampelliste (Dvorak et al. 2017)
- Schutzstatus gemäß Vogelschutzrichtlinie (Vogelschutzrichtlinie 2009)

Tabelle 2: Schema der Einstufung des Schutzbedarfs von risikoanfälligen Vogelarten in Hinblick auf die Windkraftnutzung.

Hoch
- Art mit globalem Schutzbedarf (SPEC 1) - Art mit unmittelbarem Handlungsbedarf (Ampelliste rot)
Mäßig
• Art des Anhang I der Vogelschutzrichtlinie • Art mit fortwährendem Handlungsbedarf (Ampelliste gelb)
Gering
• alle übrigen Arten

Die artspezifischen Bewertungen für Risikoanfälligkeit ggü. Windkraftanlagen und Schutzbedarf wurden in einer einfachen Matrix verschnitten, wodurch sich für jede Vogelart eine Einstufung der gegenwärtigen Windkraftrelevanz ergibt (siehe Tabelle 3). Das Arten-Set der relevanten Brutvogelarten für die Erstellung der Karte wurde durch Auswahl jener Arten generiert, die eine hohe oder sehr hohe Windkraftrelevanz aufweisen. Dies sind 50 Arten, wobei die Art Uhu aufgrund einer beinahe flächigen Verbreitung und gleichzeitig schlechten Datenbasis ausgeschieden wurde. Das finale Artenset umfasst damit 48 Brutvogelarten sowie den Gänsegeier.

Tabelle 3: Matrix für die Ermittlung der Windkraftrelevanz

Windkraftrelevanz		Schutzbedarf		
		hoch	mäßig	gering
Risikoanfälligkeit ggü. Windkraft	hoch	sehr hoch	hoch	fallweise
	fallweise	hoch	fallweise	gering
	gering	fallweise	gering	sehr gering

3.2.2. Gewichtung der Arten für die Erstellung der Sensibilitätskarte

Um Unterschieden in der Windkraftrelevanz und der Verantwortlichkeit Österreichs für den europäischen Gesamtbestand Rechnung zu tragen, wurde für die Arten jeweils ein Gewichtungsfaktor durch Addition anhand eines Punktesystems errechnet (siehe Tabelle 4). Der Gewichtungsfaktor kann demnach Werte von 3 bis 8 annehmen. Die Verantwortlichkeit Österreichs wurde näherungsweise durch

Vergleich der Mittelwerte der Bestandsschätzungen gemäß dem letzten Artikel-12-Bericht Österreichs und „Birds in Europe 4“ ermittelt (Dvorak 2019; Burfield et al. 2023). Abgewichen wurde von diesem Schema lediglich bei der Kornweihe, die in Zentraleuropa ein stark isoliertes Brutvorkommen auf der Böhmisches Masse hat, wobei der Großteil der Paare im Waldviertel brütet. Der betreffenden Population kommt aufgrund der Isoliertheit eine äußerst hohe Bedeutung für Mitteleuropa zu, welcher mit drei Wertungspunkten Rechnung getragen wurde.

Tabelle 4: Wertungssystem für die Gewichtung der Arten.

		Wertungspunkte
Windkraftrelevanz		
	sehr hoch	5
	hoch	3
Bestandsanteil am europ. Bestand		
	0 % bis <0,75 %	0
	0,75 bis < 1,5 %	1
	1,5 bis < 3 %	2
	ab 3 %	3

3.2.3. Datengrundlagen

Die Darstellung des Brutvorkommens windkraftsensibler Arten basiert im Wesentlichen auf den Daten der Beobachtungsdatenbank ornitho.at von BirdLife Österreich bzw. darauf aufbauenden Auswertungen. Um in Hinblick auf die gewählte Auflösung eine zufriedenstellend dichte Datenbasis zu erhalten, war es nötig, einen mehrjährigen Zeitraum für die Datenauswahl heranzuziehen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit und Praktikabilität wurde die Berichtsperiode des aktuellen (2019–2024) sowie des letzten Artikel-12-Berichts (2013–2018) gewählt, wobei letztere mit dem Erhebungszeitraum des Brutvogelatlas zusammenfällt. Für Arten, deren Verbreitung im Österreichischen Brutvogelatlas mittels einer Modellkarte dargestellt wurde, verwendeten wir diese Modellierung statt tatsächlichen Beobachtungsdaten (Teufelbauer et al. 2023). Für die meisten anderen Arten, für die keine verlässlichen Modellkarten zur Verfügung standen, wurden aus den als Punktdaten vorliegenden Brutzeitdaten unter Zuhilfenahme eines artspezifischen Puffers Verbreitungskarten errechnet. Für zwei Arten wurden Lebensraumpolygone unter Berücksichtigung der Habitataignung abgegrenzt. Für Bartgeier und Gänsegeier, die eine besonders großräumige Raumnutzung zeigen, wurden aus Telemetrie-Daten Raumnutzungsmodelle errechnet.

Dankenswerterweise wurden die Daten für den Bartgeier vom International Bearded Vulture Monitoring (IBM) und für den Gänsegeier von Association BIOM (Kroatien) und Fulvio Genero (Università degli Studi di Udine/Italia) zur Verfügung gestellt.

