
Standort TEST

Prognose mittels Raumnutzungs-Kollisionsrisikomodell ("RKR-Modell")

Fachgutachten i.A. der Test Client



erstellt von


Predict Bird

28.02.2025

Impressum

Bearbeiter

Projektkoordination und Bericht

Rainhard Raab, BSc.; DI. Dr. techn. Maximilian Raab, DI. Dr. techn. Philipp Winkler; Mag. Katharina Raab; Kurt Gruber, MSc.; Dr. Moritz Mercker Mgr.; Mag. Dr. Rainer Raab

GIS und Karten

Adam Šupčík, MSc., PhD.

Modellentwicklung

Dr. Moritz Mercker, Rainhard Raab, BSc., Jan Blew, Dr. Jannis Liedtke

Zitiervorschlag

Rainhard Raab, Moritz Mercker, Maximilian Raab, Philipp Winkler, Katharina Raab, Adam Šupčík, Kurt Gruber, Jan Blew, Rainer Raab (2025): Prognose zur Habitatnutzung und Kollisionsrisiken mittels "RKR-Modell"; Standort TEST im Auftrag der Test Client.

Auftraggeber

Test Client

Test Address

Auftragnehmer

Die PredictBird GmbH ist ein Gemeinschaftsunternehmen der TB Raab GmbH, der TNL Energie GmbH, der BioConsult SH GmbH & Co. KG und der Bionum GmbH zum Zweck der gemeinsamen Entwicklung und Vermarktung des Raumnutzungs-Kollisionsrisikomodells (RKR-Modell)

 <p>Predict Bird</p> <p>ein Gemeinschaftsunternehmen von</p>	<p>PredictBird GmbH, Dr. Thilo Liesenjohann & M.Sc. Anton Kohl Schobüller Straße 36 D-25813 Husum, Homepage: www.predictbird.de, E-Mail: office@predictbird.de USt.-Ident-Nr.: DE369473149 Steuer-Nr.: 15 295 65365 HR Amtsgericht Flensburg, HRB 17055 FL</p>
 <p>TB Raab</p> <p>Technisches Büro für Biologie</p> <p>TB Raab GmbH Mag. Dr. Rainer Raab Quadenstraße 13 A-2232 Deutsch-Wagram Homepage: www.tbraab.at E-Mail: office@tbraab.at</p>	 <p>Bionum GmbH – Büro für Biostatistik, Dr. Moritz Mercker Bodemannweg 87 D-21129 Hamburg Homepage: www.bionum.de E-Mail: info@bionum.de</p>
 <p>TNL</p> <p>ENERGIE GmbH</p> <p>TNL Energie GmbH Dipl.-Biol. Frank Bernshausen Raiffeisenstraße 7 D-34510 Hungen Homepage: www.tnl-umwelt.de E-Mail: mail@tnl-umwelt.de</p>	 <p>Bio Consult SH</p> <p>GmbH & Co. KG</p> <p>BioConsult SH GmbH & Co. KG Dr. Thilo Liesenjohann Schobüller Straße 36 D-25813 Husum Homepage: www.bioconsult-sh.de E-Mail: info@bioconsult-sh.de</p>

Inhaltsverzeichnis

1. Vorhabensdarstellung - Windpark TEST.....	5
2. Einleitung und methodischer Überblick.....	7
3. Integration der Habitatsituation	12
4. Virtuelle Analyse des Habitatpotenzials (HPA) und Prognose der Habitatnutzung.....	16
4.1 Brutplatz A	18
4.2 Brutplatz B	20
4.3 Brutplatz C	22
5. Ergebnisse und Interpretation.....	24
5.1 Berechnete Kollisionsrisiken	24
5.2 Prüfung der Auswirkungen des Vorhabens	26
6. Quellenverzeichnis	28
6.1 Literatur	28
7. Datenlizenzen.....	29
8. Anhang 1: Im RKR-Modell angesetzte Waldflächen	30
9. Anhang 2: Telemetriedatenauswertung	32

1. Vorhabensdarstellung - Windpark TEST

Das Projektgebiet liegt in der naturräumlichen Großregion des Norddeutschen Tieflandes. Diese lässt sich definieren durch seine flache Landschaft. Der tiefste Punkt liegt 3,5 m unter, der höchste Punkt 200 m über dem Meeresspiegel. Küstengebiete und Seenlandschaften sowie Moränenlandschaften prägen das Bild. Im 1.200 m Prüfbereich („zentraler Prüfbereich“) des Projektgebiets befinden sich befinden sich 3 Brutplätze des Rotmilans. Der geplante Windpark soll aus 3 WEA bestehen und befindet sich in den Gemeinden Petersberg & Wettin-Löbejün (vgl. Tabelle 1). Das geplante Vorhaben befindet sich außerhalb der Natura 2000 Gebiete. Das Projektgebiet ist über die geplanten WEA-Standorte definiert. Die Analyse bezieht sich vorrangig auf einen 1.200 m Puffer um jede betrachtete WEA (vgl. Abbildung 1). Das Untersuchungsgebiet wird entsprechend den Rotmilan-Prüfbereichen gemäß § 45b Anlage 1 BNatSchG gegliedert in den Nahbereich (500 m), den zentralen Prüfbereich (500 m bis 1.200 m) und den erweiterten Prüfbereich (Bereich von 1.200 m bis 3.500 m).

Tabelle 1: Darstellung der modellrelevanten WEA-Parameter Nabenhöhe, Rotorradius, Rotorfreier Raum, Umdrehungen/min und Rotorblatttiefe

ID	Nabenhöhe [m]	Rotorradius [m]	Rotorfreier Raum [m]	Umdrehungen [1/min]	Durchschnittliche Rotorblatttiefe [m]	Maximale Rotorblatttiefe [m]
P1	175.0	86.0	89.00	7.50	2.81	4.35
P2	175.0	86.0	89.00	7.50	2.81	4.35
P3	175.0	86.0	89.00	7.50	2.81	4.35

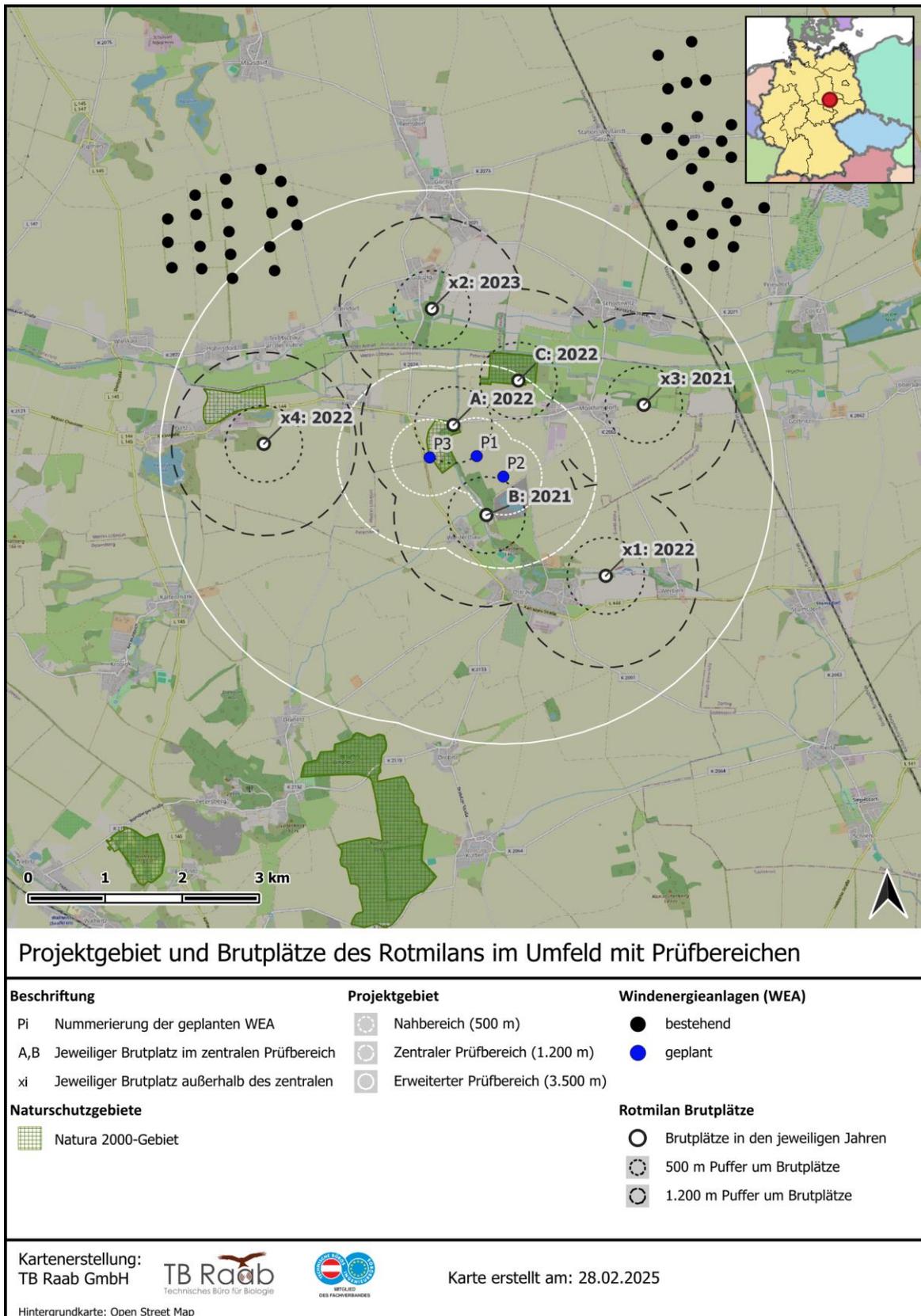


Abbildung 1: Bekannte Brutplätze (weiße Punkte) potenziell kollisionsgefährdeter Arten aus den Jahren 2021, 2022 und 2023 im Umfeld des Untersuchungsgebiets. Dargestellt ist der Planungsraum mit den geplanten WEA (blau).

2. Einleitung und methodischer Überblick

Gemäß § 74 Abs. 6 Satz 1 BNatSchG hat „...das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gemeinsam mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) den Auftrag, die Einführung einer probabilistischen Methode bis zum 30.06.2023 zu prüfen und hierzu nach einer Verbändebeteiligung einen Bericht oder einen Entwurf eines Gesetzes oder einer Rechtsverordnung vorzulegen“ (Bundestag Drucksache 20/9830 v. 15.12.2023). In der Zusammenfassung heißt es: „Im vorliegenden Prüfbericht spricht sich die Bundesregierung dafür aus, die probabilistische Methode zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit von Brutvögeln bei Windenergieanlagen (WEA) an Land im Jahr 2024 einzuführen; zunächst für den Rotmilan, dann schrittweise für weitere Brutvogelarten.“ Hierbei ist explizit diejenige Methode gemeint, die im Folgenden angewendet wird. Deren vorläufige Version wurde in der „Pilotstudie Probabilistik“ als „Hybrid-Modell“ bezeichnet und in der finalisierten Version der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ als „Raumnutzungs-Kollisionsrisikomodell“ (RKR-Modell, Mercker et al. 2023 & 2024).

Weitere Informationen zu dem RKR-Modell finden sich u. a. auf den Webseiten des KNE (unter <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/probabilistik-in-der-signifikanz-bewertung/>) sowie von PredictBird (www.predictbird.de). Als Entwickler des RKR-Modells handelt es sich bei dem von uns angewendeten Code um das im Rahmen der Pilot- und Fortsetzungsstudie intensiv plausibilisierte und validierte Modell und zudem um die im Rahmen der Fortsetzungsstudie extern geprüfte Berechnungsvorschrift. Die intensive Validierung umfasste u. a. (aber nicht ausschließlich)

- den qualitativen und quantitativen Vergleich von Modellprognosen zu empirisch erhobenen externen Daten/Studien, die entweder Kollisionsoffer oder Aufenthaltszeiten im WEA-Risikobereich erfassten. In allen 4 Fällen deckten sich die Modellprognosen mit den realen Zahlen in hohem Maße (Mercker et al., 2023, 2024);
- die Validierung und Plausibilisierung sämtlicher Modellannahmen, Modellierungsschritte und Ergebnisse durch mehr als 30 verschiedene Vertreterinnen und Vertreter der deutschen Bundes- und Länderministerien sowie Expertinnen und Experten u. a. aus den Bereichen Naturschutz, Windenergie, Artenschutzrecht und Biostatistik im Kontext der UAG-2 (Unterarbeitsgruppe Probabilistik, eine von drei Unterarbeitsgruppen, welche von der bundesdeutschen Umweltministerkonferenz [UMK] beauftragt wurde, rechtssichere Bewertungsmaßstäbe in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen zu erarbeiten) sowie zwei verschiedener projektbegleitender Arbeitsgruppen. Es gilt herauszustellen, dass in allen wesentlichen Punkten bzgl. der Modellannahmen und der Plausibilität der Ergebnisse des Modells ein Konsens zwischen allen Beteiligten bestand;
- einen systematischen Vergleich der prognostizierten Raumnutzung des RKR-Modells mit hunderten realen Verbreitungsmustern mit dem Ergebnis, dass sich die Prognose-schärfe gegenüber bisherigen Methoden um ein Vielfaches verbessert hat;
- der statistische Nachweis, dass das ermittelte (und für die Prognosen verwendete) Habitatpotenzial unabhängig von der Großregion, dem Geschlecht der Vögel und dem Verwenden/Entfernen einzelner GPS-Datensätze ist; die Modellprognosen sind daher robust und übertragbar.