Arten mit Verbreitungsmodellen

Die Modellkarten des österreichischen Brutvogelatlas (Teufelbauer et al. 2023) bildeten für sechs Arten (Alpensneehuhn, Auerhuhn, Birkhuhn, Kiebitz, Steinadler und Turteltaube) die Basis der Verbreitungsdarstellung. Die Modelle geben das Verbreitungsgebiet plausibler wieder als die Beobachtungsdaten, da sie eine flächigere Beurteilung ermöglichen. Die Modelle, die die Antreffwahrscheinlichkeit einer Art in einem Rasterfeld zeigen, wurden auf eine Skala von 0 bis 1 normiert, indem der Wert für die Antreffwahrscheinlichkeit im 95-%-Quantil als Maximalwert 1 gesetzt wurde. Rasterzellen, welche eine relative Antreffwahrscheinlichkeit von mehr als 0,66 aufwiesen, flossen in das Modell mit der Wertigkeit 1 ein, Rasterzellen mit einer mittleren relativen Antreffwahrscheinlichkeit von 0,33 bis 0,66 mit einer Wertigkeit von 0,5.

Arten mit Puffer um Brutzeitdaten

Tatsächliche Brutverbreitungsdaten (in Form von Beobachtungsdaten) wurden für die Darstellung der Verbreitung von 39 Arten verwendet. Diese Daten stammen für den Zeitraum 2013–2018 aus dem Datensatz des Österreichischen Brutvogelatlas, für den Zeitraum 2019–2024 von der Beobachtungsplattform ornitho.at (abgerufen ab Mitte Juli 2024). Letztere wurden anhand artspezifischer Kriterien gefiltert, um Brutverbreitungsdaten von anderen Beobachtungen (bspw. Durchzug, Rast, Überwinterung, Nahrungssuche etc.) zu trennen. Die Filterkriterien wurden ebenso – mit geringfügigen methodischen Anpassungen – vom Österreichischen Brutvogelatlas übernommen (zu den Kriterien siehe Teufelbauer et al. 2023). Aus den auf diese Weise gefilterten und zusammengestellten Daten wurden Verbreitungskarten errechnet, die auf ihre Plausibilität geprüft wurden. In einem Validierungsschritt wurden für jede Art sämtliche unplausiblen Beobachtungsdaten ausgeschlossen sowie sonstige verfügbare Daten ergänzt, um evidente Verbreitungslücken zu schließen (bspw. Brutdaten aus Artenschutzprogrammen von BirdLife Österreich). Der daraus resultierende Datensatz enthält damit sämtliche uns vorliegende Daten aus dem Betrachtungszeitraum, welche auf eine Brut der Art im Gebiet schließen lassen. Um diese Punktdaten in Verbreitungskarten umzuwandeln, wurden sie mit artspezifischen Puffern versehen (vgl. Schmidt et al. 2021), welche sich hinsichtlich der Größe am Raumanspruch der Arten orientieren (siehe Tabelle 6).

Arten mit Lebensraumpolygonen

Für die beiden Gebirgsarten Mornellregenpfeifer und Steinhuhn wurden Lebensraumpolygone durch eine Kombination aus (eher großzügig) gepufferten Beobachtungsdaten und arttypischen Lebensraumparametern abgegrenzt. Der Mornellregenpfeifer ist aufgrund seiner ausgesprochenen Seltenheit besonders schutzbedürftig, weshalb ein Puffer von 2.000 m um Beobachtungen gewählt

wurde, in dem alle Flächen mit geeigneter Seehöhe als Verbreitung übernommen wurden.

Für das Steinhuhn liegen aufgrund der schwierigen Erfassung nicht genügend Beobachtungen vor, um die Verbreitung mit einem arttypischen Aktionsradius auch nur annähernd flächig darzustellen. Aus diesem Grund wurden für das Steinhuhn alle geeigneten Lebensräume (passende Seehöhe, Hangneigung und Exposition) im Umkreis von 6.000 m um Beobachtungspunkte verwendet.

Arten mit Raumnutzungsmodellen

Die beiden berücksichtigten Geierarten nutzen sehr große Gebiete und sind zusätzlich hochgradig windkraftrelevant. Die Brutstandorte allein sind daher – auch gepuffert – ungeeignet, um die Raumnutzung ausreichend darzustellen. Gänsegeier sind überdies in Österreich keine Brutvögel, sondern Sommergäste in beträchtlicher Zahl. Für Bart- und Gänsegeier wurden daher Telemetrie-Daten verwendet, welche dankenswerterweise vom International Bearded Vulture Monitoring bzw. Association BIOM (HR) und Fulvio Genero (Università degli Studi di Udine/Italia) zur Verfügung gestellt wurden. Für die Auswertung der Raumnutzung wurde ein dynamic Brownian Bridge Movement Modell (dBBMM) verwendet (Kranstauber et al. 2012). Die Modellierung erfolgte für jedes Individuum einzeln auf einem 250-m-Raster. Die verwendeten Parameter für die Modellierung sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Raumnutzungsmodelle der individuellen Vögel wurden aggregiert, indem sie – gewichtet entsprechend der Aufenthaltsdauer der Vögel – verschnitten wurden.

Tabelle 5: Parameter für die Erstellung der Raumnutzungsmodelle mittels dynamic Brownian Bridge Movement Modell der beiden Arten Gänsegeier und Bartgeier.

Parameter	
Window-size	11
Margin size	5
Timestep	5 min
Rastergröße	250 m
Burst-size	12 h

Da sich die Bewegungsmuster der beiden Arten erheblich unterscheiden (Bartgeier v.a. weiträumige ganzjährige Dispersal-Bewegungen, Gänsegeier v.a. Übersommerung bzw. kurzzeitige Migrationsbewegungen) mussten bei der Wertung der Raumnutzungsmodelle divergierende Schwellenwerte verwendet werden.

Beim Bartgeier wurden Flächen mit einer mittleren Wahrscheinlichkeitskontur von 75 %¹ vollwertig berücksichtigt, also mit 1 gewertet, Flächen mit einer mittleren Wahrscheinlichkeitskontur von 95 % hingegen mit 0,5. Einzelne Flächen mit einem Ausmaß von weniger als 25 km² fanden keine Berücksichtigung.

Beim Gänsegeier wurden die Flächen des Raumnutzungsmodells mit einer 95-%-Wahrscheinlichkeitskontur mit einer Wertigkeit von 1, Flächen mit einer Wahrscheinlichkeitskontur 99 % mit einer Wertigkeit 0,5 in den weiteren Berechnungen berücksichtigt. Flächen kleiner als 25 km² wurden wiederum nicht berücksichtigt. Die Verwendung eines niedrigeren Schwellenwerts mit der 99-%-Wahrscheinlichkeitskontur war beim Gänsegeier notwendig, um auch die konzentrierten, aber zeitlich relativ kurzen Wanderungen zwischen verschiedenen Aufenthaltsgebieten abzubilden.

3.3. Stärke des herbstlichen Vogelzugs

Zur Berücksichtigung des Vogelzugs wurde ein Modell herangezogen, das im Rahmen des V.i.A.-Projekts in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Vogelwarte entwickelt wurde (Vogelzug im Alpenraum, Schmidt et al. 2016). Dieses Modell dient dazu, die Intensität des Vogelzugs in Österreich während der Herbstzugperiode abzubilden. Detaillierte Informationen zur Methodik sind in Liechti et al. (2013) beschrieben.

Für die Erstellung der Sensibilitätskarte wurden zwei Varianten des Modells gleichgewichtet (im Verhältnis 1 : 1) berücksichtigt. Die erste Variante bildet das gesamte Vogelzugaufkommen ab, während die zweite Variante speziell das Vogelzugaufkommen in den unteren 200 Metern über dem Boden darstellt. Dadurch fließt der Vogelzug in den unteren 200 Metern doppelt in die Ergebnisse ein. Diese Kombination der beiden Modellvarianten trägt der besonderen Relevanz der unteren 200 Meter für die Windkraftnutzung Rechnung, berücksichtigt aber gleichzeitig das allgemeine Zugaufkommen. Letzteres ist aufgrund der vertikalen Unschärfe des Modells sowie der Höhe moderner Windkraftanlagen von Bedeutung.

¹ Die 75-%-Wahrscheinlichkeitskontur umfasst jene Flächen, in denen die Tiere mit einer Wahrscheinlichkeit von 75 % anzutreffen sind. Je geringer die Prozentzahl, desto intensiver wird die Fläche von den Tieren genutzt.

4. Ergebnisse

In Tabelle 6 sind die für die Sensibilitätskarte verwendeten Arten sowie die entsprechend der beschriebenen Methode abgeleitete Gewichtung dargestellt. Insgesamt wurden 49 Arten berücksichtigt.

Abbildung 1 zeigt die Ornithologische Sensibilitätskarte Windkraft Österreich. Dargestellt ist die relative ornithologische Windkraftsensibilität in 20-%-Quantil-Intervallen in einer Auflösung von 1 x 1 Kilometer. Je dunkler ein Rasterfeld gefärbt ist, desto höher die Sensibilitätseinstufung.

Zur besseren Einordnung der Datenverfügbarkeit und räumlichen Aussagekraft ist zudem in Abbildung 2 die räumliche Verteilung an Beobachter:innen-Tagen² dargestellt (siehe Kapitel 5.1). Hier erfolgte die Darstellung in 20-%-Quantil-Intervallen in der Auflösung der Atlas-Quadranten des Österreichischen Brutvogelatlas (EEA reference grid 10 km).

² Ein Beobachter:innen-Tag ist ein einzelner Tag, an dem eine Person im Feld ist und Daten erhoben hat, hier im Zeitraum von 2013-2024.

Tabelle 6: Liste der in die Sensibilitätskarte eingegangenen Arten einschließlich der Parameter für die Einstufung der Windkraftrelevanz, Datentyp, Puffergröße und finale Gewichtung mit der die Arten in das Brutverbreitungsmodell eingegangen ist.