Diese Studien mündeten in die Ausarbeitung einer Berechnungsvorschrift für eben jenes RKR-Modell, welches auch der in dieser Studie verwendeten Methodik zugrunde liegt.

Im vorliegenden Gutachten wird somit das Vogelschlagrisiko der adulten Rotmilanbrutvögel an den 3 im Untersuchungsgebiet TEST geplanten WEA entsprechend dieser Rechenvorschrift ermittelt. Für deren Parametrisierung wurde im Rahmen von Mercker et al. (2023 & 2024) das Verhalten von > 170 Rotmilanbrutvögeln basierend auf vielen Millionen regularisierten, über ganz Deutschland und Österreich verteilten Telemetriepunkten analysiert. Anpassungen des RKR-Modells an weitere Arten (beispielsweise Weißstorch und Seeadler) werden in weiterführenden Berechnungsvorschriften zeitnah analog etabliert. Bzgl. des lokalen artspezifischen Habitatpotenzials wurden die o. g. Trackingdaten mit mehr als 4.000 vom TB Raab und Bionum aufbereiteten Habitatparametern bzw. davon abgeleiteten Variablen digital verschnitten und dann mit „integrated step selection method“ (iSSM) (Avgar et al., 2016; Mercker et al., 2021) analysiert, welche derzeit eine etablierte und statistisch valide Methode zur Analyse des Habitatpotenzials basierend auf Trackingdaten darstellt (Mercker et al., 2021) und zunehmend als Prognosetool eingesetzt wird (Aiello et al., 2023; Fieberg et al., 2021; Potts & Börger, 2023).

Das RKR-Modell als probabilistische Berechnungsmethode ermöglicht es, den technologischen Fortschritt im Bereich der Fernerkundung (z.B. Copernicus Programm der EU) in Kombination mit objektiven Bewegungsdaten aus der Telemetrie (Besenderung von Vögeln mit GPS-Trackern) nutzbar zu machen, um standardisiert, nachvollziehbar und präzise wissenschaftlich fundierte Ergebnisse zur Berechnung der Raumnutzung und des Kollisionsrisikos von Brutvögeln an Windenergieanlagen (WEA) mit geringen Unsicherheiten und reproduzierbaren Ergebnissen zu ermitteln (basierend auf einer mittels Berechnungsvorschrift festgelegten, standardisierten Methodik). Es berücksichtigt dabei empirisch fundiert die nach aktuellem Stand der Forschung für das Kollisionsrisiko relevanten Faktoren, wie die 3D Raumnutzung in Abhängigkeit vom Habitat, das artspezifische Ausweichverhalten an WEA und aktuelle Brutplatzinformationen aus fachgutachterlichen Kartierungen sowie die mittlere Drehgeschwindigkeit und Dimensionen der WEA.

Die Koordinaten des Brutplatzes werden im Vorfeld von Seiten der Auftraggebenden zur Verfügung gestellt. Zur Berechnung des Kollisionsrisikos für eine bestimmte Kombination aus WEA und Brutplatz werden standortspezifische habitatsabhängige Eingangsparameter verwendet. Zusätzlich werden die Charakteristika der WEA, wie Standort, Nabenhöhe, Rotor Durchmesser und Rotorblatttiefe, berücksichtigt. Das RKR-Modell selektiert aus kostenfreien Datenbanken (Copernicus Corine Land Cover, Copernicus High-Resolution Layer, Open Street Map) die entsprechenden Habitatinformationen und leitet daraus eine Prognose zum Habitatpotenzial und zur Flughöhenverteilung ab. Zudem dienen die WEA-spezifischen Parameter dazu, das konstellationsspezifische Kollisionsrisiko im Zusammenspiel mit der prognostizierten Raumnutzung zu berechnen. Im vorliegenden Fall prognostiziert das Modell basierend auf der Anzahl an Stunden (fliegend oder sitzend) während der Brutsaison (März bis September) für den 10 km Radius um den Horst die Raumnutzung. Darauf basierend wird das Kollisionsrisiko pro Individuum und Brutsaison für die betrachtete lokale Kombination aus WEA, Brutplatz und Habitat ermittelt. Hierbei wird implizit angenommen, dass der Vogel den gesamten Zeitraum über am Leben ist; andere Todesursachen bzw. Todeswahrscheinlichkeiten finden keine Berücksichtigung. Das nur anteilige Fliegen (vs. Sitzen) wird in Abhängigkeit von der Tageszeit explizit berücksichtigt.

Die Rechenmethode umfasst zwei separate Modellfunktionen:

In einem ersten Schritt wird eine Prognose der dreidimensionalen projektspezifischen Raumnutzung des Rotmilans anhand des aktuellen Habitats (Faktoren wie Wald, Weiden, Siedlungen, etc.) mit probabilistischen Methoden vorgenommen. Diese Prognosen beruhen auf einer statistischen Auswertung einer großen Menge empirischer, mittels Telemetrie erfasster, Bewegungsdaten, analysiert in der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ (Mercker et al., 2023 & 2024), u. a. unter Berücksichtigung des artspezifischen Habitatpotenzials, der habitatabhängigen Flughöhenverteilung, tageszeitlicher Flugaktivität und in Abhängigkeit vom Abstand zum Brutplatz. Bei der Prognose der Aufenthaltsdichten auf Basis des Habitatpotenzials bleiben Windenergieanlagen vorerst unberücksichtigt; das Meideverhalten auf unterschiedlichen Skalen wird separat berücksichtigt (s. u.).

In einem zweiten Schritt werden die Prognosen der Aufenthaltsdichten je genutztem Brutplatz mit den WEA-spezifischen Daten des geplanten Windparks verschnitten, um die mittlere Anzahl an Aufenthaltssekunden im Risikobereich (sprich dem von den Rotorblättern überstrichenen Luftraum) pro Individuum und Saison vorherzusagen. Hierbei wird die empirisch ermittelte Meso-avoidance (vgl. Mercker et al., 2023 & 2024) berücksichtigt. Diese Aufenthaltssekunden im Risikobereich werden (u. a. basierend auf empirischen Flugdaten) in eine Anzahl an Durchflügen umgerechnet und das Kollisionsrisiko je Durchflug (und daraus abgeleitet pro Individuum und Saison) wird mit dem etablierten mechanistischen Kollisionsrisikomodell von Band (Band, 2012, 2000; Band et al., 2007) ermittelt, wobei in diesem Schritt die dynamischen und statischen WEA- und Vogelparameter eine Rolle spielen. Artspezifisch berücksichtigt werden hier die Fluggeschwindigkeit, die Körpermaße des Vogels und die empirisch ermittelte Micro-avoidance. Es ergibt sich in Summe für den Rotmilan eine Gesamt-avoidance von etwa 0,98 (98 %) (Mercker et al., 2024).

Die für das Modell relevanten und im Folgenden verwendeten WEA-Parameter sind in Tabelle 1 dargestellt. Während mit zunehmendem Rotorradius und/oder Rotorblatttiefe das Kollisionsrisiko ansteigt, führt eine zunehmende Nabenhöhe (bei gleichem Rotorradius, ergo einem höheren unteren Rotordurchlauf) üblicherweise zu einem weniger stark durch den Rotmilan genutzten Risikoraum und damit zu einer Reduktion des Kollisionsrisikos. Die Rotorumdrehungen pro Minute werden entsprechend der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ (Mercker et al. 2024) mit einem Wert für die Windgeschwindigkeit von 5 m/s auf Nabenhöhe für die Brut-saison (und unter Berücksichtigung des Rotordurchmesser der Anlage) approximiert. Die mittlere und die maximale Rotorblatttiefe sind gemeinsam mit der mittleren Körperausdehnung des Vogels die Parameter für die Bestimmung der Tiefe des Risikobereichs und gehen somit ebenfalls in das RKR-Modell ein. Dabei ist die mittlere Rotorblatttiefe wie im Kontext des Schattenwurfs von WEA über den Mittelwert aus der maximalen Rotorblatttiefe und der Blatttiefe bei 90 % des Rotorradius definiert.

Mit dem RKR-Modell wird das Einzelrisiko eines Brutvogels je WEA-Brutplatz Kombination berechnet. Wird anhand der Einzelrisiken für spezifische WEA das kumulative Kollisionsrisiko eines Individuums mit einem Windpark berechnet, so erfolgt dies anhand der folgenden Formel:

$$K = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - k_i)$$

- K: Risiko eines spezifischen Brutindividuums am beurteilten Windpark in der jeweiligen Brutsaison zu kollidieren.
- k_i : Risiko eines spezifischen Brutindividuums an der WEA (i) in der jeweiligen Brutsaison zu kollidieren.
- n: Anzahl der WEA des beurteilten Windparks.

Diese Formel ermöglicht es, Einzelrisiken probabilistisch korrekt zu "summieren", sodass deren "Summe" nicht größer als 1 sein kann. Das im Ergebnis festgestellte, individuelle Tötungsrisiko je Brutvogel ist entscheidend für die naturschutzfachliche Beurteilung des geplanten Vorhabens.

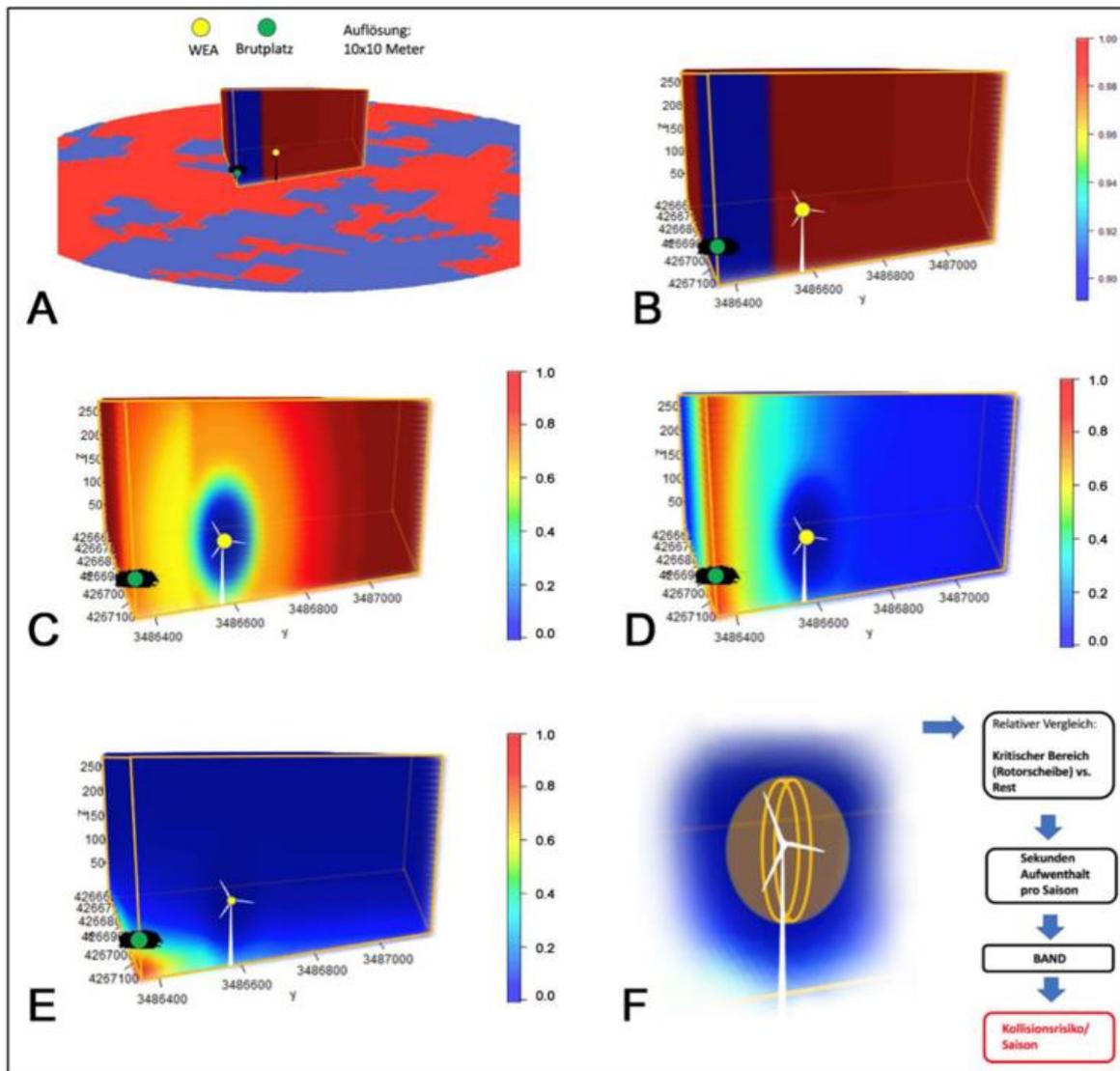


Abbildung 2: Veranschaulichung der Methodik des RKR-Modells. In (A) bis (E) wird schrittweise die empirisch fundiert prognostizierte 3D-Raumnutzung etabliert, nämlich (A)-(B) die Fortsetzung der 2D-Raumnutzung (in Abhängigkeit vom Habitat) in den dreidimensionalen Raum (exemplarisch auf einen Quader beschränkt); (C) die Hinzunahme des WEA-Ausweichverhaltens; (D) die Raumnutzung in Abhängigkeit von der Distanz zum Brutplatz; (E) und die habitatabhängige Flughöhenverteilung. (F) Kombination der prognostizierten Raumnutzung mit zeitlichen Parametern und dem Kollisionsrisikomodell, um das finale Kollisionsrisiko zu berechnen. Warme Farben zeigen eine (relativ gesehen) höhere Raumnutzung an, kalte Farben eine niedrige (für jeden Quader zwischen nahe 0 und 1 skaliert). Grafik aus der Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“ (Mercker et al., 2023).