Artname	Rote Liste Österreich	Ampel-liste	SPEC	Sensibilität	Risiko-anfälligkeit	Windkraft-relevanz	Anteil am europ. Bestand	Datentyp	Puffer-größe [m]	Gewichtung Österreich
Krickente	EN	Rot	Non-SPEC	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Tafelente	EN	Rot	SPEC 1	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Moorente	VU	Gelb	SPEC 1	hoch	fallweise	hoch	1	Brutdaten 2013-2024	500	4
Alpensneehuhn	LC	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	2	Lebensraum-Modell		5
Auerhuhn	NT	Gelb	SPEC 3	mäßig	hoch	hoch	1	Lebensraum-Modell		4
Birkhuhn	NT	Gelb	SPEC 3	mäßig	hoch	hoch	2	Lebensraum-Modell		5
Steinhuhn	LC	Gelb	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	2	Expertenabgrenzung		7
Ziegenmelker	VU	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Großstrappe	VU	Rot	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	1	Brutdaten 2013-2024	1000	6
Turteltaube	NT	Rot	SPEC 1	hoch	fallweise	hoch	0	Lebensraum-Modell		3
Tüpfelsumpfhuhn	CR	Rot	SPEC 2	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Kleines Sumpfhuhn	VU	Rot	Non-SPECe	hoch	fallweise	hoch	2	Brutdaten 2013-2024	500	5
Kranich	CR*	Rot*	Non-SPECe	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Triel	CR	Rot	SPEC 3	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	5
Stelzenläufer	NT	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Säbelschnäbler	VU	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Kiebitz	NT	Rot	SPEC 1	hoch	fallweise	hoch	0	Lebensraum-Modell		3
Mornellregenpfeifer	CR	Rot	SPEC 3	hoch	hoch	sehr hoch	0	Expertenabgrenzung	1000	5
Großer Brachvogel	EN	Gelb	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	5
Uferschnepfe	EN	Rot	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	5
Bekassine	CR	Rot	SPEC 3	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	5
Flussuferläufer	EN	Rot	Non-SPEC	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	5
Rotschenkel	VU	Gelb	SPEC 2	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Flusseeschwalbe	NT	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Schwarzstorch	NT	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	2	Brutdaten 2013-2024	3000	5
Weißstorch	LC	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3

Artname	Rote Liste Österreich	Ampelliste	SPEC	Sensibilität	Risikoanfälligkeit	Windkraftrelevanz	Anteil am europ. Bestand	Datentyp	Puffergröße [m]	Gewichtung Österreich
Bartgeier			SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	0	Raumnutzungsmodell	3000	5
Wespenbussard	LC	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	1	Brutdaten 2013-2024	1500	4
Gänsegeier			Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Raumnutzungsmodell		3
Kaiseradler	EN	Rot	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	5000	5
Steinadler	LC	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	3	Lebensraum-Modell		6
Rohrweihe	NT	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Kornweihe	CR	Gelb	SPEC 3	mäßig	hoch	hoch	3	Brutdaten 2013-2024	1000	6
Wiesenweihe	EN	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Rotmilan	VU	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1500	3
Schwarzmilan	EN	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1500	3
Seeadler	EN	Gelb	Non-SPECe	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	5000	3
Steinkauz	EN	Rot	Non-SPEC	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Zwergohreule	EN	Rot	Non-SPECe	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Sumpfohreule	EN	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Habichtskauz	CR	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Blauracke	CR	Rot	SPEC 2	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Rotfußfalke	CR	Rot	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	5
Sakerfalke	EN	Rot	SPEC 1	hoch	hoch	sehr hoch	3	Brutdaten 2013-2024	3000	8
Wanderfalke	NT	Gelb	Non-SPEC	mäßig	hoch	hoch	1	Brutdaten 2013-2024	3000	4
Raubwürger	CR	Rot	SPEC 3	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	1000	3
Blaukehlchen	EN	Rot	Non-SPEC	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Brachpieper	CR	Rot	Non-SPEC	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3
Grauammer	EN	Rot	Non-SPECe	hoch	fallweise	hoch	0	Brutdaten 2013-2024	500	3

*inoffizielle Einstufung, da kein Brutvogel bei der Erstellung der aktuellen Rote Liste bzw. Ampelliste.

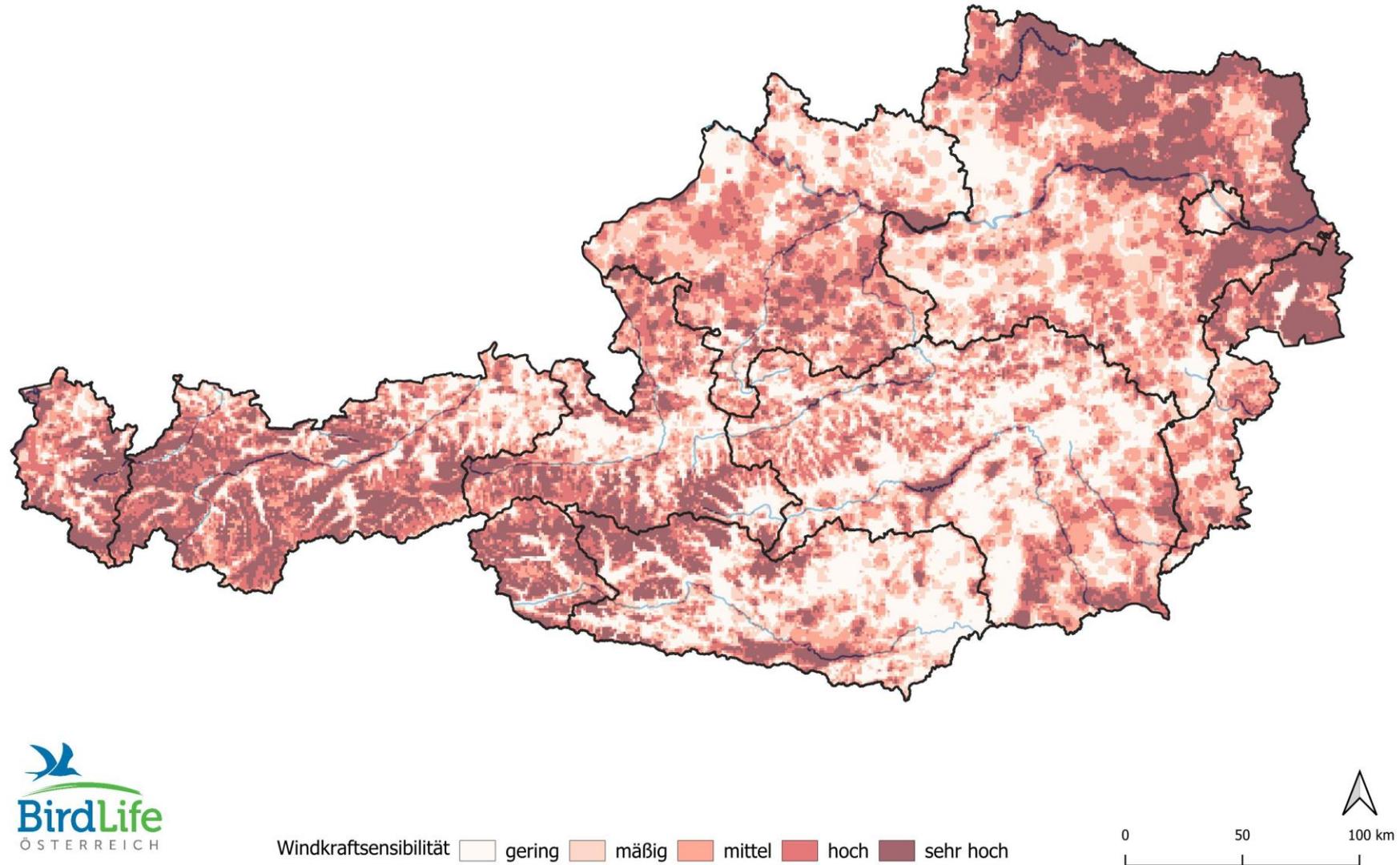


Abbildung 1 : Ornithologische Sensibilitätskarte Windkraft Österreich. Dargestellt ist die relative Windkraftsensibilität in 20%-Quantil-Intervallen in einer Auflösung von 1 x 1. Kilometern.