3. Integration der Habitatsituation

In der Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“ (Mercker et al., 2023) werden die europäischen Corine Land Cover Daten aus dem Jahr 2018 (CLC18) im Rasterformat (100 x 100 m Auflösung) verwendet. Das CLC18-Habitat (eingeschränkt auf diejenigen Habitatklassen, die im Zuge der Analysen von Mercker et al. (2023) statistisch valide Zusammenhänge zur Habitatwahl der untersuchten Art zeigten) ist für das Projektgebiet in [Abbildung 3](#) dargestellt.

Durch eine differenziertere, umfangreichere und spezifischere Aufbereitung verschiedenster Habitatparameter standen im Rahmen der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ ca. 4.000 potenziell relevante Parameter flächendeckend für Deutschland, Österreich und die Slowakei zur Verfügung. Es zeigte sich, dass insbesondere die high resolution layer (HRL) „small woody features“ (Hecken- und Gebüschgruppen), „imperviousness“ (Versiegelung), „grassland“ (Gras- bzw. Grünland) und „tree cover density“ (Bäume), von Copernicus einen hohen Erklärungswert besitzen. Die Unterscheidung zwischen Laub-, Nadel- und Mischwald fällt hingegen nicht ins Gewicht und wird daher nicht umgesetzt. Ebenso bedeutend sind Ackerflächen von Corine sowie Hauptverkehrsstraßen (Quelle: Open Street Map) und Siedlungsbereiche (Quelle: CorineDE). In [Abbildung 4](#) werden diese Habitate dargestellt. In [Abbildung 5](#) wird der Barriereeffekt von Wald für die Bestimmung der Vorzugsrichtung des nächstgelegenen Rotmilan Brutplatzes dargestellt. Die Barrierewirkung beeinflusst die örtliche Ausdehnung der Homerangennutzung oft in höherem Maße. Das RKR-Modell nutzt somit (neben Variablen, die von der Distanz zum Brutplatz abhängen) die folgenden Habitatparameter:

1. Hecken bzw. Gebüschgruppen im 100 m Radius (swfDens0100)
2. Dichte an Wald in der 20 x 20 Rasterzelle (treeDens0000)
3. Dichte an Ackerflächen im 500 m Radius in der Rasterzelle (allCropsDens0500)
4. Distanz zur nächstgelegenen Waldfläche (treeDist)
5. Distanz zur nächstgelegenen Gras- bzw. Grünlandfläche (grassCopDist)
6. Bodenversiegelung/Verbauung im 100 m Radius (imperDens0100)
7. Distanz zur nächstgelegenen Ackerfläche (allCropsDist)
8. Dichte an „secondary roads“ überregionale Verbindungsstraßen, bspw. Landesstraßen im 100 m Radius (secondaryDens0100)
9. Dichte an Gras- bzw. Grünland in der 200 x 200 m Rasterzelle (grassCopDens0200)
10. Distanz zur nächstgelegenen Hecke bzw. Gebüschgruppe (swfDist)
11. Barriereeffekt von Wald (costDist_tree)
12. Dichte an Ackerflächen im 1.000 m Radius (allCropsDens1000)
13. Dichte an Siedlungsflächen im 100 m Radius (settlementDens0100)
14. Dichte an Hauptverkehrsstraßen („primary, secondary, motorway & trunk“) im 100 m Radius (roadDens0100)
15. Distanz zur nächstgelegenen Waldfläche größer 3 ha (treeDist03Ha)
16. Bodenversiegelung bzw. Verbauung im 2.500 m Radius (imperDens2500)

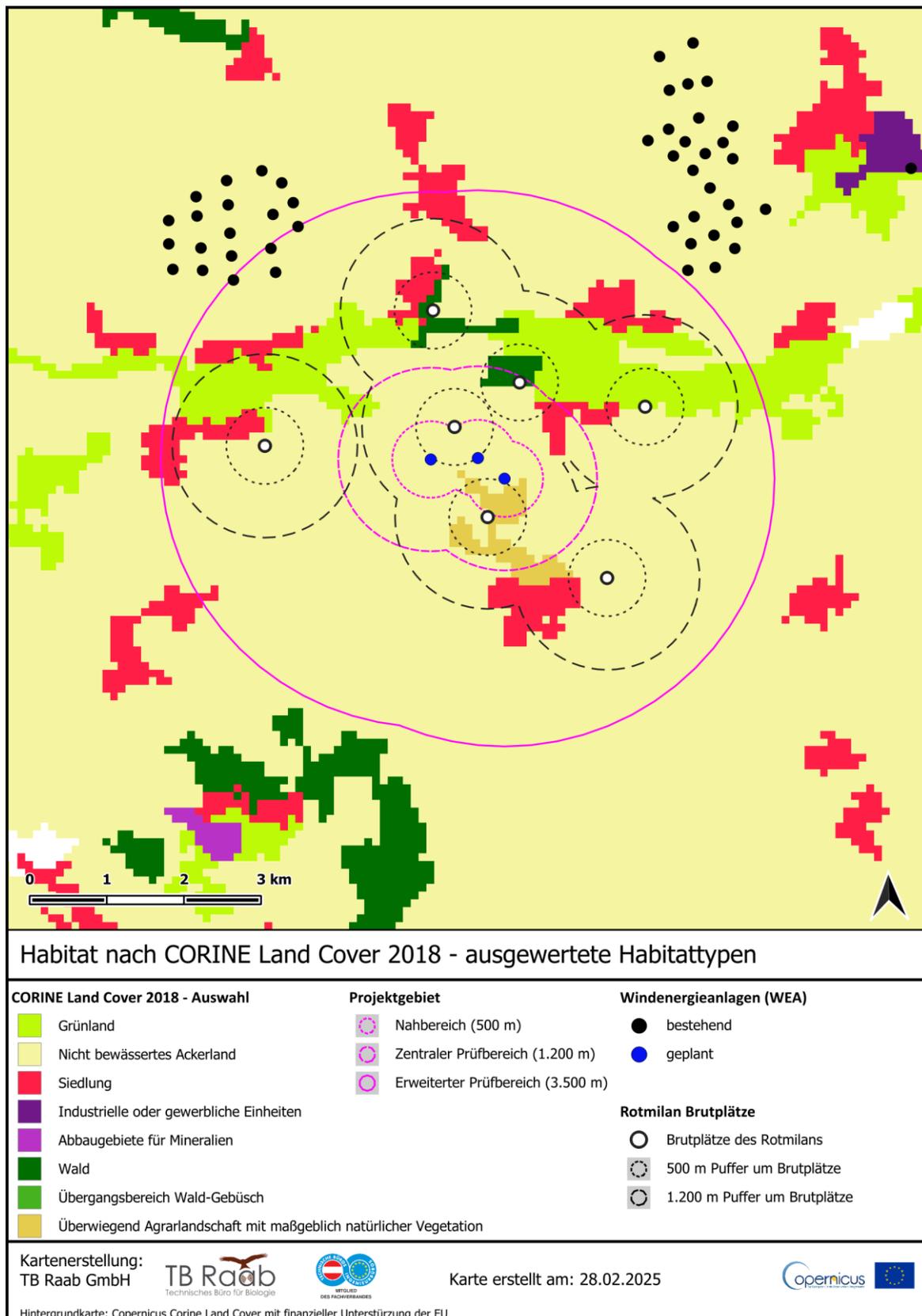


Abbildung 3: CLC18-basierte Habitatdarstellung für das Untersuchungsgebiet. Es sind nur diejenigen CLC18-Habitate gezeigt, die in der Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“ (Mercker et al., 2023) statistisch valide Zusammenhänge zur Habitatwahl des Rotmilans zeigen.

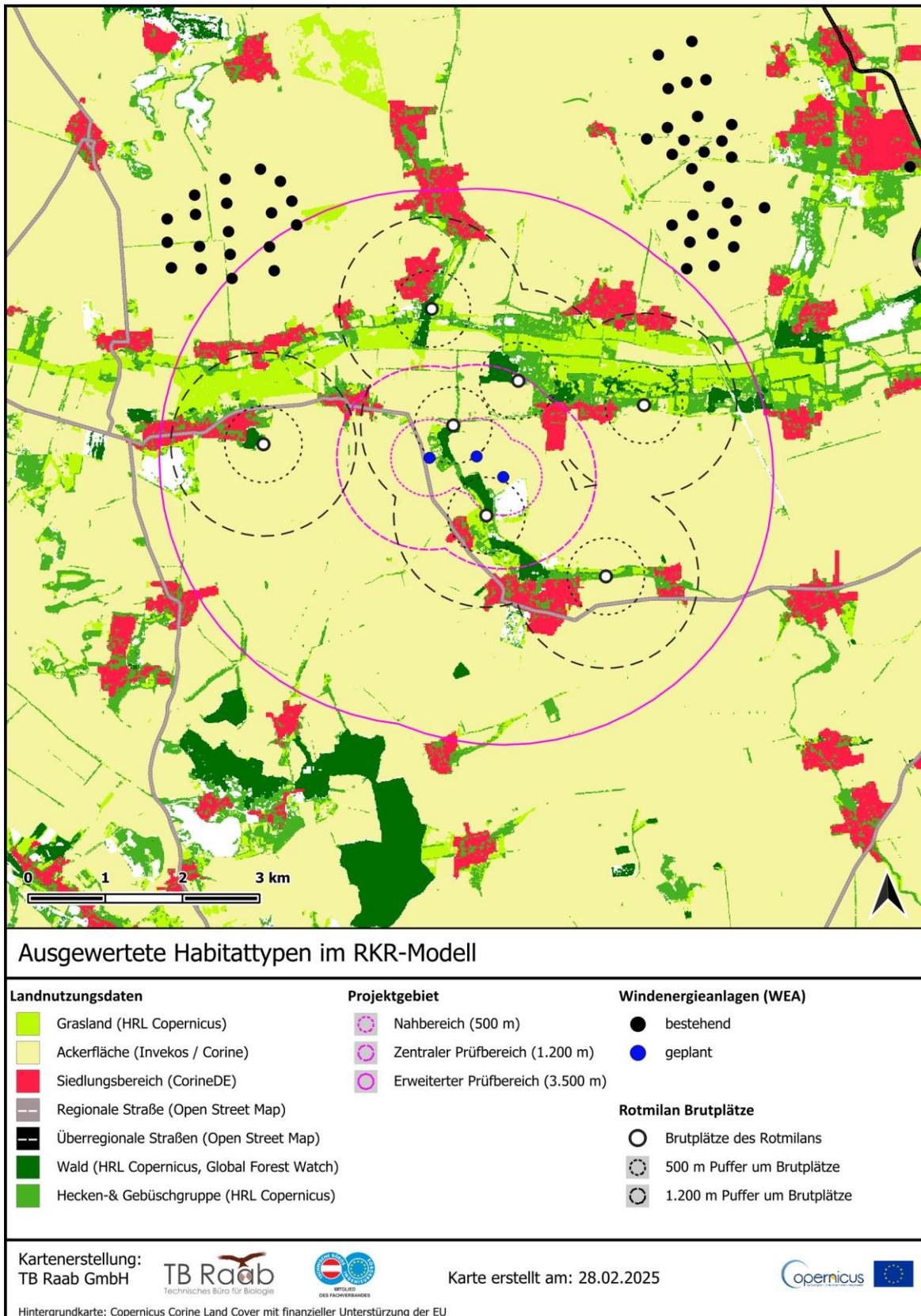


Abbildung 4: Überarbeitetes Habitat mit exakteren Datenquellen (Copernicus HRL, Open Street Map und Corine), das für die „RKR-Modellprognose“ entsprechend der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ (Mercker et al. 2024) verwendet wurde.