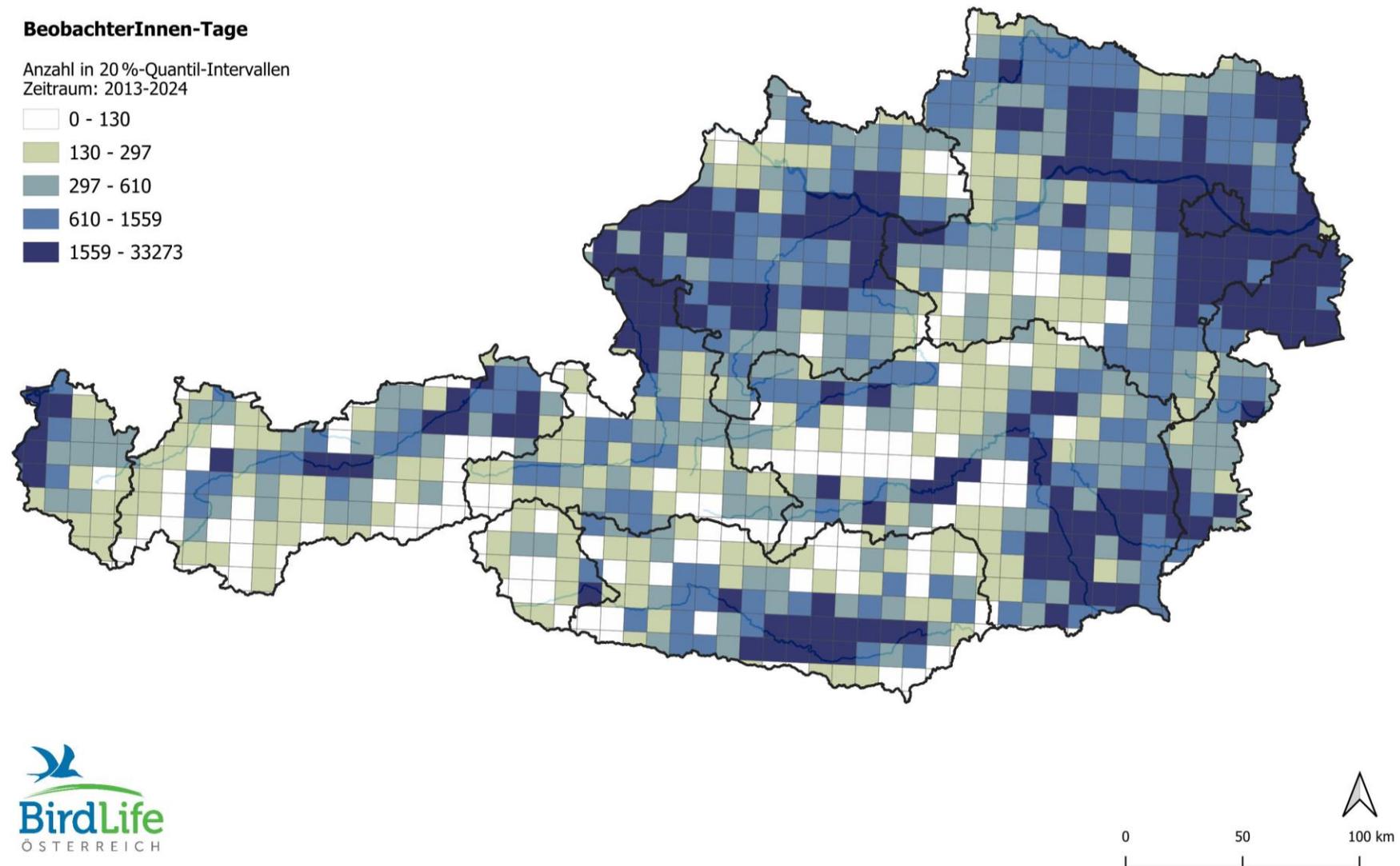


Abbildung 2: Räumliche Verteilung an Beobachter:innen-Tagen als Interpretationshilfe Ornithologische Sensibilitätskarte Windkraft Österreich. Dargestellt ist die Anzahl an Beobachter:innen-Tagen in 20%-Quantil-Intervallen in einer Auflösung der Atlas-Quadraten des Österreichischen Brutvogelatlas (EEA reference grid 10 km).

5. Aussagekraft und Einschränkungen

5.1. Datenqualität und -vollständigkeit

Die Vollständigkeit und Qualität der zugrunde liegenden Daten spielen eine entscheidende Rolle für die Aussagekraft von Sensibilitätskarten. Im Rahmen dieses Projekts wurde versucht, ein möglichst umfassendes Bild der Verbreitung der ausgewählten Arten in Österreich zu erstellen, indem Daten aus verschiedenen Quellen zusammengeführt wurden. Allerdings basieren diese nicht auf flächendeckenden, systematischen Erhebungen mit ausreichender räumlicher Dichte und Auflösung. Die Verfügbarkeit und Qualität der Daten sind regional unterschiedlich, weshalb anzunehmen ist, dass für einige Arten kein vollständiges Verbreitungsbild in die Karte integriert werden konnte.

Abbildung 2 zeigt die räumliche Verteilung der Beobachter:innen-Tage. In Bereichen mit einer geringen Anzahl an Beobachter:innen-Tagen ist bei der Interpretation tendenziell eher von einer gewissen Unterschätzung des Konfliktrisikos aufgrund unzureichender Datenlage auszugehen. Trotz dieser Einschränkungen gehen wir aufgrund unseres methodischen Ansatzes – der sowohl auf einem recht großen Set ausgewählter Arten als auch auf dem Vogelzugmodell basiert – davon aus, dass die Sensibilitätskarte für große Teile des Staatsgebiets eine plausible Prognose des Konfliktpotentials zwischen Windkraftnutzung und ornithologischen Schutzgütern ermöglicht. Es ist jedoch im Wesen von Sensibilitätskarten, dass sie aufgrund ihres generalisierenden und vereinfachenden Charakters keine exakte Abbildung der lokalen Gegebenheiten darstellen, sondern vielmehr einen Näherungswert liefern. Daher sind Abweichungen von den tatsächlichen Verhältnissen an einem spezifischen Standort möglich und in gewissem Maße auch zu erwarten.

5.2. Aggregation & Generalisierung

Interaktionen zwischen schutzbedürftigen Tierarten und Windkraftanlagen sind mannigfaltig und im Einzelfall stark von den betroffenen Arten und dem Standort abhängig. Der Ansatz einer Sensibilitätskarte, eine ganze Reihe sensibler Arten und verschiedene Aspekte der Lebenszyklen über einen einzigen Sensibilitätswert abzubilden, kann naturgegeben nicht leisten, dass konkrete Konflikte und mögliche Lösungsansätze für einen Einzelstandort abgeleitet werden können. Vielmehr ist der Zweck von Sensibilitätskarten, jene Bereiche zu identifizieren, in denen mit der größten Anzahl an Zielkonflikten zu rechnen ist. Die gegenständliche Karte basiert auf der Aggregation eines großen Sets an windkraftrelevanten Arten, wobei die Spanne für die artspezifische Gewichtung relativ klein ist (3-8). Demnach ist in den

Bereichen mit der höchsten Sensibilität mit einer größeren Anzahl an Zielkonflikten und mehreren betroffenen Arten zu rechnen. Mit der Anzahl an betroffenen Arten nimmt der Bedarf für Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen zu und die Wahrscheinlichkeit, diese erfolgversprechend umzusetzen, ab. Projekte in hoch sensiblen Gebieten sind daher in Hinblick auf die naturschutzrechtliche Genehmigungsfähigkeit auch mit erheblich erhöhten Investitionsrisiken verbunden.