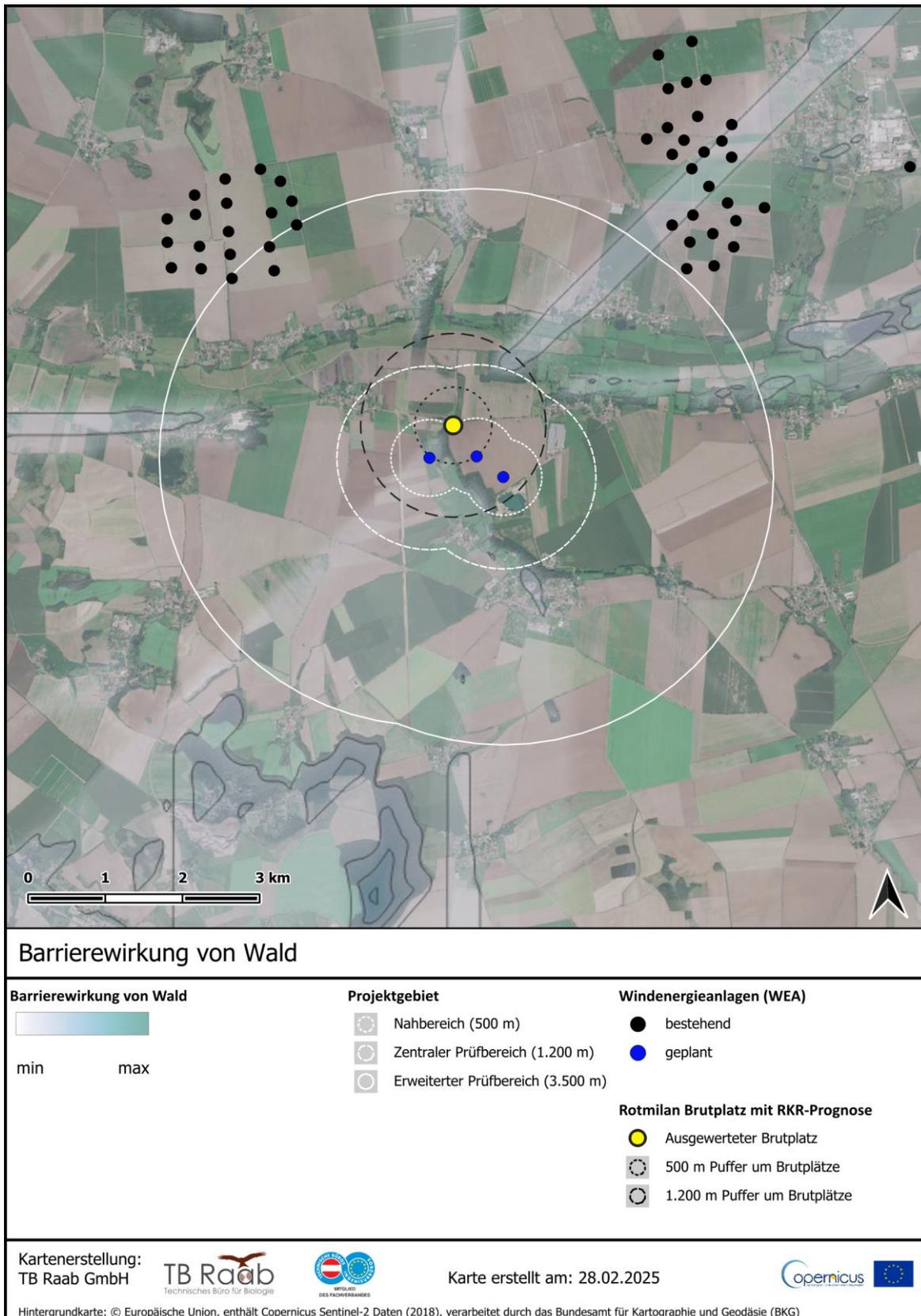


Abbildung 5: Dargestellt ist der Barriereeffekt von Wald und dessen Wirkung auf die Raumnutzung des Rotmilans, in diesem Fall von einem beispielhaft betrachteten realen Brutplatz aus berechnet (schattierte Bereiche). Weiße und graue Flächen zeigen eine schwach ausgeprägte Barrierewirkung an, grüne/blau Flächen eine starke.

4. Virtuelle Analyse des Habitatpotenzials (HPA) und Prognose der Habitatnutzung

Mit Hilfe des RKR-Modells können sowohl Habitataffekte auf die Raumnutzung von Rotmilanbrutvögeln ohne die zusätzliche Abhängigkeit von der Distanz zu einem spezifischen Rotmilanbrutplatz prognostiziert und dargestellt werden (als „Habitatpotenzial“ bezeichnet – vgl. [Abbildung 6](#)) als auch die Raumnutzung eines konkreten Brutpaares (vgl. ab Abbildungen in Kapitel 4.1). Letzteres ergibt sich aus der kombinierten Wirkung des Habitats und der Distanz zum Brutplatz und wird als „Habitatnutzung“ bezeichnet (in Anlehnung an eine Raumnutzungsanalyse/RNA).

Prognose des (brutplatzunabhängigen) Habitatpotenzials für Brutvögel

Für die Vorhersage des örtlich inhomogenen Habitatpotenzials im Untersuchungsgebiet (UG) (plus Puffer) fliegender Rotmilane werden die unter Mercker et al. (2024) im Rahmen der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ beschriebenen Methoden angewendet. Insbesondere werden die dort dargestellten Regressionsergebnisse zum Habitat-iSSM dafür verwendet, separat für jede Habitatklasse, die relative Attraktion für die Fläche des UGs zu prognostizieren. Da es um die relative Nutzungsintensität im UG und nicht um absolute Werte geht, kann das Ergebnis der kombinierten Nutzungsintensität reskaliert werden. Das finale Ergebnis wird für eine bessere Interpretation daher durch den Mittelwert der berechneten (kombinierten) Nutzungsintensität im UG (plus Puffer) geteilt, sodass der finale Mittelwert der relativen Nutzungsintensität bei 1 liegt. Somit zeigen Werte < 1 eine relative Meidung (im UG) an, wohingegen Werte > 1 eine lokale Attraktion nahelegen. Weitere technische Details zur Berechnungsmethode sind in Mercker et al. (2023 & 2024) gegeben. In [Abbildung 6](#) wird das (brutplatzunabhängige) Habitatpotenzial in der Fläche für Brutvögel dargestellt.

Prognose der (brutplatzabhängigen) Habitatnutzung im zentralen Prüfbereich

Im 1.200 m Puffer um die Windenergieplanung sind 3 Brutplätze des Rotmilans festgestellt worden, welche somit mit ihren artspezifischen Zentralen Prüfbereichen die WEA-Standorte überlagern. Für diese Brutplätze wird nachfolgend die prognostizierte Raumnutzung jeweils in zwei separaten Karten dargestellt. Dabei liegt der Fokus der jeweils ersten Karte (je Brutplatz) auf der Darstellung der prognostizierten Habitatnutzung differenziert für unterschiedlich stark beflogene Bereiche (0 bis 90%), wohingegen die jeweils zweite Abbildung ausschließlich die stark beflogenen Bereiche (0 bis 60%) darstellt und den Fokus auf die zugrundeliegenden Habitate hat.

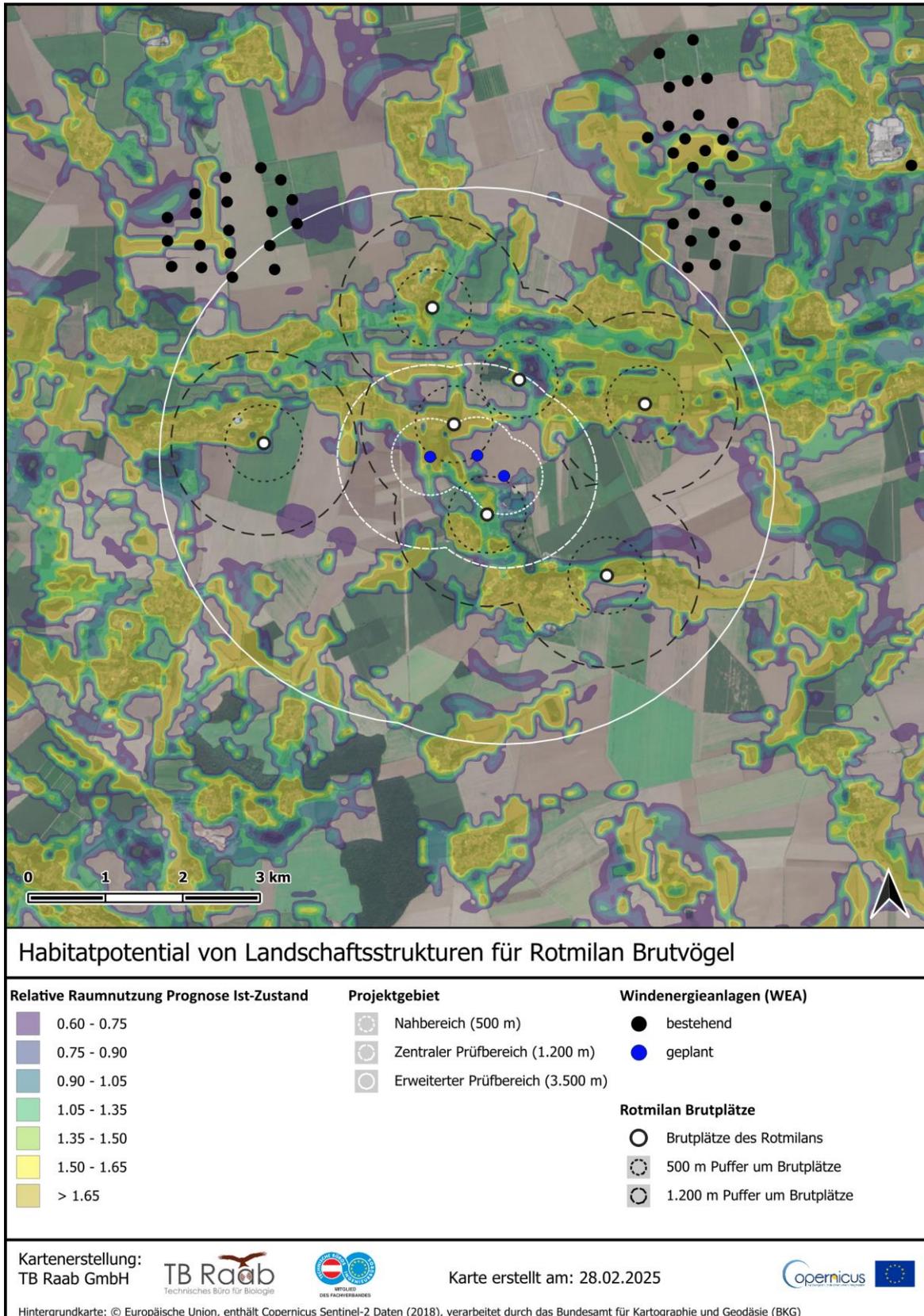


Abbildung 6: Brutplatzunabhängiges Habitatpotential im Flug als prognostizierte Raumnutzung der Brutvögel (ohne Berücksichtigung des Parameters „Distanz zum Brutplatz“) anhand der Habitatparameter des RKR-Modells.

4.1 Brutplatz A

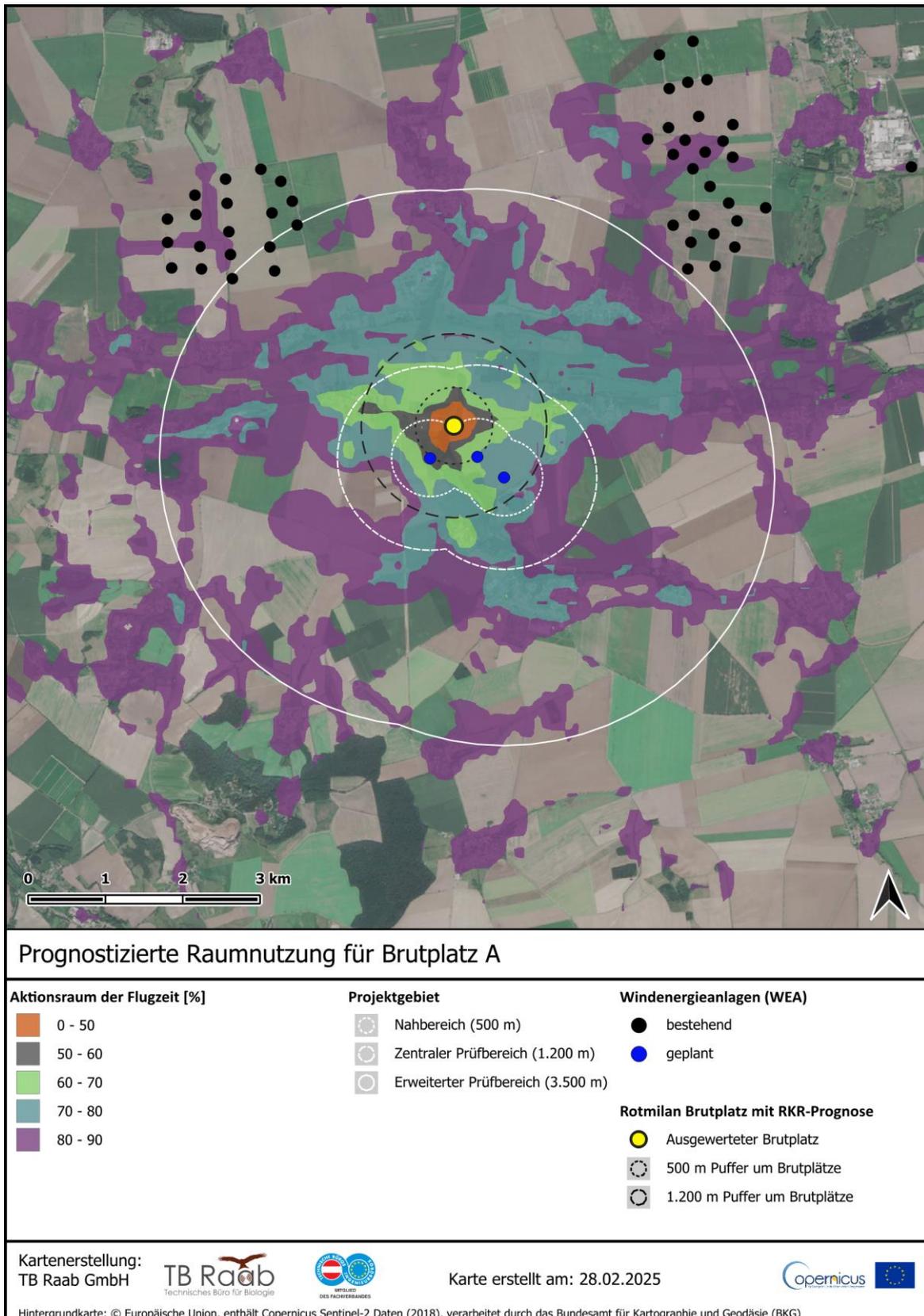


Abbildung 7: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz A in der Brutsaison, basierend auf 90 % der kumulativen Flugdauer.

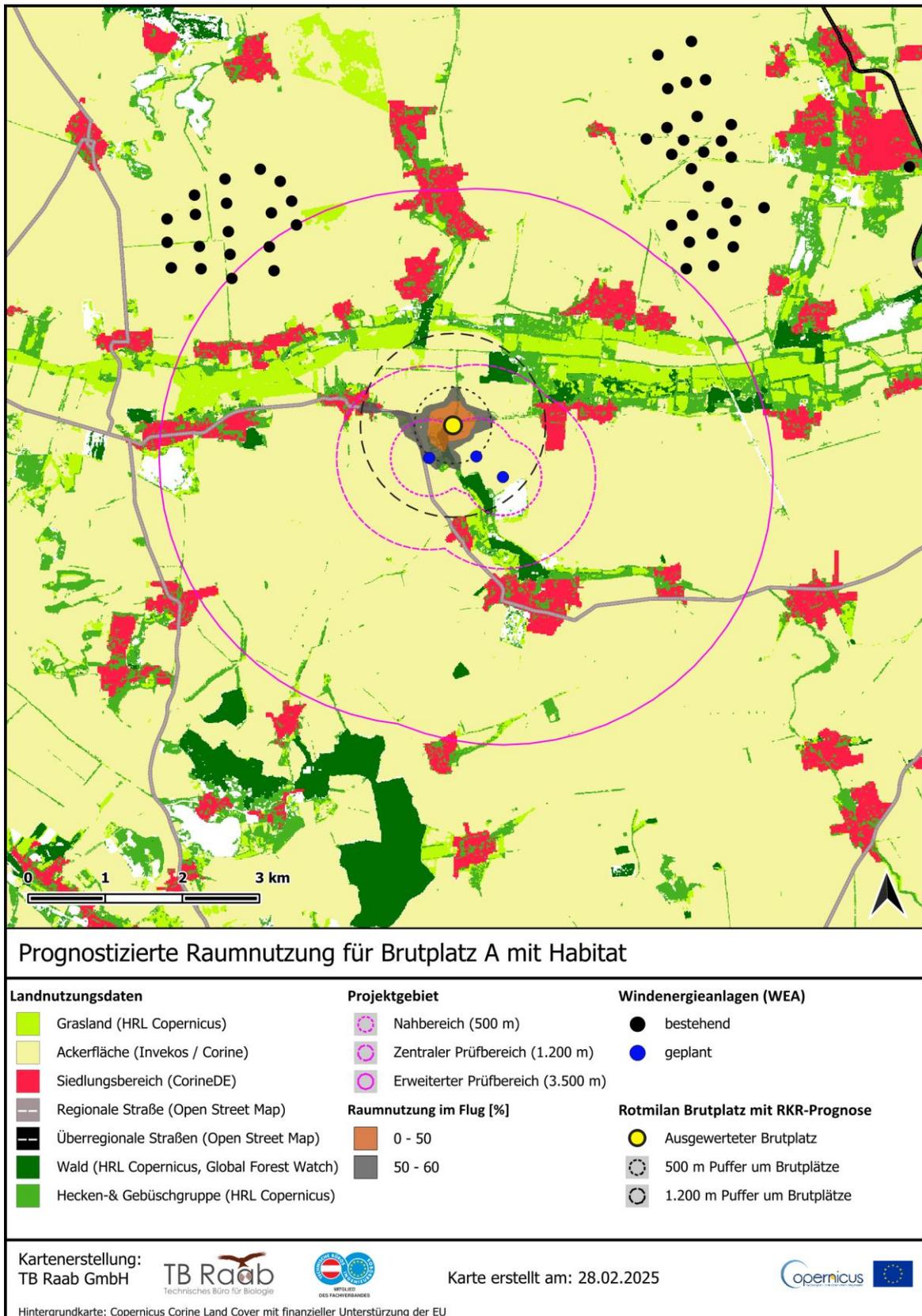


Abbildung 8: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz A in der Brutsaison, basierend auf 60 % der Flugdauer und den Habitaten.

4.2 Brutplatz B

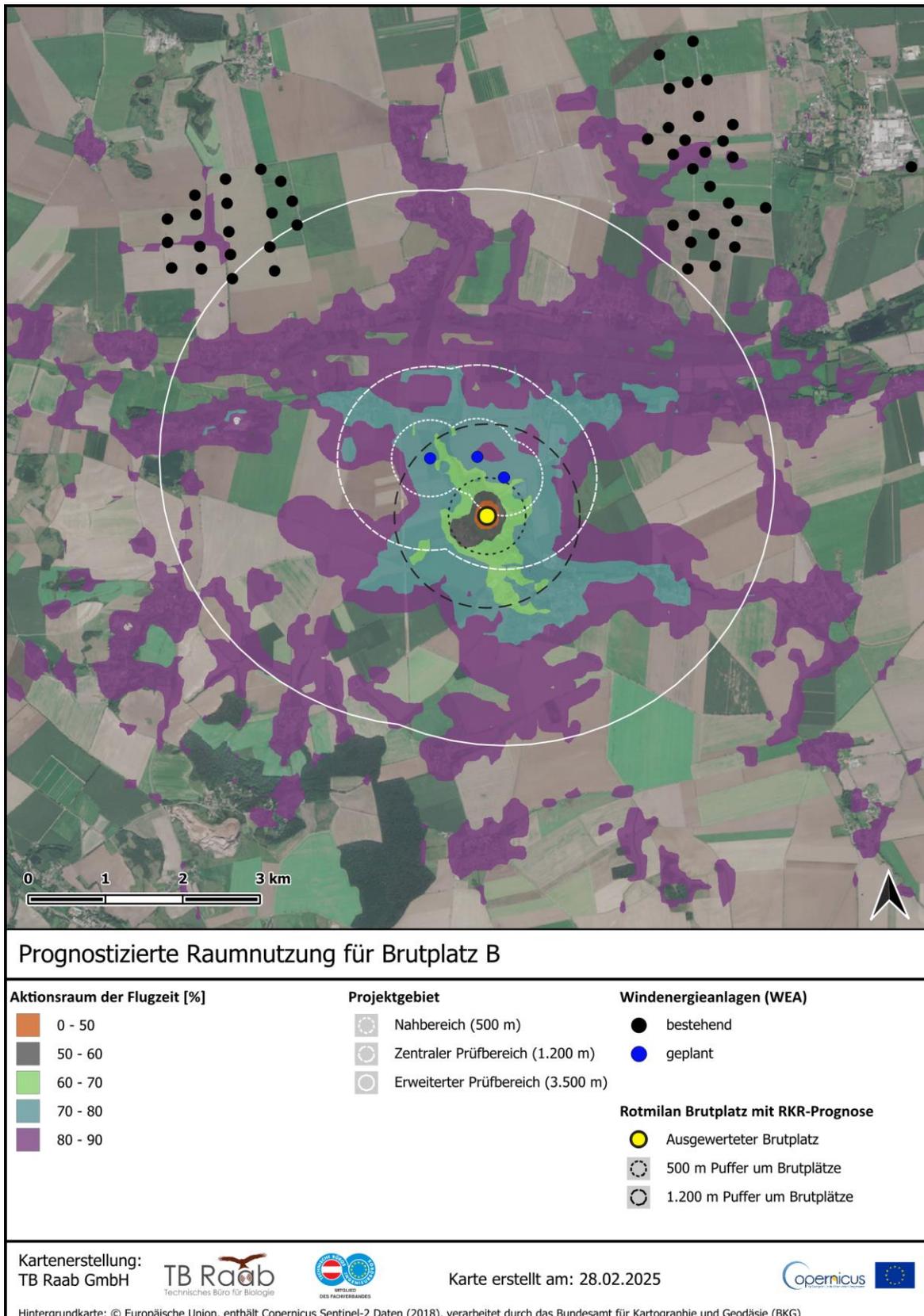


Abbildung 9: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz B in der Brutsaison, basierend auf 90 % der kumulativen Flugdauer.

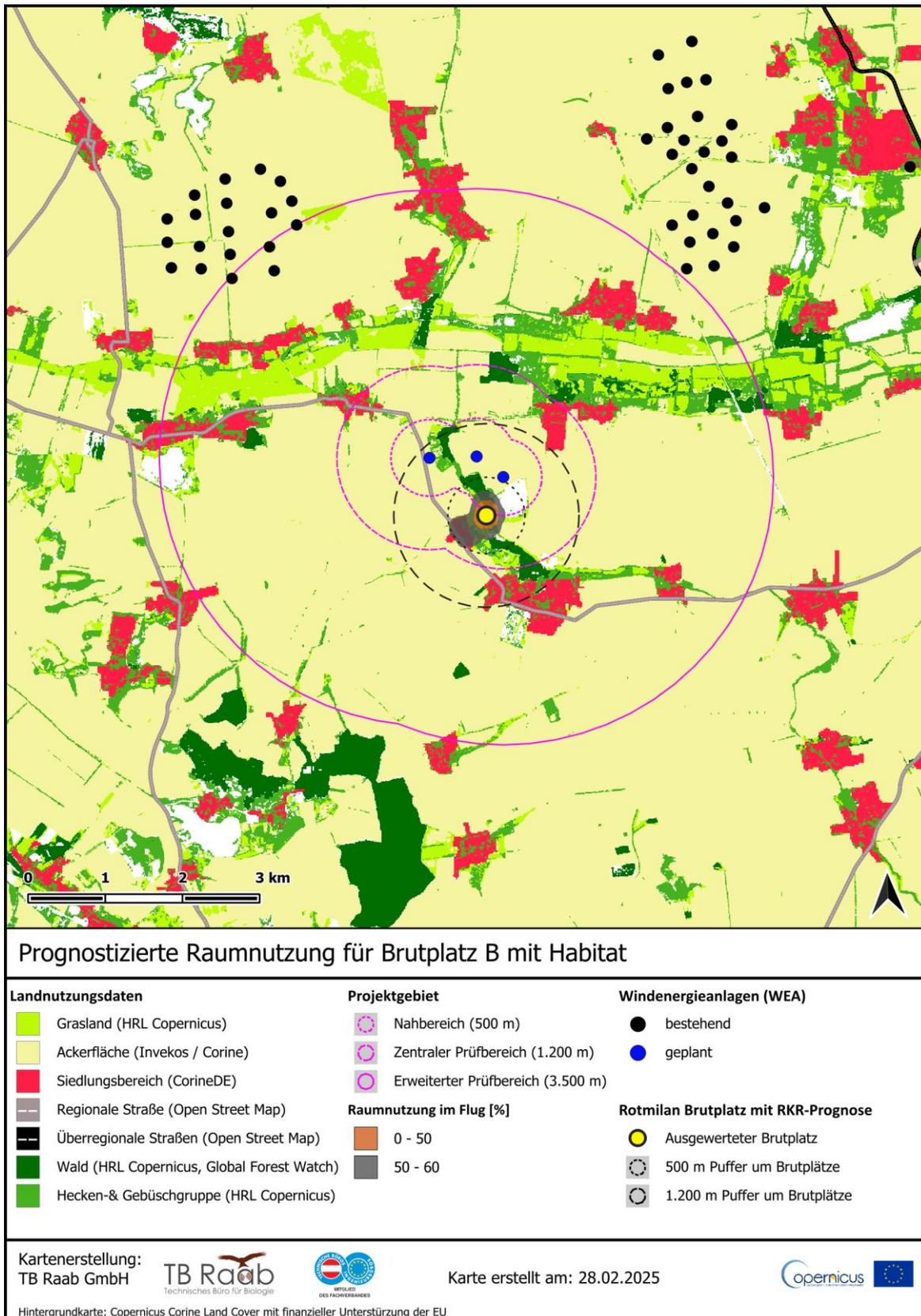


Abbildung 10: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz B in der Brutsaison, basierend auf 60 % der Flugdauer und den Habitaten.

4.3 Brutplatz C

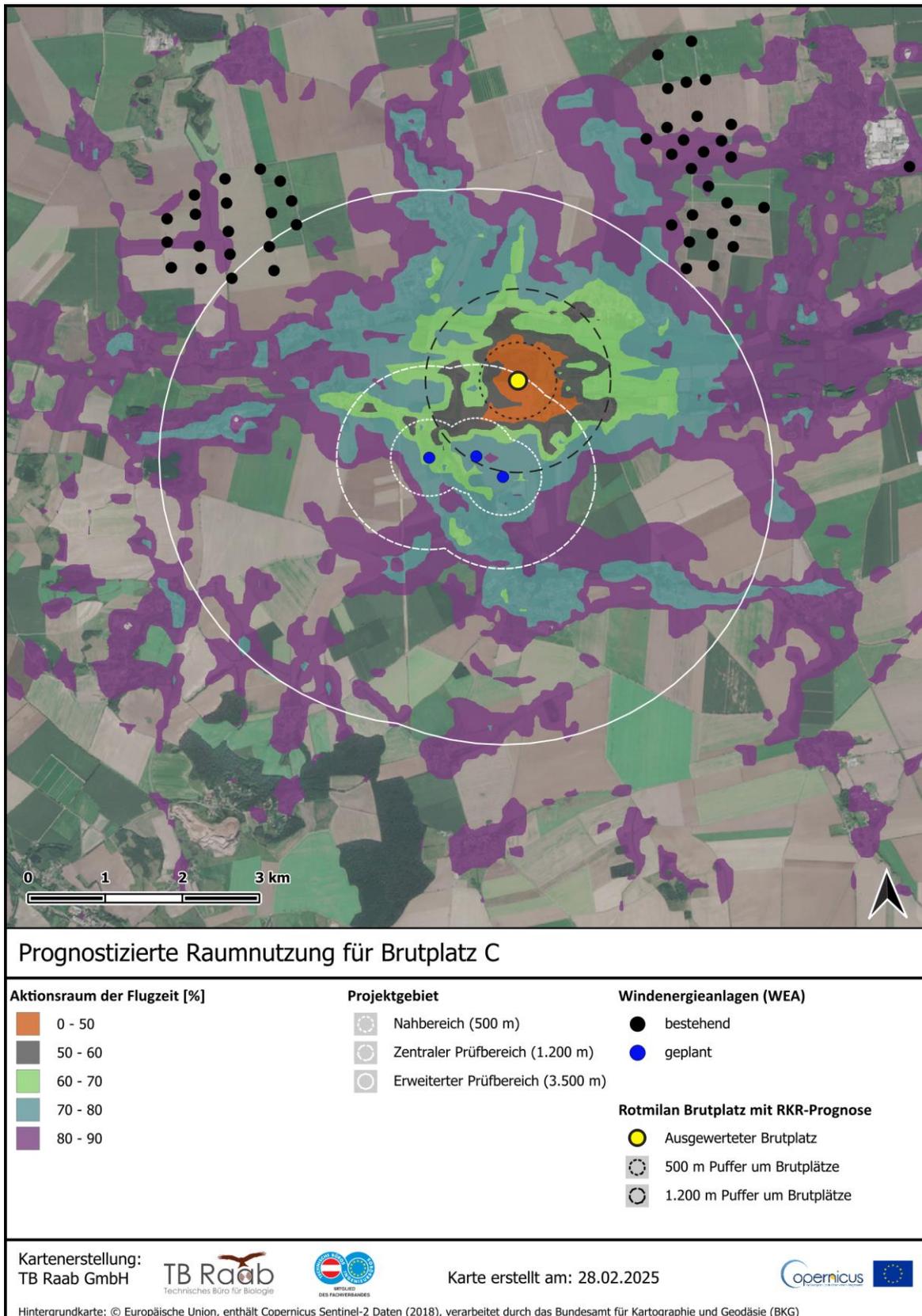


Abbildung 11: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz C in der Brutsaison, basierend auf 90 % der kumulativen Flugdauer.

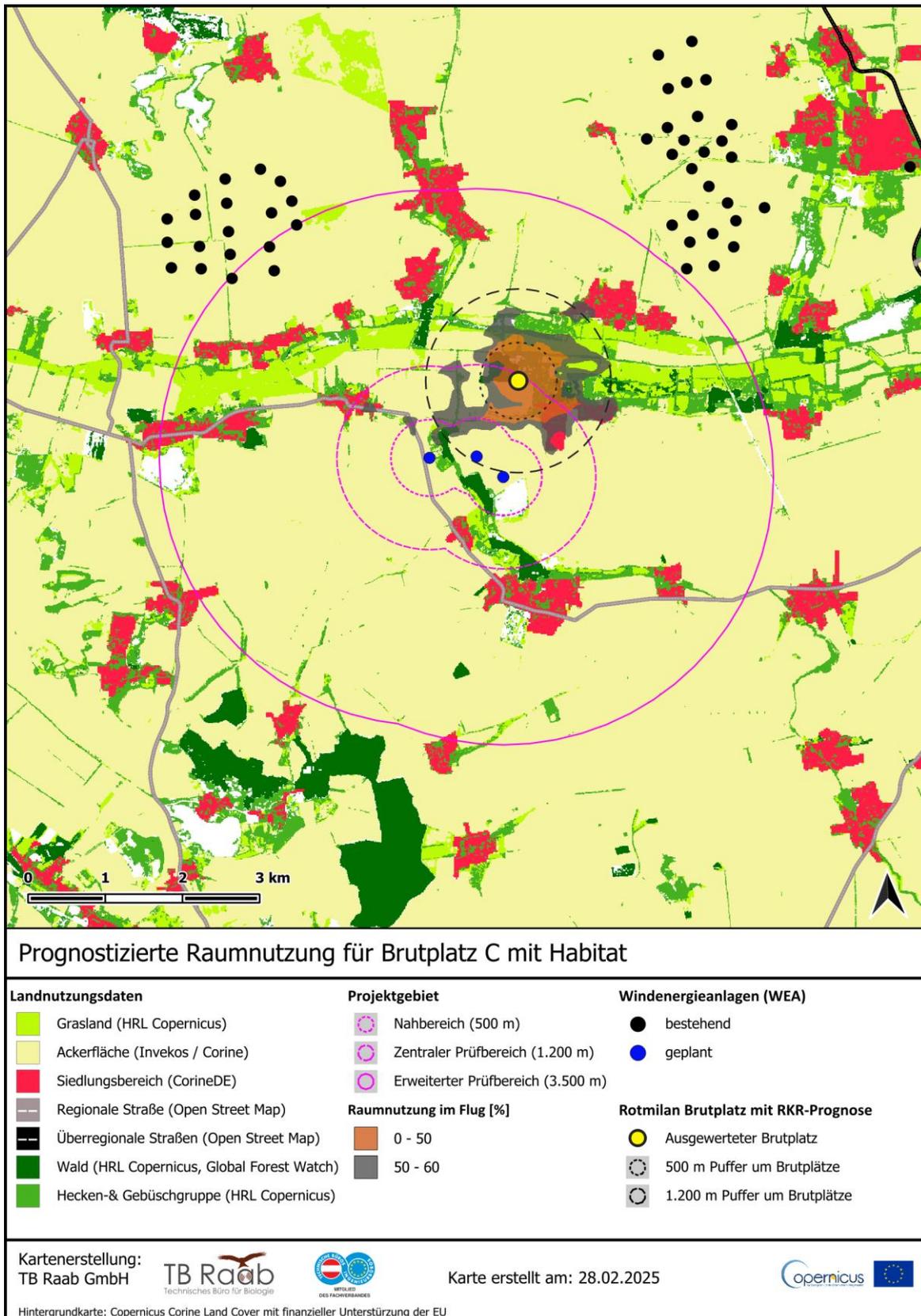


Abbildung 12: Prognostizierte Raumnutzung des Rotmilans vom Brutplatz C in der Brutsaison, basierend auf 60 % der Flugdauer und den Habitaten.

5. Ergebnisse und Interpretation

5.1 Berechnete Kollisionsrisiken

Das RKR-Modell ermöglicht die Ermittlung des projektspezifischen Kollisionsrisikos und stellt damit eine belastbare Grundlage dar, das Kollisionsrisiko zur gutachterlichen Bewertung, differenziert für verschiedene Brutplätze, darzustellen. Hiermit kann das individuelle Tötungsrisiko für die Brutvögel an den geplanten WEA (vgl. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) gutachterlich bewertet werden. Zudem können, falls erforderlich, auf Grundlage der Ergebnisse des RKR-Modells, bedarfsgerechte Schutzmaßnahmen (vorerst gemäß § 45b Anlage 1 Abschnitt 2) fachgutachterlich ausgewählt und anschließend bewertet werden. Die RKR-Methode wird im Methodenkapitel (Kapitel 2) beschrieben und entsprechend der „Fortsetzungsstudie Probabilistik“ angewandt. Die durch das RKR-Modell berechneten Kollisionsrisiken sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Im 1.200 m Puffer um die Windenergieplanung sind 3 Brutplätze des Rotmilans festgestellt worden, welche somit mit ihrem artspezifischen Zentralen Prüfbereichen die WEA-Standorte überlagern. In Abbildung 1 sind diese mit großen Buchstaben hervorgehoben, wobei die Zuordnung mit aufsteigender Entfernung zu dem geplanten Projekt erfolgt und mit A beginnt. Alle geplanten WEA befinden sich in mehr als 500 m Abstand zu bestehenden Brutplätzen des Rotmilans und somit außerhalb des artspezifischen Nahbereichs des Rotmilans (vgl. § 45b Anlage 1 Abschnitt 1 BNatSchG). Der nächstgelegene Brutplatz berührt mit dem zentralen Prüfbereich von 1.200 m die Windenergieplanung, weshalb die widerlegbare gesetzliche Annahme besteht, dass ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko gegeben ist (vgl. § 45b Abs. 3 BNatSchG).

Entscheidend für die Genehmigungsfähigkeit der jeweiligen WEA bzw. des Windparks ist die Beurteilung, ob durch das Vorhaben ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko ausgeht. Der „Bericht der Bundesregierung zum Prüfauftrag zur Probabilistik nach § 74 Absatz 6 Satz 1 BNatSchG“ (BMUV, 2023) führt aus:

„Probabilistische Berechnungen von Kollisionswahrscheinlichkeiten können in der Artenschutzprüfung nur Verwendung finden, wenn die sog. Signifikanzschwelle definiert ist, d. h. eine maximal zulässige Kollisionswahrscheinlichkeit, bei deren Überschreiten von der Erfüllung des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots auszugehen ist (Sailer 2023).“

Eine umfassende Darlegung der bisherigen Praxis der Signifikanzbewertung sowie eine Diskussion verschiedener alternativer Vorschläge ist jüngst im Auftrag des BfN vorgelegt worden (Wulfert et al. 2022a; Wulfert et al. 2022b). BMWK und BMUV haben sich darauf verständigt, dass im Rahmen des im Auftrag des BMWK laufenden Vorhabens ein fachlicher Vorschlag zur Diskussion vorgelegt wird. Nach Einigung kann die erforderliche rechtlich-wertende Festlegung der Signifikanzschwelle unter Berücksichtigung des Grundrisikos auf fachlicher Grundlage durch BMWK/BMUV erfolgen.“

Eine Festlegung einer solchen Signifikanzschwelle ist bisher nicht erfolgt.

Der hohe Erkenntnisgewinn durch die Anwendung des RKR-Modells zur Beurteilung von Kollisionsrisiken in WEA Genehmigungsverfahren bietet die Möglichkeit, die ermittelten, konstellationsspezifischen Kollisionsrisiken im Rahmen der gutachterlichen Bewertung zu nutzen. Somit steht neben der derzeit aktuellen Habitatpotentialanalyse und weiteren bekannten

Methoden zur Ermittlung der Raumnutzung und damit des Kollisionsrisikos, die Methode des RKR-Modells zur Verfügung, um eine signifikante Erhöhung des Tötungsrisikos zu bewerten. In Abwesenheit von gesetzgeberischen Vorgaben bedarf es einer fachgutachterlichen Setzung eines Bewertungsmaßstabes für das RKR-Modell, um zu bestimmen, ob ein geplantes Projekt genehmigungsfähig ist, bzw., ob die Umsetzung von Schutzmaßnahmen und/oder Einzahlungen in das Artenhilfsprogramm erforderlich sind. Anhand der festgelegten Methodik kann für Brutplätze des Rotmilans mithilfe des RKR-Modells die gesetzliche Annahme, dass ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko gegeben sei (§45b Abs. 3 BNatSchG), gutachterlich geprüft werden (s. Kapitel 5.2).

Für die betrachteten Brutvögel des Rotmilans (vgl. Brutplätze in Abbildung 1) wurde das Kollisionsrisiko entsprechend dem RKR-Modell an den geplanten WEA berechnet. Das höchste berechnete kumulative Kollisionsrisiko für den Brutplatz A (vgl. Abbildung 1) liegt wesentlich in dessen Entfernung von 506 m zur nächsten geplanten WEA begründet.

Nach Projektumsetzung beläuft sich der Erwartungswert an Kollisionen kumuliert für sämtliche geplanten WEA für diesen Brutplatz A auf 0,054 Kollisionen pro Individuum und Jahr (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Durch das RKR-Modell berechnete Kollisionsrisiken für bekannte Brutvögel des Rotmilans in den Jahren 2021, 2022 und 2023 im Umfeld des Untersuchungsgebiets (vgl. Abbildung 1). Die berechneten Werte reflektieren das errechnete Risiko je brütendem Vogel mit einer spezifischen WEA innerhalb von einem Jahr zu kollidieren. In der Spalte "Gesamt (gepl.)" findet sich das über alle geplanten WEA kumulativ berechnete Kollisionsrisiko je Brutvogel an dem geplanten Windpark. Prozentuale Werte berechnen sich über eine Multiplikation mit dem Faktor 100. Das höchste individuelle Tötungsrisiko je WEA wird fett hervorgehoben und fließt in die nachfolgende Bewertung in Tabelle 3 ein.

Brutplatz	Jahr	P1	P2	P3	Gesamt (gepl.)
A	2022	0,00547	0,00159	0,04709	0,05382
B	2021	0,00199	0,00446	0,00889	0,01528
C	2022	0,00149	0,00125	0,00747	0,01019
x1	2022	0,00032	0,00051	0,00152	0,00234
x2	2023	0,00034	0,00024	0,00263	0,00321
x3	2021	0,00025	0,00033	0,00140	0,00197
x4	2022	0,00021	0,00017	0,00243	0,00281

5.2 Prüfung der Auswirkungen des Vorhabens

Das RKR-Modell als probabilistische Methode ermöglicht die standardisierte Berechnung des Erwartungswerts an Kollisionen je Brutvogel und WEA. Dies ermöglicht die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens anhand des prognostizierten Kollisionsrisikos mithilfe eines fachgutachterlichen Bewertungsschemas.

Zur in diesem Gutachten erforderlichen Bewertung wird ein erweitertes "Ampel-Schema" angewendet. Dieses bewertet das individuelle Tötungsrisiko je Einzelanlage mit den Kategorien Grün (< 1 %), Blaugrau (1 – 2 %), Gelb (2 – 5 %) und Rot (> 5 %). Dabei bedeutet „Grün“ eine geringe, „Blaugrau“ eine mäßige, „Gelb“ eine hohe und „Rot“ eine sehr hohe Eingriffsintensität.

Tabelle 3: Kategorisierung der berechneten Kollisionsrisiken für Brutvögel des Rotmilchans aus den Jahren 2021, 2022 und 2023 im 1.200 m Bereich des Untersuchungsgebiets unter Berücksichtigung der entsprechenden Auswirkungen des Vorhabens. Die Bewertung erfolgt je WEA (vgl. [Abbildung 13](#)).

WEA	Verortung	Kategorie	Größtes Risiko	Eingriffsintensität
P1	zentraler Prüfbereich	Grün	0,00547	gering
P2	zentraler Prüfbereich	Grün	0,00446	gering
P3	zentraler Prüfbereich	Gelb	0,04709	hoch

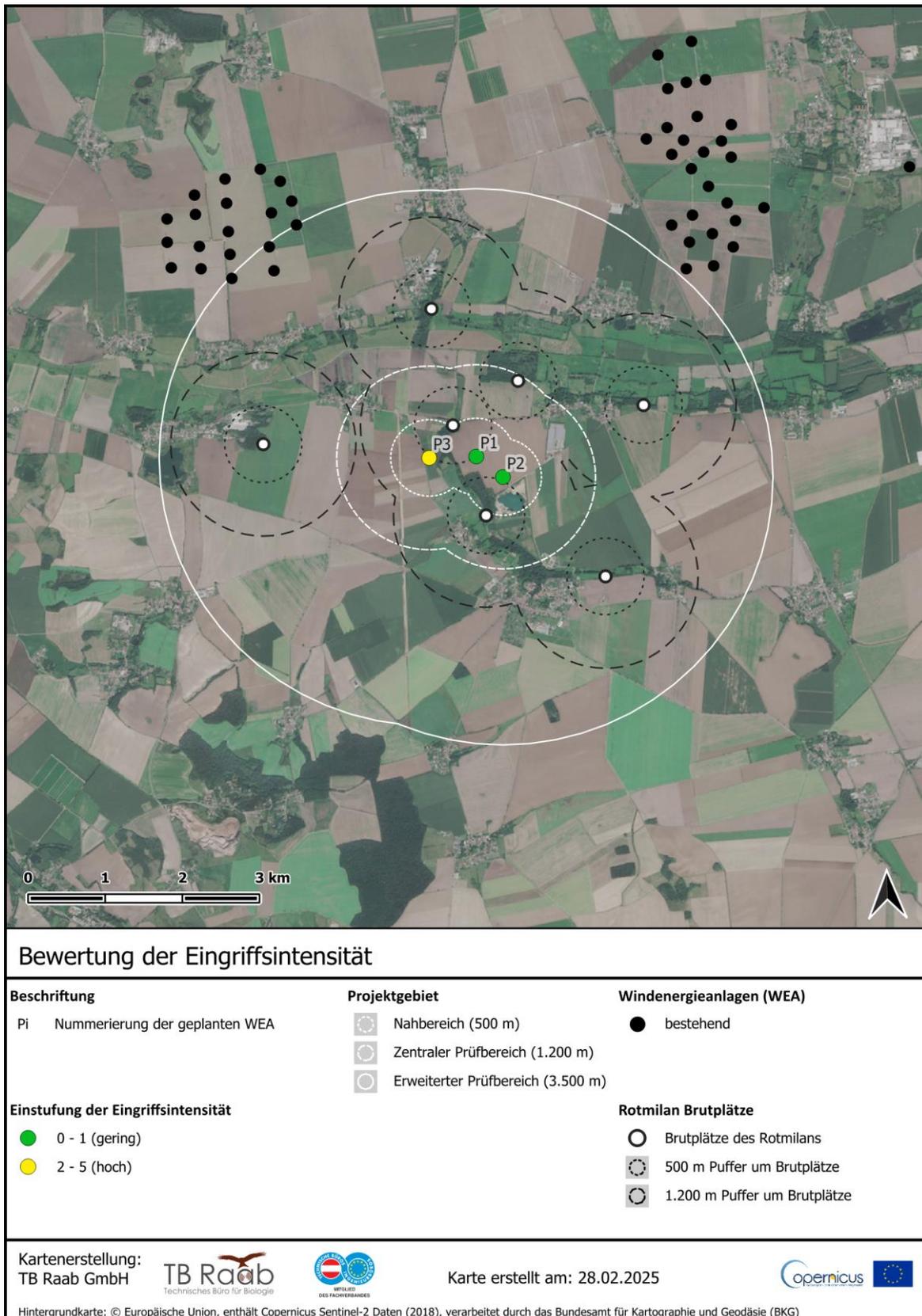


Abbildung 13: Bewertung der Auswirkungen je WEA in den Kategorien „Grün“, „Blaugrau“, „Gelb“ und „Rot“ je geplanter WEA (vgl. Tabelle 3)

6. Quellenverzeichnis

6.1 Literatur

Aiello, C.M., Galloway, N.L., Prentice, P.R., Darby, N.W., Hughson, D., Epps, C.W., 2023. Movement models and simulation reveal highway impacts and mitigation opportunities for a meta-population-distributed species. *Landsc Ecol* 38, 1085–1103. <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01600-6>

Avgar, T., Potts, J.R., Lewis, M.A., Boyce, M.S., 2016. Integrated step selection analysis: bridging the gap between resource selection and animal movement. *Methods in Ecology and Evolution* 7, 619–630. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12528>

Band, B., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore wind farms (Final Report). British Trust for Ornithology (BTO), Bureau Waardenburg bv, and University of St Andrews, The Nunnery, Thetford (GBR).

Band, W., 2000. Windfarms and Birds: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. Guidance Notes Series. Scottish Natural Heritage.

Band, W., Madders, M., Whitfield, D.P., 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms, in: *Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation*. Quercus, Madrid, pp. 259–275.

Büttner, G., 2014. CORINE Land Cover and Land Cover Change Products, in: Manakos, I., Braun, M. (Eds.), *Land Use and Land Cover Mapping in Europe: Practices & Trends, Remote Sensing and Digital Image Processing*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 55–74. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7969-3_5

Fiedler, W. & Scharf, A. (2020): Raumnutzungs- und Flugverhalten von Rotmilanen und Wespenbussarden in Baden-Württemberg unter verschiedenen Witterungs- und Landschaftsbedingungen. Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie. Abschlussbericht.

Fieberg, J., Signer, J., Smith, B., Avgar, T., 2021. A ‘How to’ guide for interpreting parameters in habitatselection analyses. *The Journal of animal ecology* 90, 1027–1043. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13441>

Mammen, U., Böhm, N., Mammen, K., Uhl, R., Arbeiter, S., Nagl, D., Resetaritz, A., Lüttmann, J., 2023. Prüfung der Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zur Reduzierung des Tötungsrisikos von Milanen bei Windkraftanlagen. Endbericht zum F+E-Vorhaben (FKZ 3517 86 0200) im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).

Mercker, M., Liedtke, J., Liesenjohann, T., Blew, J., 2023. Pilotstudie “Erprobung Probabilistik”: Erprobung probabilistischer Methoden hinsichtlich ihrer fachlichen Voraussetzungen mit dem Ziel der Validierung der Methode zur Ermittlung des vorhabenbezogenen Tötungsrisikos von kollisionsgefährdeten Brutvogelarten an Windenergieanlagen. Pilotstudie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Mercker, M., Liesenjohann, T., Raab, R., Blew, J., 2024. Fortsetzungsstudie Probabilistik - Das “Raumnutzungs-Kollisionsrisikomodell” (“RKR-Modell”), Fachliche Ausgestaltung einer probabilistischen Berechnungsmethode zur Ermittlung des Kollisionsrisikos von Vögeln an

Windenergieanlagen in Genehmigungsverfahren mit Fokus Rotmilan. Studie im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).

Mercker, M., Schwemmer, P., Peschko, V., Enners, L., Garthe, S., 2021. Analysis of local habitat selection and large-scale attraction/avoidance based on animal tracking data: is there a single best method? *Movement Ecology* 9, 20.

Potts, J.R., Börger, L., 2023. How to scale up from animal movement decisions to spatiotemporal patterns: An approach via step selection. *Journal of Animal Ecology* 92, 16–29. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13832>

Potts, J.R., Börger, L., 2023. How to scale up from animal movement decisions to spatiotemporal patterns: An approach via step selection. *Journal of Animal Ecology* 92, 16–29. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13832>

7. Datenlizenzen

Copernicus High Resolution Layer (HRL) des Copernicus Land Monitoring Service mit finanzieller Unterstützung der EU. <https://land.copernicus.eu/en/products?tab=explore>

CORINE Land Cover (CLC), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), 2018. European Environment Agency. Mit finanzieller Unterstützung der EU. <http://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/wfs-corine-land-cover-5-ha-stand-2018-wfs-clc5-2018.html>

Open Street Map (OSM – <https://www.openstreetmap.de/>)

8. Anhang 1: Im RKR-Modell angesetzte Waldflächen

Die Tree Cover Density 2018 (Copernicus) ist ein hochauflösender Geodatenatz, der detaillierte Informationen über die Baumbedeckung in einer 10-Meter-Auflösung für Europa liefert. Global Forest Watch bietet einen aufbereiteten Datensatz bezüglich des Waldverlustes für einzelne Jahre (Interactive World Forest Map & Tree Cover Change Data | GFW) und zeigt somit Flächen auf, die von Entwaldung und Waldschädigung betroffen sind. Dieser Datensatz ermöglicht es den Nutzern, Veränderungen in der Waldbedeckung zu überwachen, die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten zu bewerten und Strategien für die Erhaltung und die nachhaltige Bewirtschaftung von Land zu entwickeln.

Wählt man nach dem Herunterladen der Daten von Global Forest Watch die Jahre 2018 bis 2023 aus, so erhält man den Rückgang an Wald für diesen Zeitraum. Ausgehend von der hochauflösenden Tree Cover Density 2018 (Copernicus) wurden die über Global Forest Watch identifizierten Zellen auf den Wert null für den Waldanteil gesetzt. Die Kombination der Copernicus Daten zum Waldbestand 2018 mit den Daten von Global Forest Watch ermöglicht eine hochaufgelöste Berechnung des Waldbestandes im Jahr 2023 auf Basis von Satellitendaten.

Entsprechend der Berechnungsvorschrift zur BfN Fortsetzungsstudie Probabilistik (Mercker et al. 2024) wäre der Waldbestand von Copernicus für die Modellberechnung anzusetzen. Da vom Copernicus Land Monitoring Service jedoch noch keine aktuelleren Daten als zu dem Jahr 2018 vorliegen und sich der Waldbestand besonders in den letzten Jahren großen Herausforderungen gegenüber sieht (insbesondere Reduzierung der Waldflächen aufgrund von Trockenheit und ggf. darauffolgendem Kahlschlag) wird der, wie zuvor beschrieben ermittelte, Waldbestand aus dem Jahr 2023 im Modell angesetzt (vgl. [Abbildung 14](#)). Dies ermöglicht projektbezogen eine standardisierte Bewertung des aktuellen Zustands.

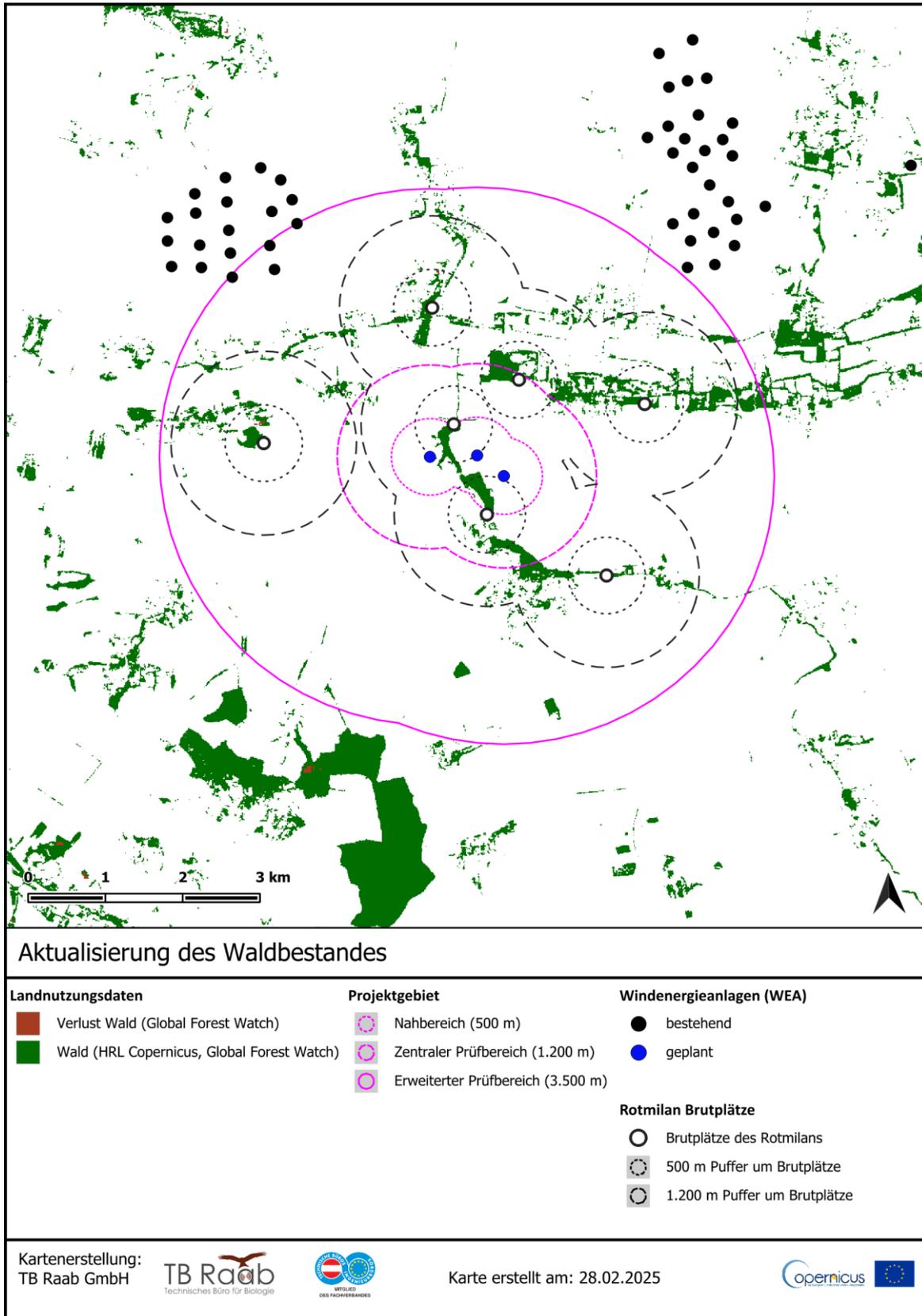


Abbildung 14: Darstellung der Ergebnisse der im RKR-Modell angesetzten Waldflächen für das Jahr 2023 anhand der "Tree Cover Density" (Copernicus) aus dem Jahr 2018 und dem "forest loss" für die Jahre 2018 bis 2023 (Global Forest Watch)

9. Anhang 2: Telemetriedatenauswertung

Die Telemetriedaten einer großen Zahl an besenderten Rotmilane ermöglichen Einblicke in die reale Raumnutzung von Jungvögeln, Nichtbrütern und Brutvögel für viele Projektgebiete. Dies ermöglicht projektbezogen die potenzielle Identifizierung von lokalen Einflussfaktoren, die vom Modell nicht beschrieben werden (wie bspw. die Attraktionswirkung von Kompostanlagen). Solche Faktoren wären ggf. bei der gutachterlichen Bewertung zu berücksichtigen.

Hier sei angemerkt, dass sich die Raumnutzung von Jungvögeln und Nichtbrütern von derjenigen der Brutvögel deutlich unterscheiden kann, zum einen aufgrund möglicherweise abweichender Habitatpräferenzen, zum anderen durch die starke Assoziation mit lokalen Schlafplätzen anstelle eines Brutplatzes. Zudem werden im Folgenden auch Telemetriedaten außerhalb der Brutzeit berücksichtigt. Auch bewirken individuelle und lokale Effekte sowie die zeitlich-örtliche Fragmentierung der Telemetriedaten ein hohes Maß an Stochastizität, wohingegen die RKR-Modell Prognosen die mittlere Raumnutzung von Brutvögeln zur Brutzeit über einen beliebig langen (hinsichtlich des Habitats unveränderten) Zeitraum prognostizieren. Der direkte Vergleich zwischen RKR-Modell Prognosen und den dargestellten Telemetriedaten ist daher nur sehr eingeschränkt interpretierbar. Die [Abbildung 15](#) zeigt existierende Telemetriedaten von Jungvögeln, Nichtbrütern und Brutvögel aus dem Untersuchungsgebiet. [Abbildung 16](#) stellt die aus den Telemetriedaten berechnete Flugzeit dar.

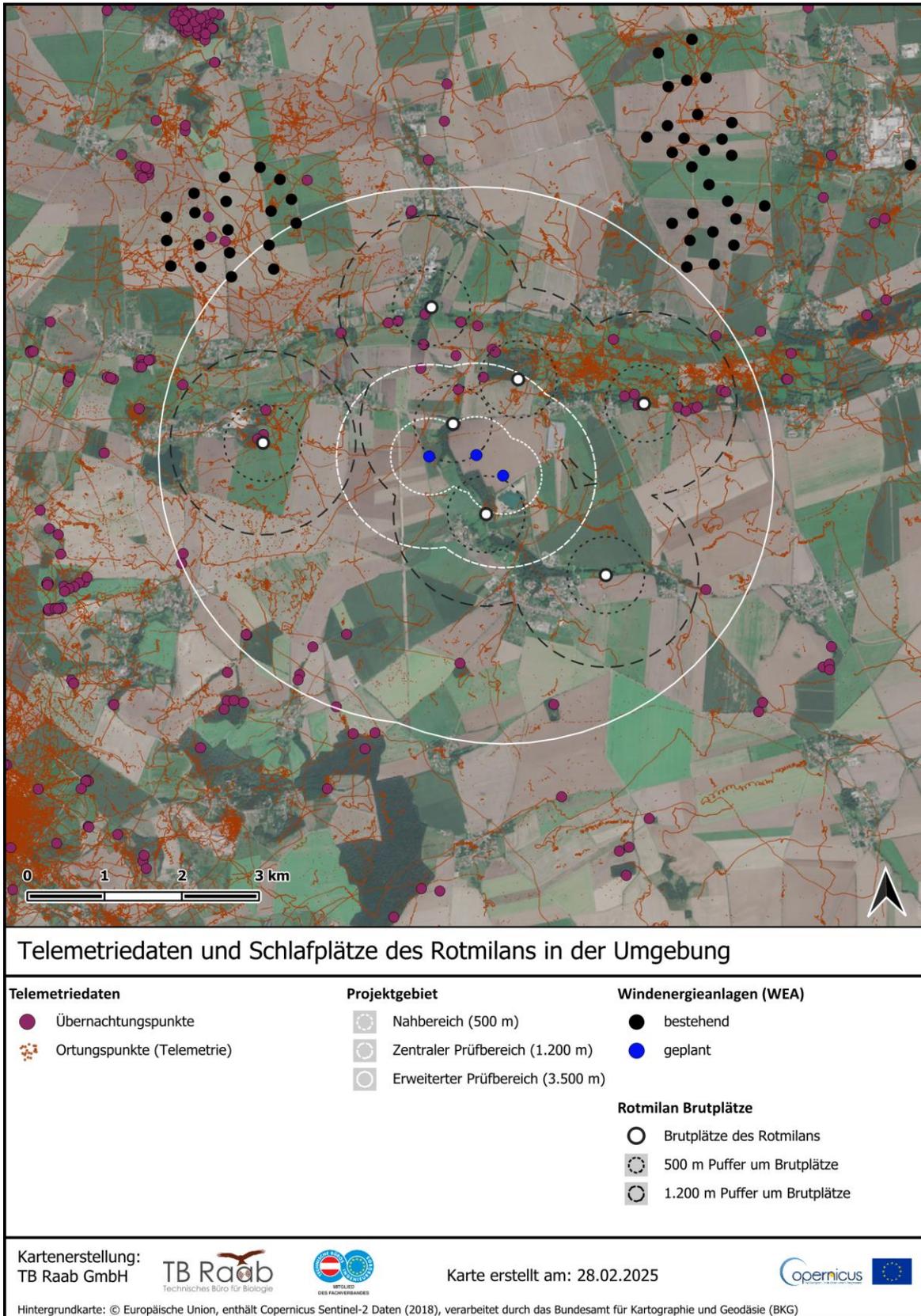


Abbildung 15: Telemetriedatenpunkte und Schlafplätze in der Umgebung des Untersuchungsgebiets, dargestellt sind die bekannten Brutplätze des Rotmilans aus den Jahren 2021, 2022 und 2023 im Umfeld des Untersuchungsgebiets.

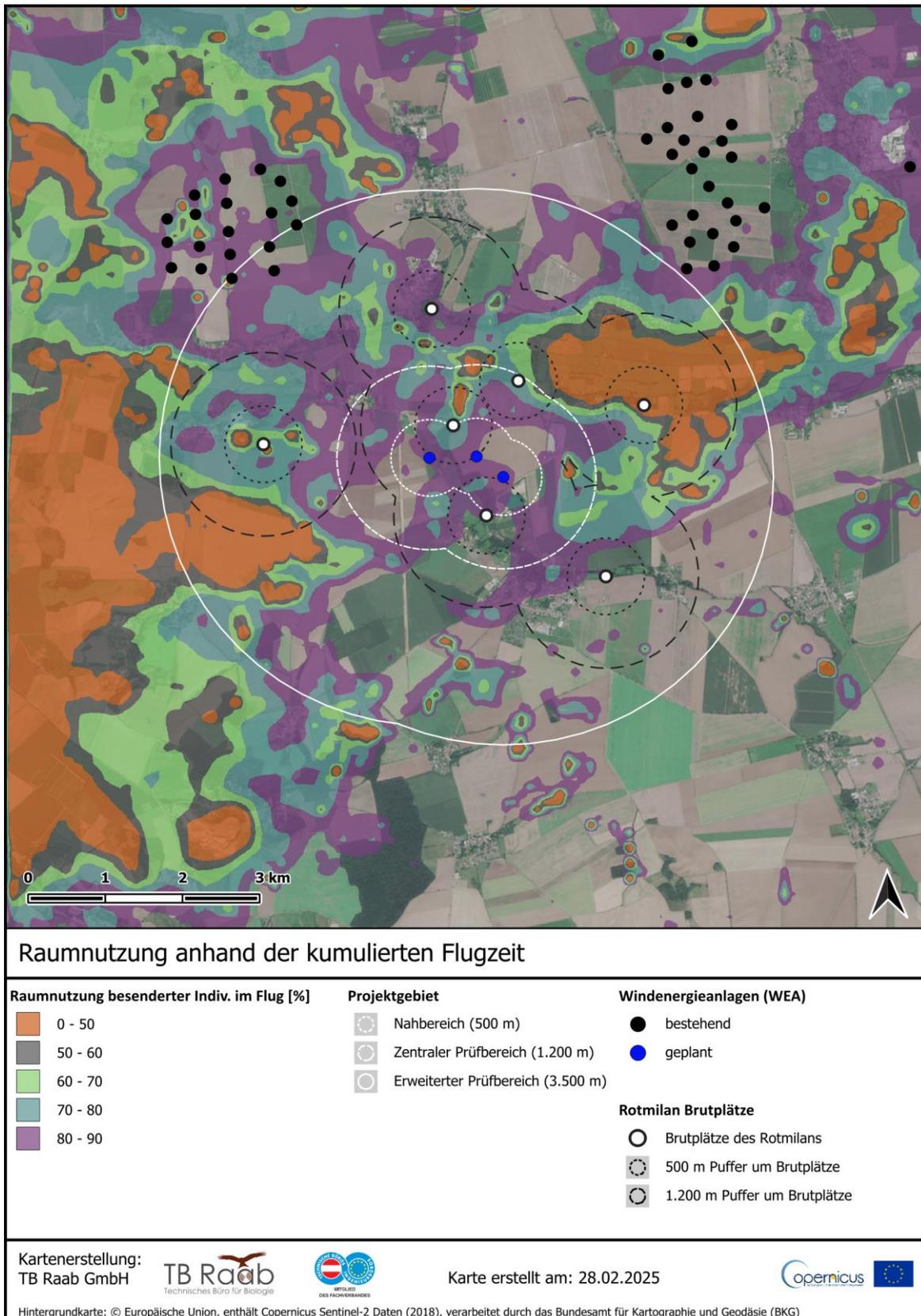


Abbildung 16: Die UD (Utilisation Distribution) aus allen Telemetriedaten beschreibt jenen kleinstmöglichen Raum, in dem ein gewisser Prozentsatz (50 bis 90 %) der verbrachten Zeit aufgezeichnet wurde. Dargestellt sind die bekannten Brutplätze des Rotmilans aus den Jahren 2021, 2022 und 2023 im Umfeld des Untersuchungsgebiets