5.3. Zeitliche Abdeckung

Die Sensibilitätskarte ist lediglich eine gewichtete Darstellung des Status-quo des Vorkommens windkraftsensibler Vogelarten. Sie ist in der Lage, Auskunft über die Verhältnisse im Betrachtungszeitraum (2013–2024) zu geben, kann aber weder historische Verhältnisse noch das Entwicklungspotential von Landschaftsräumen abbilden – Aspekte, die bspw. in Windkraftzonierungen durchaus Berücksichtigung finden.

Zusätzlich sei angemerkt, dass mit der Berücksichtigung der Daten bis 2024 eine für faunistische Auswertungen verhältnismäßig aktuelle Datenbasis vorliegt. Aufgrund der dynamischen Bestandssituation mancher hoch sensibler Arten sind aber seitdem vereinzelt neue Brutvorkommen bekannt geworden, die nicht mehr in die Karte einfließen konnten. Dies stellt die allgemeine Gültigkeit der Ergebnisse allerdings nicht in Frage.

5.4. Lebensraumpotential

Viele schutzbedürftige Vogelarten haben spezialisierte Lebensraumansprüche und sind daher ausgezeichnete Bioindikatoren. Das Vorkommen dieser Arten lässt demnach eine Bewertung des ökologischen Zustands der Vorkommensgebiete zu. Andere Arten wiederum, bspw. einige hoch sensible Greifvogelarten, sind hinsichtlich ihrer Habitate relativ anpassungsfähig, solange eine ausreichende Nahrungsbasis vorhanden ist. Aufgrund der aggregierten Betrachtungsweise der Sensibilitätskarte sind daher Rückschlüsse auf die ökologische Wertigkeit bzw. die Intaktheit von Lebensräumen nur bedingt zulässig. Insbesondere kann nicht direkt auf die Bedeutung der Gebiete für andere Arten bzw. Artgruppen geschlossen. Auch kann für Gebiete mit geringer Sensibilität nicht geschlussfolgert werden, dass diese im Allgemeinen eine geringe(re) ökologische Wertigkeit aufweisen. Dies ist insbesondere in Verbindung mit dem zeitlichen Horizont eine relevante Einschränkung, da bspw. auch als wenig sensibel gekennzeichnete Gebiete ein hohes realistisches Entwicklungspotential aufweisen können.

5.5. Rechtliche Festlegungen, (naturschutz)politische Abwägungen

Die Sensibilitätskarte dient der möglichst faktenbasierten Darstellung des Konfliktpotentials zwischen Vogelschutz und Windkraftnutzung. Sie verzichtet daher bewusst auf die Berücksichtigung rechtlicher Festlegungen (insb. Schutzgebiete) und anderer Zonierungsinstrumente (Windkraftzonierungen, Important Bird Areas etc.). Auch (naturschutzpolitische) Interessensabwägungen unter Berücksichtigung des realisierbaren Ausbaupotentials können nicht einfließen, da die Karte ja als Grundlage für solche Prozesse dienen soll. Der Ausschluss von Schutzgebieten, die Orientierung von Schwellenwerten an politischen Rahmenbedingungen oder die Suche nach Kompromissen und Interessenausgleich sind typische Instrumente, die im Rahmen von Zonierungen angewendet werden, um optimale Ergebnisse zu erzielen und Konflikte zu minimieren. Solche Aspekte sind in der Sensibilitätskarte aber bewusst nicht berücksichtigt, weshalb auch die Ergebnisse von Windkraftzonierungen nicht deckungsgleich mit den gegenständlichen Ergebnissen sein können.

6. Literatur

Allinson T., B. Jobson, O. Crave, O. Lammerant, W. van den Bossche & Léa. Badoz (2020): The wildlife sensitivity mapping manual: practical guidance for renewable energy planning in the European Union. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Balotari-Chiebao F., A. Santangeli, S. Piirainen & P. Byholm (2023): Wind energy expansion and birds: Identifying priority areas for impact avoidance at a national level. *Biological Conservation* 277: 109851. DOI: 10.1016/j.biocon.2022.109851.

Bennun L., J. Van Bochove, C. Ng, C. Fletcher, D. Wilson, N. Phair & G. Carbone (2021): Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: guidelines for project developers. IUCN, International Union for Conservation of Nature. DOI: 10.2305/IUCN.CH.2021.04.en.

Berg H.-M., A. Ranner, M. Suanjak, E. Albegger, M. Brader, M. Dvorak, L. Khil, R. Probst, N. Teufelbauer, J. Ulmer, S. Weigl & S. Zinko (2024): Artenliste der Vögel Österreichs. Stand: Jänner 2024. Avifaunistische Kommission Österreich, Wien.

Bernotat D. & V. Dierschke (2021): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. 4. Fassung.

Billinger F., E. Nemeth, N. Pühringer, R. Probst, M. Schmidt & H. Uhl (2023): Das Konfliktpotenzial zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich 2023. Studie zur Überarbeitung von Tabu- und Vorbehaltszonen anhand neuester ornithologischer Daten. Im Auftrag der Oö. Umweltanwaltschaft. BirdLife Österreich, Linz. URL: https://www.ooe-umweltanwaltschaft.at/Mediendateien/Studie_Windkraftnutzung.pdf, Zugriff am 02.04.2025.

Billinger F., R. Probst & M. Weber (2024): Liste der Vogelarten mit Signifikanz gegenüber Einflüssen von Windkraftanlagen für das Land Vorarlberg. BirdLife Österreich, Wien.

Bright J., R. Langston, R. Bullman, R. Evans, S. Gardner & J. Pearce-Higgins (2008): Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation* 141 (9): 2342–2356.

Burfield I.J., C.A. Rutherford, E. Fernando, H. Grice, A. Piggott, R.W. Martin, M. Balman, M.I. Evans & A. Staneva (2023): Birds in Europe 4: the fourth assessment of Species of European Conservation Concern. *Bird Conservation International* 33: e66. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/S0959270923000187.

DDA Dachverband Deutscher Avifaunisten (2024): Sensitivität von Seevögeln gegenüber Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee – Grundlagen für einen Ausbau der Offshore Windenergienutzung, der die Natur so wenig wie möglich schädigt. DDA. URL: <https://www.dda->

web.de/downloads/OWP_Sensitivit%C3%A4t_Seev%C3%B6gel.pdf, Zugriff am 10.10.2024.

Dvorak M. (2019): Österreichischer Bericht gemäß Artikel 12 der Vogelschutzrichtlinie, 2009/147/EG. Berichtszeitraum 2013 bis 2018. Ergebnisbericht. Studie im Auftrag der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg und Wien, Wien. BirdLife Österreich, Wien.

Dvorak M., A. Landmann, N. Teufelbauer, G. Wichmann, H.-M. Berg & R. Probst (2017): Erhaltungszustand und Gefährdungssituation der Brutvögel Österreichs: Rote Liste (5. Fassung) und Liste für den Vogelschutz prioritärer Arten (1. Fassung). *Egretta* 55: 6–42.

Gove B., R. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase (2013): Wind farms and Birds: An updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. Bern Convention, Strasbourg.

Hohenegger J., M. Schmidt & G. Wichmann (2024): Ornithologische Untersuchung zum Sektoralen Raumordnungsprogramm Windkraft. Im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung Gruppe Raumordnung, Umwelt und Verkehr Abteilung Raumordnung und Gesamtverkehrsangelegenheiten Überörtliche Raumordnung. BirdLife Österreich, Wien.

Kranstauber B., R. Kays, S.D. LaPoint, M. Wikelski & K. Safi (2012): A dynamic Brownian bridge movement model to estimate utilization distributions for heterogeneous animal movement. *Journal of Animal Ecology* 81 (4): 738–746.

Langgemach T. & T. Dürr (2023): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Landesamt für Umwelt Brandenburg, Staatliche Vogelschutzwarte, Nennhausen.

Langston R.H.W. & J.D. Pullan (2003): Windfarms and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by Birdlife International on behalf of the Bern Convention. Council Europe Report T-PVS/Inf.

Laranjeiro T., R. May & F. Verones (2018): Impacts of onshore wind energy production on birds and bats: recommendations for future life cycle impact assessment developments. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23. DOI: 10.1007/s11367-017-1434-4.

Liechti F., J. Guélat, S. Bauer & M. Mateos (2013): Konfliktpotenzialkarte Windenergie–Vögel Schweiz: Teilbereich Vogelzug - Erläuterungsbericht, Aktualisierung 2013.

Rössler M. (2003): Analyse möglicher Konflikte zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz in den Bezirken Eisenstadt - Umgebung, Mattersburg,

Oberpullendorf. Im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung. BirdLife Österreich.

Schmidt M., J. Aschwanden, F. Liechti, E. Nemeth, R. Probst, M. Rössler, C. Schauer, M. Denner & G. Wichmann (2016): V.i.A - Vogelzug im Alpenraum - Abschlussbericht. BirdLife Österreich, Wien.

Schmidt M., M. Denner, M. Dvorak, J. Hohenegger, R. Probst, C. Nagl, E. Nemeth, B. Strohmaier & G. Wichmann (2021): Leitfaden für ornithologische Erhebungen im Rahmen von Naturschutz- und UVP-Verfahren zur Genehmigung von Windkraftanlagen und Abstandsempfehlungen für Windkraftanlagen zu Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. BirdLife Österreich, Wien.

Schuster E., L. Bulling & J. Köppel (2015): Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environmental Management* 56 (2): 300–331. DOI: 10.1007/s00267-015-0501-5.

Sprötge M., E. Sellmann & M. Reichenbach (2018): Windkraft Vögel Artenschutz. Ein Beitrag zu den rechtlichen und fachlichen Anforderungen in der Genehmigungspraxis. books on demand.

Teufelbauer N., B. Seaman, J. Hohenegger, E. Nemeth, E. Karner-Ranner, R. Probst, A. Berger, L. Lugerbauer, H.-M. Berg & C. Laßnig-Wlad (2023): Österreichischer Brutvogelatlas 2013 – 2018.

Vogelschutzrichtlinie (2009): Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten.