



# Erste Ergebnisse zum Betrieb des Antikollisionssystems Identiflight im Wald

Dritter Zwischenbericht im Forschungsprojekt  
„Kameragestützte Evaluierung von  
Vogelkollisionen an Windenergieanlagen“



natur





# Erste Ergebnisse zum Betrieb des Anti- kollisionssystems Identiflight im Wald

Dritter Zwischenbericht im Forschungsprojekt  
„Kameragestützte Evaluierung von Vogel-  
kollisionen an Windenergieanlagen“

## Impressum

Erste Ergebnisse zum Betrieb des Antikollisionssystems Identiflight im Wald – Dritter Zwischenbericht im Forschungsprojekt „Kameragestützte Evaluierung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen“

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de/](http://www.lfu.bayern.de/)

### Konzept/Text:

Dr. Cynthia Tobisch, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Am Hofgarten 4, 85354 Freising  
Prof. Dr. Christoph Moning, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Am Hofgarten 4, 85354 Freising

### Redaktion:

LfU, Stefan Kluth

### Bildnachweis:

Christoph Moning, HSWT: Titelbild (Mitte)  
Cynthia Tobisch, HSWT: Titelbild (links und rechts)

### Zitiervorschlag:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2025): Erste Ergebnisse zum Betrieb des Antikollisionssystems Identiflight im Wald; Dritter Zwischenbericht im Forschungsprojekt „Kameragestützte Evaluierung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen“ – Bearbeitung: Dr. Cynthia Tobisch, Prof. Dr. Christoph Moning. Augsburg: 25 S.

### Stand:

Januar 2025

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Arbeiten</b>	<b>6</b>
2.1	Ornithologische Beobachtungen und Betrieb der Kamerasysteme und WEA	6
<b>3</b>	<b>Auswertungen und Zwischenergebnisse</b>	<b>9</b>
3.1	Leistungsfähigkeit der Kamerasysteme	9
3.1.1	Zeitliche Abdeckung	9
3.1.2	Erfassungsrate	9
3.2	Wirksamkeit und Effizienz der Systemreaktion	12
3.3	Meideverhalten von Rotmilanen	15
3.4	Dauer der Abschaltzeiten	18
3.5	Gefährliche Flüge	20
3.6	Abschlussarbeiten	22
<b>4</b>	<b>Weiteres Vorgehen</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Termine</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Tabellen</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Abbildungen</b>	<b>24</b>

## Abkürzungen

AKS	Antikollisionssysteme
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
IDF	IdentiFlight
KNE	Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LRF	Laser Range Finder
PAG	Projektbegleitende Arbeitsgruppe
WEA	Windenergieanlage, Windenergieanlagen

## Fachbegriffe

Virtuelle Abschaltung	Bei virtueller Abschaltung zeichnet das Kamerasystem Daten von Flugobjekten auf und sendet ein Abschaltsignal, wenn dies aufgrund einer sich nähernden Zielart erforderlich ist, jedoch ohne Auswirkung auf den Betrieb der WEA. Ist die WEA während der festgelegten Abschaltzeiten (hier 15.03. bis 15.08.) nicht in Betrieb, werden Abschaltsignale in diesem Zeitraum ebenfalls als virtuell betrachtet. Ob sich das Kamerasystem im virtuellen oder realen Abschaltmodus befindet, hat keinen Einfluss auf die Erfassung der Zielart oder das Abschaltsignal, das vom Kamerasystem für die Zielarten generiert wird.
Realbetrieb	Die Windenergieanlagen sind im normalen Betrieb und werden durch ein Abschaltsignal des Kamerasystems in den sogenannten Trudelbetrieb versetzt.
Trudelbetrieb	Bewegung des Rotors einer Windenergieanlage mit aus dem Wind gedrehten Rotorblättern; für den Anlagentyp in Fuchstal liegt die Drehzahl des Rotors im Trudelbetrieb laut Hersteller Enercon bei Windgeschwindigkeiten bis zu 6,5 m/s bei 0,75 Umdrehungen pro Minute, bei höheren Windgeschwindigkeiten bis zu 2 Umdrehungen pro Minute. Alle genannten Werte sind jeweils über eine Minute gemittelt.
Track	Von Kamerasystem Identiflight (IDF) zu einer Flugbahn zusammengefasste Datenpunkte eines Flugobjekts, die zeitlich und räumlich aufeinander folgen; analog bei LRF-Daten ein beobachteter Flug, der ebenfalls aus einer Reihe aufeinanderfolgender Datenpunkte besteht.
RED-OR-BLACK-KITE	Von IDF vergebene Klassifikation für Rot- oder Schwarzmilane; vom System registrierte Datenpunkte dieser Kategorie lösen je nach räumlicher Entfernung zur WEA ein Abschaltsignal aus.
PROTECTED	Zusätzliche von IDF vergebene Klassifikation für größere Vögel, die das System nicht als Rot- oder Schwarzmilane erkennt, die aber aufgrund ihrer Größe als geschützte Art eingestuft werden. Dies trifft beispielsweise auf Störche, Bussarde oder andere Greifvögel zu. Datenpunkte dieser Kategorie können ebenfalls Abschaltsignale auslösen.

# 1 Einleitung

Im Rahmen der Energiewende strebt die Bundesregierung den drastisch beschleunigten Ausbau regenerativer Energien an. Eine große Problemstellung bei der Projektierung von Windenergieanlagen (WEA) ergibt sich durch den europäischen Artenschutz, insbesondere wegen dem Tötungsverbot nach § 44 BNatSchG. Nach Anlage 1 Abschnitt 1 BNatSchG weisen bestimmte Greifvogelarten wie der Rotmilan eine besonders hohe Kollisionsgefahr gegenüber Windkraftanlagen auf. Unter welchen Umständen es zu Kollisionsereignissen kommt, ist bislang nicht hinreichend untersucht. Technische Vermeidungsmaßnahmen, die durch automatisierte Abschaltung der Windkraftanlagen Kollisionen verhindern sollen, sind auf ihre Wirksamkeit bisher nur in begrenztem Umfang untersucht. Insbesondere für bewaldete Standorte fehlen Vergleichswerte.

Im Forschungsprojekt „Kameragestützte Evaluierung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen“ soll unter praxisnahen Bedingungen evaluiert werden, was kamerabasierte Kollisionsvermeidungssysteme leisten müssen, damit sie als wirksame Vermeidungsmaßnahme in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen Anerkennung finden können. Dazu werden im Waldgebiet bei Fuchstal im Bereich von drei Windenergieanlagen zwei Kamerasysteme des Herstellers Identiflight (IDF) getestet, die aktuell auf die Erkennung von Rot- und Schwarzmilanen trainiert sind. Parallel dazu werden durch ornithologische Beobachtungen mit Laser Range Findern (LRF) Referenzdaten erhoben. Die Datenerhebungen erfolgen nach gegenwärtigem Stand von Sommer 2022 bis Herbst 2025 und umfassen den Zeitraum vor, während, nach dem Bau und der Inbetriebnahme der WEA, die Mitte 2024 erfolgte. Folgende Aspekte sollen anhand der gewonnenen Daten untersucht werden:

- Leistungsfähigkeit der Kamerasysteme
  - Räumliche und zeitliche Abdeckung der Systeme, Erfassungsreichweite sowie die Genauigkeit der Erfassung kollisionsgefährdeter Vogelarten (Rot- und Schwarzmilan)
- Wirksamkeit und Effizienz der Systemreaktion
  - Häufigkeit und Umstände (z. B. Rotorgeschwindigkeit, Witterung) von gefährlichen Flügen im Bereich der WEA
  - Anteil korrekter und irrtümlicher Abschaltensignale
  - Häufigkeit und Detektionsrate multipler (= gleichzeitig auftretender) Flüge
- Klärung der Signifikanzschwellen für das Tötungsrisiko kollisionsgefährdeter Arten
  - Untersuchung von Grundaktivitätsmustern der Zielarten und Ableitung der Kollisionswahrscheinlichkeiten
  - Untersuchung des Meideverhaltens der Zielarten nach Bau und Inbetriebnahme der WEA
  - Untersuchung der Reaktion des Kamerasystems und der Windenergieanlagen auf Vogelarten bei Kollisionsgefahr

Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) übernimmt die wissenschaftliche Bearbeitung des Projektes. Die e3 IDF GmbH koordiniert die Installation und den Betrieb der beiden Kamerasysteme vor Ort. Deren Finanzierung wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie unterstützt. Das Planungsbüro Jakobus ist mit den Datenerhebungen im Rahmen ornithologischer Planbeobachtungen beauftragt. Die Ingenieurbüro Sing GmbH ist für den Bau und Betrieb der geplanten WEA zuständig. Die Staatliche Vogelschutzwarte im Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) übernimmt die Projektleitung der wissenschaftlichen Arbeiten. Das Forschungsprojekt wird finanziert durch das LfU mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV).

Der erste und zweite Zwischenbericht, die sich auf die Phase vor und während des Anlagenbaus beziehen, sind auf der [Projektseite der HSWT](#) veröffentlicht. Der dritte Zwischenbericht gibt einen Überblick über die im Jahr 2024 gelaufenen Arbeiten und informiert über die nächsten Projektschritte. Damit wurden erste Ergebnisse während des realen Betriebs der WEA im Zusammenspiel mit den Kamerasystemen erzielt und somit die Wirksamkeit der bedarfsbezogenen Abschaltungen getestet.

## 2 Stand der Arbeiten

### 2.1 Ornithologische Beobachtungen, Betrieb der Kamerasysteme und WEA

Im Rahmen der ornithologischen Beobachtungen wurden 2024 die geplanten 28 Termine mit jeweils sechs Stunden Beobachtungszeit durchgeführt. Für die Beobachtungen wurden zwei Laser Range Finder der Firma Vectronix (Modell Vector) verwendet. Aus dem Untersuchungsjahr 2022 sind noch neun Termine offen, die aufgrund des verspäteten Projektstarts ausfielen. Diese sollten entweder auf die verbleibende Beobachtungszeit (bis Herbst 2025) verteilt oder im Frühjahr 2026 im Rahmen einer Verlängerung der Freilandarbeiten nachgeholt werden, mit dem Ziel möglichst viele Flüge im realen Betrieb der WEA zu beobachten. Die in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024 erfassten Arten sind nach ihrer Häufigkeit in Tab. 1 aufgelistet.

Tab. 1: Häufigkeit der Vogelarten, die bei den ornithologischen Beobachtungen 2022 bis 2024 erfasst wurden. Unter „Sonstige“ fallen die Arten Wanderfalke, Graureiher, Habicht, Fischadler, Sperber, Weißstorch, Kornweihe und Zwergadler.

Art	Anzahl LRF-Tracks	Art	Anzahl LRF-Tracks
Mäusebussard	362	Schwarzmilan	29
Rotmilan	327	Rohrweihe	27
Wespenbussard	162	Baumfalke	12
Schwarzstorch	39	Sonstige	18

Die beiden Kamerasysteme (IDF Nord und IDF Süd) wurden nach der Abschaltung im Winter am 12.02.2024 in Betrieb genommen. Bedingt durch Kabelarbeiten waren die Systeme vom 22.05. bis 23.05.24 14:00 nicht in Betrieb. Die drei Windenergieanlagen wurden nacheinander zum 29.02., 13.03. und 11.04.2024 in Betrieb genommen. Die Realabschaltung der Anlagen durch die IDF-Systeme war entsprechend der Auflagen im Genehmigungsbescheid ab dem 15.03.2024 um 21:00 bis zum 15.08.2024 grundsätzlich aktiviert. Jedoch waren die WEA zu Beginn dieses Zeitraums bedingt durch Testbetriebsphasen und technische Probleme noch nicht voll funktionsfähig, weshalb sie vor allem in der Zeit von Mitte März bis Ende Mai über längere Phasen stillstanden. Ab etwa Ende Mai (KW 21) waren die WEA laut Betreiber voll funktionsfähig. Basierend auf den vorliegenden Daten zu den Rotordrehzahlen wurden die Zeitanteile quantifiziert, in denen sich die WEA während der 28 Beobachtungstermine in 2024 im laufenden Betrieb befanden. Eine Übersicht dazu zeigt Abb. 1. In den blauen Balken ist die aufsummierte Zeit pro Termin dargestellt, in der sich die einzelnen WEA mit mindestens einer Umdrehung pro Minute gedreht haben. Die hellgrauen Abschnitte bilden die Zeitanteile ab, bei der die Windgeschwindigkeit über 2,5 m/s lag, was der Einschaltgeschwindigkeit der Anlagen entspricht. Während der Termine von März bis Anfang Juni (bis einschließlich 04.06.2024) standen die Anlagen den überwiegenden Teil der Beobachtungszeit still. Die Anzahl der Beobachtungstage, an denen sich die Anlagen über mindestens die Hälfte der Beobachtungszeit gedreht haben, lag für WEA1 bei elf, für WEA2 bei 16 und für WEA3 bei 15 Tagen. Insgesamt fand nur etwa die Hälfte der Beobachtungszeit in Zeiträumen mit drehenden Anlagen statt.

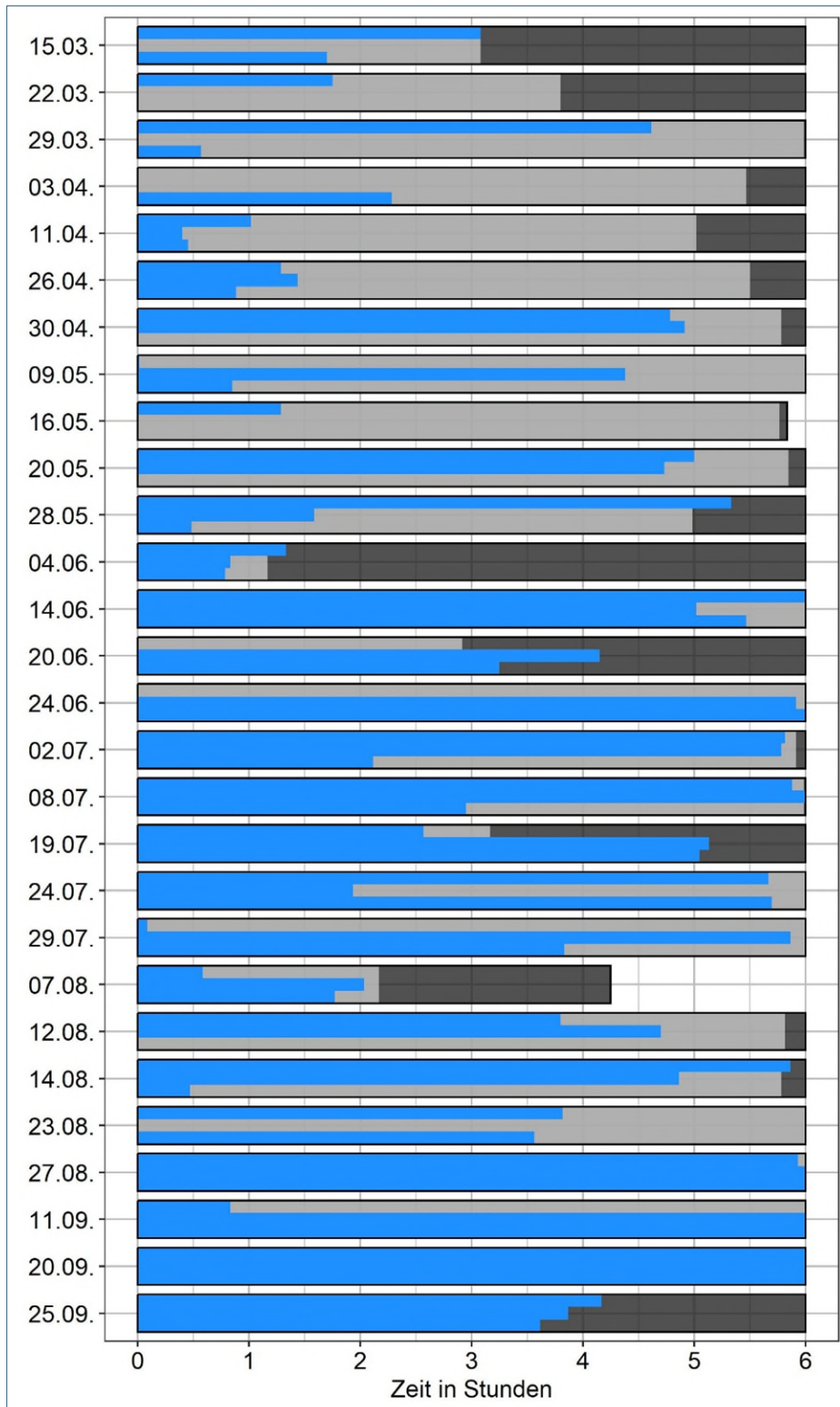


Abb. 1:  
Darstellung der Betriebszeiten der drei WEA an den ornithologischen Beobachtungsterminen 2024. Jeder Balken steht für einen Termin mit sechs Stunden Beobachtungszeit (an zwei Terminen musste der Beobachtungstermin wetterbedingt (Gewitter) früher beendet werden). Die hellgrauen Bereiche markieren den Zeitananteil mit Windgeschwindigkeiten über 2,5 m/s (Schwellenwert ab dem die WEA beginnt sich zu drehen). Die dunkelgrauen Bereiche markieren Zeitananteile unter 2,5 m/s Windgeschwindigkeit. Innerhalb der Balken ist in blau die Zeit dargestellt, in der sich die WEA mit über einer Umdrehung pro Minute drehen (WEA1 oben, WEA2 Mitte und WEA 3 unten).



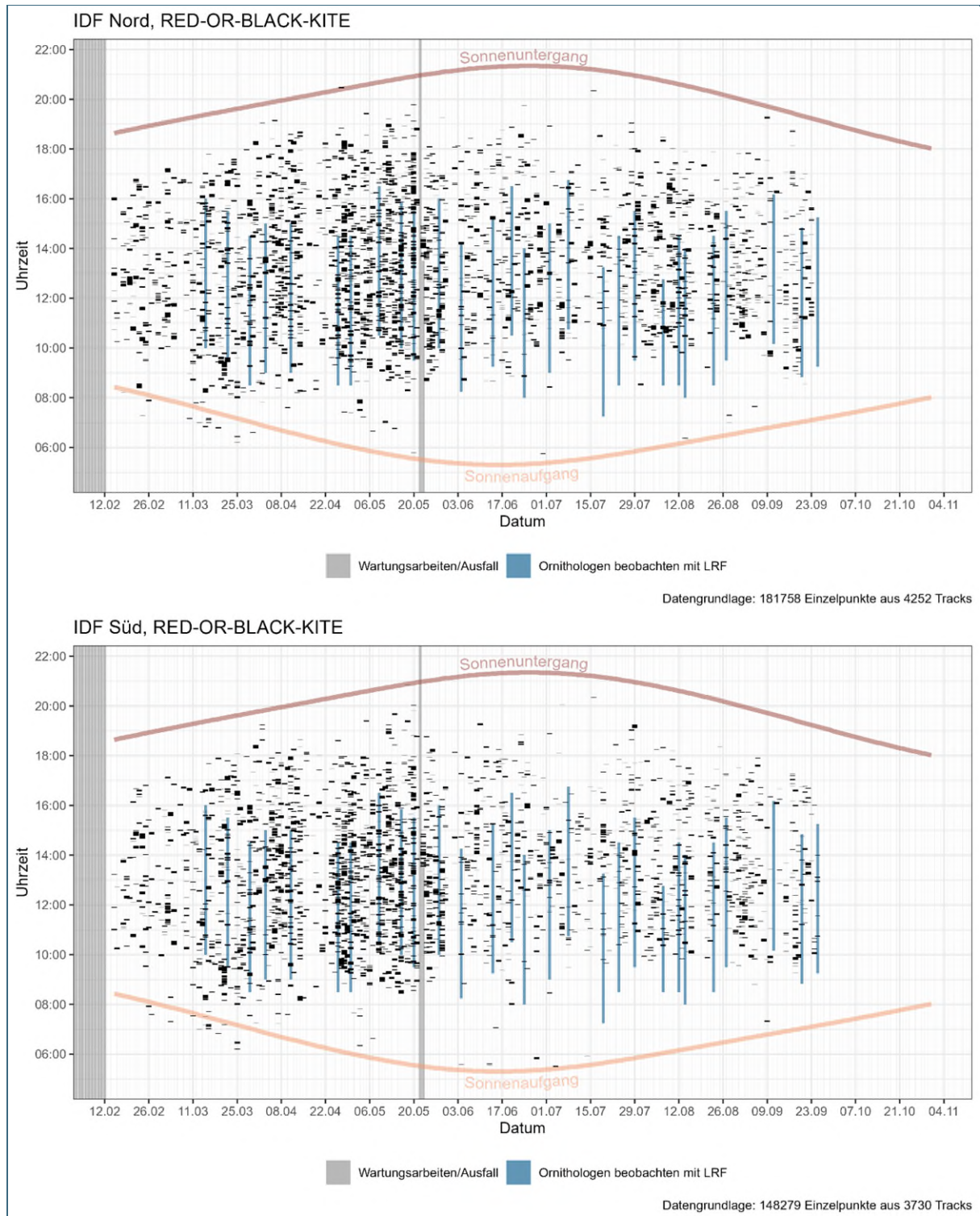


Abb. 2: Übersicht über die Beobachtungssaison 2024. Dargestellt sind die von IDF aufgezeichneten Datenpunkte der Kategorie „RED-OR-BLACK-KITE“ in schwarz, Ausfallzeiten der Kamerasysteme in grau, sowie die Zeitfenster der ornithologischen Beobachtungen in blau.

Abb. 2 bietet eine Übersicht über die Erfassungszeiträume der Ornithologen und IDF-Systeme für die Beobachtungssaison 2024. An der zeitlichen Verteilung der IDF-Daten mit Klassifizierung „RED-OR-BLACK-KITE“ lassen sich Aktivitätsmuster dieser Vogelarten erkennen. Im Tagesverlauf lag die

meiste Aktivität im Zeitraum zwischen 10:00 und 16:00 Uhr. Im Jahresverlauf lagen die Hauptaktivitätszeiten im Vorjahr 2023 zwischen Anfang Mai und Anfang Juli (LfU 2023). 2024 wurde zunächst eine hohe Aktivität im Mai beobachtet, die jedoch ab Beginn der Aufzuchtzeit Ende Mai deutlich zurückging und bis zum Herbst auf niedrigem Niveau blieb. Dies könnte einerseits auf die Inbetriebnahme der WEA zurückzuführen sein, die sich ab Anfang Juni regelmäßig drehten und möglicherweise zu Meideverhalten bei Rotmilanen führten. Andererseits kann auch die nasskalte Witterung zur Brutzeit im Frühjahr 2024 den Bruterfolg beeinträchtigt haben, wodurch in der Aufzuchtzeit weniger Nahrungsflüge stattfanden. Fundierte Aussagen zur jahreszeitlichen Flugaktivität bei laufenden WEA müssen weitere Untersuchungen belegen.

## 3 Auswertungen und Zwischenergebnisse

### 3.1 Leistungsfähigkeit der Kamerasysteme

#### 3.1.1 Zeitliche Abdeckung

Für die Berechnung der zeitlichen Abdeckung wurden alle außerplanmäßigen Ausfälle und Wartungsarbeiten an den IDF-Systemen berücksichtigt (vgl. LfU 2023). Geplante Stromabschaltungen bedingt durch Bau- und Wartungsarbeiten wurden ausgeschlossen. Im Jahr 2024 kam es zu keinen außerplanmäßigen Ausfällen. So ergibt sich für den bisherigen Betriebszeitraum von IDF Nord eine zeitliche Abdeckung von bisher 100 % und von IDF Süd eine zeitliche Abdeckung von 97 %. Gemäß den Anforderungen des Kompetenzzentrums für Naturschutz und Energiewende (KNE) zur Anwendbarkeit von Antikollisionssystemen (AKS) sollte die zeitliche Abdeckung möglichst hoch sein, ein genauer Schwellenwert ist nicht festgelegt (Bruns et al. 2021).

#### 3.1.2 Erfassungsrate

Die Auswertung der Erfassungsrate erfolgte durch den Abgleich der IDF-Daten mit Referenzdaten aus den ornithologischen Beobachtungen, die mit Laser Range Findern erhoben wurden. Für die Überprüfung räumlicher und zeitlicher Übereinstimmung von IDF- und LRF-Daten wurde ein vom Büro Oeko-For GbR entwickeltes Visualisierungstool genutzt, mit dem die Flüge der ornithologischen Beobachtungen einzeln betrachtet und zeitgleich aufgetretene IDF-Tracks interaktiv dargestellt werden können. Für die Auswertung wurden 68 Beobachtungstermine mit jeweils 6 Stunden Beobachtungszeit im Zeitraum August 2022 bis September 2024 berücksichtigt. Flüge, die weniger als drei Datenpunkte umfassten oder außerhalb des 750 m Sichtbereichs der IDF-Türme lagen, wurden ausgeschlossen. Abzüglich dieser Fälle verblieben insgesamt 708 für IDF sichtbare Flüge, davon 212 von Rotmilanen und 16 von Schwarzmilanen. In 49 Fällen wurde von IDF zeitgleich und in räumlicher Nähe ein anderer Vogel der Kategorie „RED-OR-BLACK-KITE“ oder „PROTECTED“ verfolgt, sodass der von den Ornithologen erfasste Flug nicht detektiert wurde. Diese Flüge blieben für die Berechnung der Erfassungsrate unberücksichtigt, entsprechend der Methodik in Reichenbach et al. (2021). Hintergrund ist, dass es in diesen Fällen trotz fehlender Detektion aufgrund des anderen erfassten Individuums dennoch zur Abschaltung gekommen wäre. Die Erfassungsrate berechnet sich demnach aus der Anzahl der von IDF erfassten Tracks in Relation zur Anzahl gültiger Tracks (Tab. 2). Gültige Tracks von Rot- und Schwarzmilanen, die nicht durch IDF erfasst wurden, befanden sich meist entweder nah an der Grenze des Sichtbereiches von IDF (750 m Radius) oder flogen in niedriger Höhe unterhalb des Abschaltzylinders. Ein weiterer Grund für nicht erfasste Flüge ist, dass zeitgleich oder kurz vorher andere Vögel (nicht-Zielarten, beispielsweise Bussarde) vom System verfolgt wurden, die sich in größerer Nähe zur WEA aufhielten. In einzelnen Fällen wurden Rotmilane zwar vom System erfasst, jedoch nicht zeitgleich zur Beobachtung der Ornithologen, sondern kurz davor oder danach.

Tab. 2: Berechnung der Erfassungsrate für ausgewählte Arten. Diese ergibt sich aus dem Anteil der von IDF erfassten Tracks geteilt durch die Anzahl gültiger Tracks. Die Anzahl gültiger Tracks ergibt sich aus der Anzahl für IDF sichtbarer Tracks abzüglich der Fälle, bei denen IDF zeitgleich eine andere Zielart verfolgt hat.

Von Ornithologen erfasste Art	Für IDF sichtbare Tracks	Gültige Tracks	Von IDF erfasst	Von IDF nicht erfasst	Erfassungsrate
Rot- und Schwarzmilan (Summe)	228	208	190	18	91 %
Nur Rotmilan	212	193	176	17	91 %
Wespenbussard	110	104	88	16	85 %
Schwarzstorch	22	20	20	0	100 %
Alle Arten	708	659	584	75	89 %

### Erfassungsrate bei multiplen Flügen

Im Rahmen der ornithologischen Beobachtungen wurden bei hoher Flugaktivität zeitgleich zwei Laser Range Finder eingesetzt, was die Erfassung multipler Flugereignisse (zwei Flüge gleichzeitig) ermöglichte (Tab. 3). Bisher konnten 102 Stichproben gesammelt werden, bei denen zwei Vögel gleichzeitig erfasst wurden. In 66 % der Fälle ( $n = 67$ ) wurden jeweils beide Flüge von IDF erfasst. Bei 38 gleichzeitigen Flugereignissen war mindestens ein Rot- oder Schwarzmilan beteiligt. In dieser Stichprobe wurden in 24 Fällen (63 %) beide Flüge von IDF erfasst. In 22 Fällen wurden zwei Rotmilane gleichzeitig beobachtet. In der Hälfte dieser Fälle ( $n = 11$ ) wurden beide Individuen von IDF erfasst. Die übrigen 11 nicht erfassten Rotmilane flogen meist in großer Höhe oder an der Grenze des Sichtbereiches der IDF-Systeme und somit außerhalb des Abschaltzylinders oder wurden von IDF nicht priorisiert, da das System für das jeweils andere Individuum, das zeitgleich erfasst wurde, bereits ein Abschaltsignal ausgelöst hatte. Teilweise flogen die Individuen auch sehr nah beieinander. Für das Auslösen des Abschaltsignals reicht es jedoch aus, wenn einer der beiden Vögel erfasst wird. In vier Fällen wurde keiner der beiden Flüge erfasst, darunter ein Rotmilanflug. In diesem Fall wurde vom System ein anderer Rotmilan erfasst, der wiederum von den Ornithologen nicht gesehen wurde.

Tab. 3: Berechnung der Erfassungsrate bei gleichzeitig zwei Flugereignissen. Die Erfassungsrate gleichzeitiger Flüge ergibt sich aus der Anzahl der Fälle, in denen beide Flüge von IDF erfasst wurden im Verhältnis zur Gesamtzahl an Fällen.

Gleichzeitige Flüge	Anzahl Fälle	Beide Flüge erfasst	Nur 1 Flug erfasst	Kein Flug erfasst	Anzahl nicht erfasster Rotmilane	Erfassungsrate gleichzeitiger Flüge
Zwei Rotmilanflüge	22	11	11	0	11	50 %
Zwei Flüge mit mindestens einem Rot- oder Schwarzmilan	38	24	13	1	1	63 %
Zwei Flüge ohne Zielart	64	43	18	3	-	67 %
Gesamt	102	67	31	4	12	66 %

In der Darstellung in Tabelle 3 wird nicht unterschieden, ob zwei Flüge von nur einem oder zwei verschiedenen Kamerasystemen (IDF Nord und Süd) erfasst wurden. Differenziert man dies für die 67 Fälle, in denen beide Flüge erfasst wurden, wurden 41 von nur einem System und 26 von zwei Systemen erfasst.

Zusätzlich zu den in Tabelle 3 dargestellten 102 Fällen, die mit zwei LRFs erfasst wurden, wurde bei allen anderen LRF-Tracks vermerkt, ob sich ein oder mehrere weitere Vögel im beobachteten Bereich befanden, auch wenn diese nicht mit einem zweiten LRF erfasst wurden. Zählt man diese notierten



Fälle noch hinzu, so kommt man auf insgesamt 143 Fälle, in denen zeitgleich ein weiterer Vogel entweder durch den zweiten LRF erfasst oder zumindest notiert wurde. Gemessen an der Gesamtzahl bisher erfasster LRF-Tracks ergibt sich ein Anteil multipler Flüge von 15 %. Meist wurden zwei zeitgleiche Flüge beobachtet oder vermerkt, in fünf Fällen drei, selten vier oder mehr.

In einem zweiten Ansatz wurde der Überlappungsbereich der beiden IDF Systeme genutzt, um zu bewerten, ob Rotmilane bei multiplen Flügen vollständig erfasst wurden. Dazu wurden 233 IDF-Tracks ausgewertet, die im Sichtbereich beider Kamerasysteme (Überlappungsbereich) lagen (Abb. 3). Bei jedem Track wurde vermerkt, ob dieser von nur einem oder von beiden Systemen erfasst wurde. Wurde ein Track nur von einem System erfasst, wurde zusätzlich vermerkt, ob zeitgleich ein weiterer Vogel vom jeweils anderen System erfasst wurde. Im Ergebnis wurden 177 Flüge (73 %) im Überlappungsbereich von beiden IDF-Systemen erfasst. 62 Flüge wurden von nur einem System erfasst, davon wurde in 40 Fällen vom jeweils anderen System zeitgleich ein anderer Vogel verfolgt, bei den übrigen 22 Flügen konnte keine Ursache identifiziert werden, warum sie nicht erfasst wurden.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die IDF-Systeme grundsätzlich in der Lage sind, zeitgleiche Flüge zu erfassen. Jedoch können Flüge in bestimmten Situationen auch übersehen werden. Durch den Einsatz mehrerer Systeme mit überlappenden Sichtbereichen können multiple Flüge zu einem höheren Anteil erfasst werden. Für die Wirksamkeit des Systems ist jedoch nicht unbedingt notwendig, dass multiple Flüge möglichst vollständig erfasst werden. Vielmehr ist entscheidend, dass ein rechtzeitiges Abschaltsignal für einen Flug erfolgt, der sich auf die WEA zubewegt. Die bisherigen Auswertungen zeigen, dass das System Vögel, die sich näher an der WEA befinden, priorisiert, so dass bei Gefahr für den Vogel ein Abschaltsignal ausgelöst wird. Hinzu kommt, dass durch ein ausgelöstes Abschaltsignal automatisch alle anderen Vögel, die sich zeitgleich im entsprechenden Bereich befinden, vor einer Kollision geschützt sind, auch wenn diese nicht erfasst wurden. Die Frage ob und wann ein Abschaltsignal ausgelöst wurde, muss daher bei Bewertung der Systemleistung hinsichtlich multipler Flüge berücksichtigt werden. Einen Ansatz hierzu liefert der kürzlich erschienene Fachkonventionsvorschlag „[Prüfrahmen für Antikollisionssysteme](#)“ des Landes Schleswig-Holstein, in dem für priorisierende AKS die sogenannte „Schutzrate“ definiert wird. Die Ergebnisse zur Berechnung der Schutzrate werden im nächsten Zwischenbericht berücksichtigt.

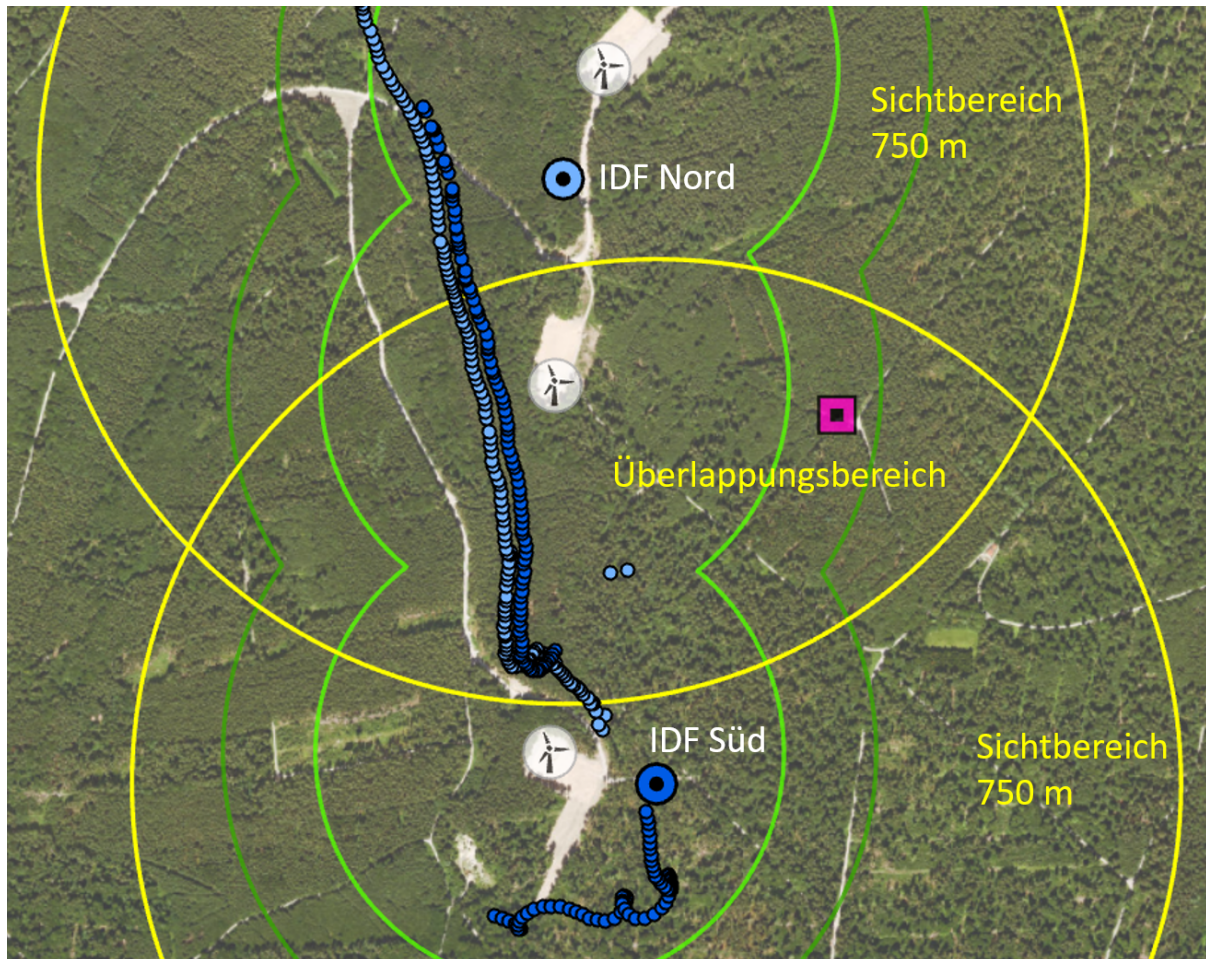


Abb. 3: Beispielflug eines Rotmilans, der durch den Überlappungsbereich der Sichtradien beider IDF Systeme führt. Der Flug startet im Süden und wird zunächst nur vom dortigen System erfasst, im Überlappungsbereich wird er von beiden Systemen erfasst.

### 3.2 Wirksamkeit und Effizienz der Systemreaktion

Um die Wirksamkeit der Abschaltensignale zu bewerten, wurden rund 5.000 virtuelle Abschaltensignale aus dem Zeitraum August 2022 bis Juli 2024 analysiert. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des vom Büro OekoFor GbR entwickelten Tools, mit dem sich einzelne Abschaltereignisse mit den zum Zeitpunkt der Abschaltung erfassten Flugbewegungen interaktiv darstellen lassen (Abb. 4). Bei jedem Abschaltensignal wurde soweit möglich bestimmt, welche Vogelart das Signal verursacht hat. Wann immer möglich, wurde zwischen Rot- und Schwarzmilanen unterschieden, bei Bussarden wurde nicht auf Art-niveau differenziert. 66 % (3.286) der betrachteten Abschaltensignale wurden von Rot- oder Schwarzmilanen ausgelöst, 24 % (1.184) von Bussarden oder weiteren Greifvogelarten, die häufig als „PROTECTED“ klassifiziert werden. Der übrige Anteil wurde von anderen Vogelarten wie z. B. Schwarzstörchen oder Graureihern verursacht, aufgrund ihrer Größe ebenso in die Kategorie „PROTECTED“ fallen (Abb. 5).

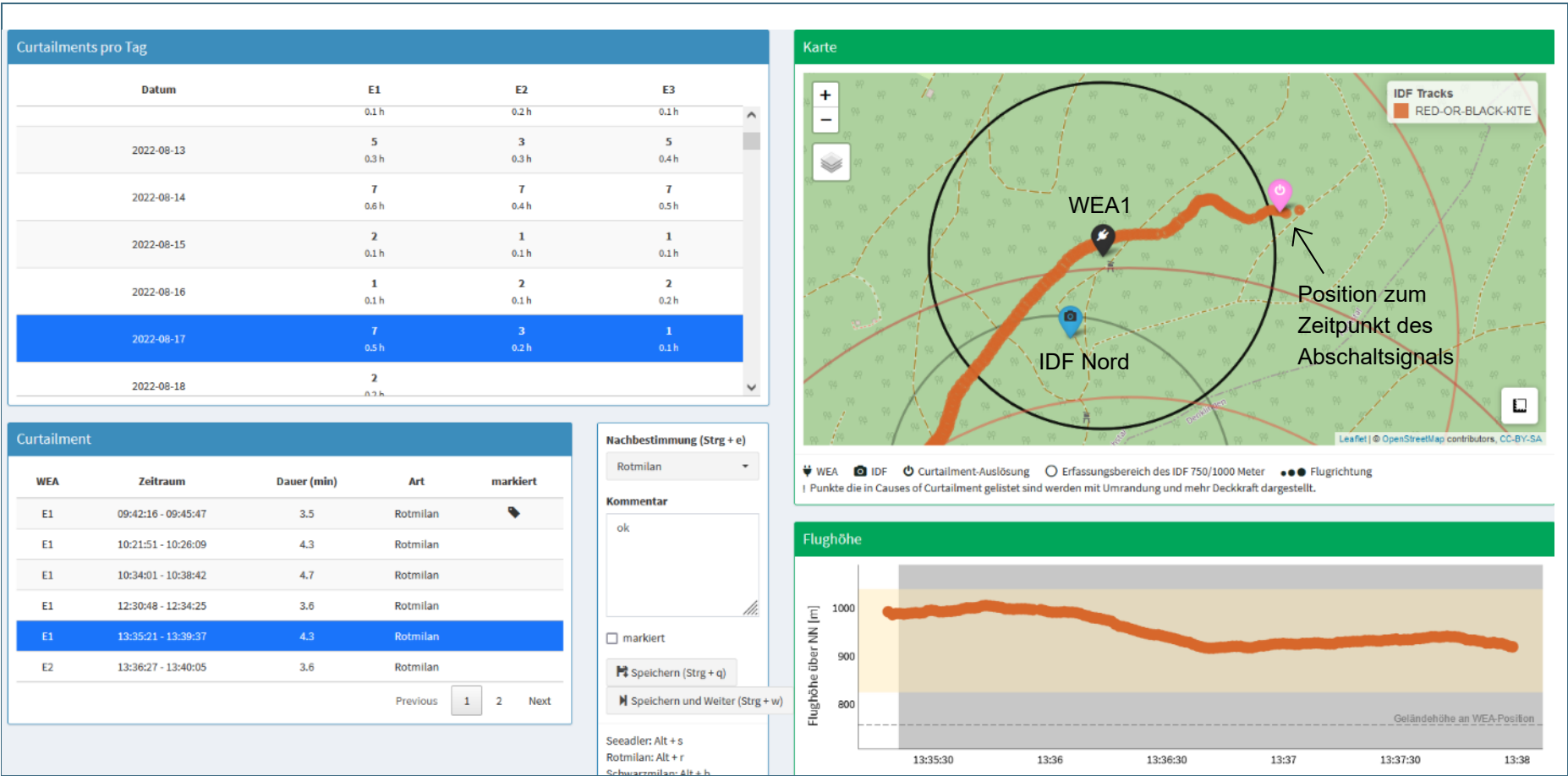


Abb. 4: Oberfläche des Visualisierungstools mit Auswahlmöglichkeit einzelner Abschaltensignale nach Datum (links oben) und Uhrzeit (links unten) sowie Kartendarstellung (rechts oben) und Höhenprofil (rechts unten) der Flugbewegungen im Zeitfenster der Abschaltung. In diesem Beispiel erfolgte das Abschaltensignal (rosa Marke) rechtzeitig kurz vor Eintritt eines Rotmilans in den inneren Abschaltzylinder.

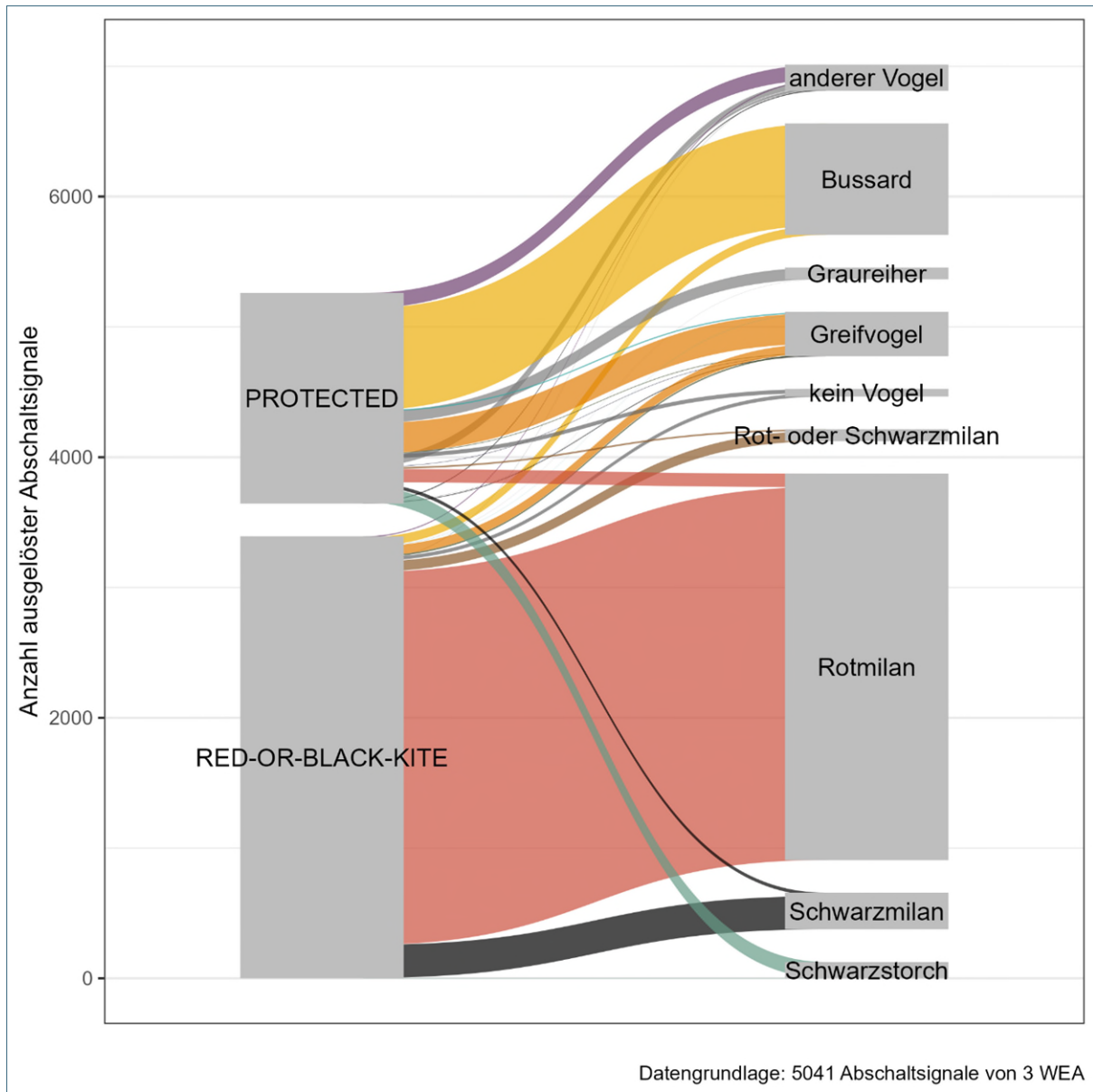


Abb. 5: Verteilung der Vogelarten, die zu Abschaltereignissen geführt haben (links: Klassifikation durch IDF, rechts: nachbestimmte Arten).

Bei allen für Rot- oder Schwarzmilane ausgelösten Abschaltensignalen wurde bewertet, ob diese rechtzeitig oder verspätet erfolgten. Grundlage hierfür war die Position des entsprechenden Vogels zum Zeitpunkt der Abschaltung. Befand sich dieser bei der Abschaltung bereits innerhalb des inneren Abschaltzylinders, wurde das Signal als verspätet gewertet. Dabei wurde an den seitlichen Grenzen des Abschaltzylinders ein horizontaler Pufferbereich von 25 m und an der Obergrenze ein vertikaler Puffer von 10 m berücksichtigt (vgl. Reichenbach et al. 2021). An der Untergrenze zum inneren Abstandszylinder wurde kein Puffer berücksichtigt, da der Rotorbereich der Anlagen (86 m über Gelände) bereits 18 m oberhalb der Grenze zum inneren Abstandszylinder (68 m über Gelände) beginnt. Bei verspäteten Abschaltensignalen wurden mögliche Ursachen und Umstände zum Zeitpunkt der Abschaltung vermerkt.



Die Rate verspäteter Abschaltungen beträgt für Rotmilane 21 % und für Schwarzmilane 32 % (Tab. 4). Entsprechend liegt die Rate rechtzeitiger Abschaltungen für Rotmilane bei 79 % und für Schwarzmilane bei 68 %. Die Ursachen für verspätete Abschaltensignale liegen meist in der Detektion. In diesen Fällen werden Flüge erst dann erfasst, wenn sie sich schon innerhalb des Abschaltzylinders befinden, sodass frühestens ab diesem Zeitpunkt ein Abschaltensignal gesendet werden kann. Teilweise werden Flüge bereits zu einem früheren Zeitpunkt vom System erfasst und später kurzzeitig verloren, sodass sie bei Eintritt in den Abschaltzylinder nicht gesehen werden. Eine verspätete Klassifizierung spielt bei Rotmilanen eine eher geringe Rolle, während gut ein Drittel der verspäteten Abschaltungen bei Schwarzmilanen durch verspätete Erkennung erklärt werden konnte, was sich aus der etwas geringeren Klassifizierungsrate für diese Art begründet (vgl. LfU 2023).

Tab. 4: Anteile verspäteter Abschaltensignale durch verspätete Erfassung und Klassifikation.

	Rotmilan	Schwarzmilan	Gesamt
<b>Abschaltensignal verspätet</b>	<b>21 %</b>	<b>32 %</b>	<b>22 %</b>
verursacht durch verspätete oder kurzzeitig ausgesetzte Erfassung	93 %	80 %	91 %
verursacht durch verspätete Klassifikation	13 %	36 %	17 %

Mögliche Gründe für eine verspätete Erfassung wurden, soweit nachvollziehbar, bei der Auswertung vermerkt. Diese umfassten folgende Situationen:

1. Es befanden sich weitere Vögel im Sichtbereich von IDF, die zunächst vom System priorisiert wurden. Dies wurde bei 33 % der verspätet erfassten Flüge festgestellt.
2. Die Zielarten flogen auf niedriger Höhe oder waren zuvor aus dem Wald aufgestiegen. Dies wurde in 11 % der Fälle beobachtet.
3. Die Zielarten flogen nah an den Kameratürmen vorbei und befanden sich somit in einem Bereich, in dem sie von IDF nicht oder nur schwer erfassbar sind (vgl. Kap. 3.2 in LfU 2023). Dies wurde in 8 % der Fälle als Ursache vermerkt.

In Einzelfällen kam es zu verspäteter Erfassung der Zielarten, da zeitweise die Befeuerung der WEA von IDF erfasst wurde. Diese Fälle sind jedoch selten und bisher ist es dadurch nicht zu gefährlichen Flügen gekommen. In 47 % der verspätet erfassten Fälle konnte keine Ursache gefunden werden.

Verpätete Abschaltensignale resultieren nicht zwingend in gefährlichen Flügen im Rotorbereich. Tatsächlich führten nur 4 % der Flüge, für die das Abschaltensignal verspätet erfolgte, in den Nahbereich der WEA. Bisher wurden zwei gefährliche Flüge im Nahbereich identifiziert, die durch eine verspätete Abschaltung bedingt waren (Kap. 3.5). Für belastbare Ergebnisse über die Häufigkeit gefährlicher Flüge bedingt durch verspätete Abschaltungen sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, da durch Verzögerungen bei der Inbetriebnahme der WEA noch Daten zum Realbetrieb im Zeitraum März bis Mai fehlen.

### 3.3 Meideverhalten von Rotmilanen

Um mögliches Meideverhalten von Rotmilanen zu untersuchen, wurde zunächst die Gesamtaktivität (Anzahl Datenpunkte mit Klassifikation „RED-OR-BLACK-KITE“ im Erfassungsbereich von IDF Nord) zwischen den Jahren 2023 und 2024 über die Brutzeitphasen verglichen. Während sich zur Balz- und Brutzeit bis Ende Mai nur geringe Unterschiede in der Flugaktivität zeigten, fiel die Aktivität zur Aufzuchtzeit 2024 deutlich geringer aus als im Jahr davor. Der Beginn der Aufzuchtzeit deckt sich in etwa

mit dem Zeitpunkt ab dem die WEA regelmäßig in Betrieb waren. Ein Einfluss des Betriebs der WEA ist also grundsätzlich möglich. Die verringerte Aktivität kann allerdings auch durch andere Ursachen bedingt sein. So kann es durch nasskalte Witterung im Frühjahr zu geringerem Bruterfolg gekommen sein, und in der Folge zu einer geringeren Anzahl von Nahrungsflügen im Untersuchungsgebiet zur Aufzuchtzeit als im Vorjahr.

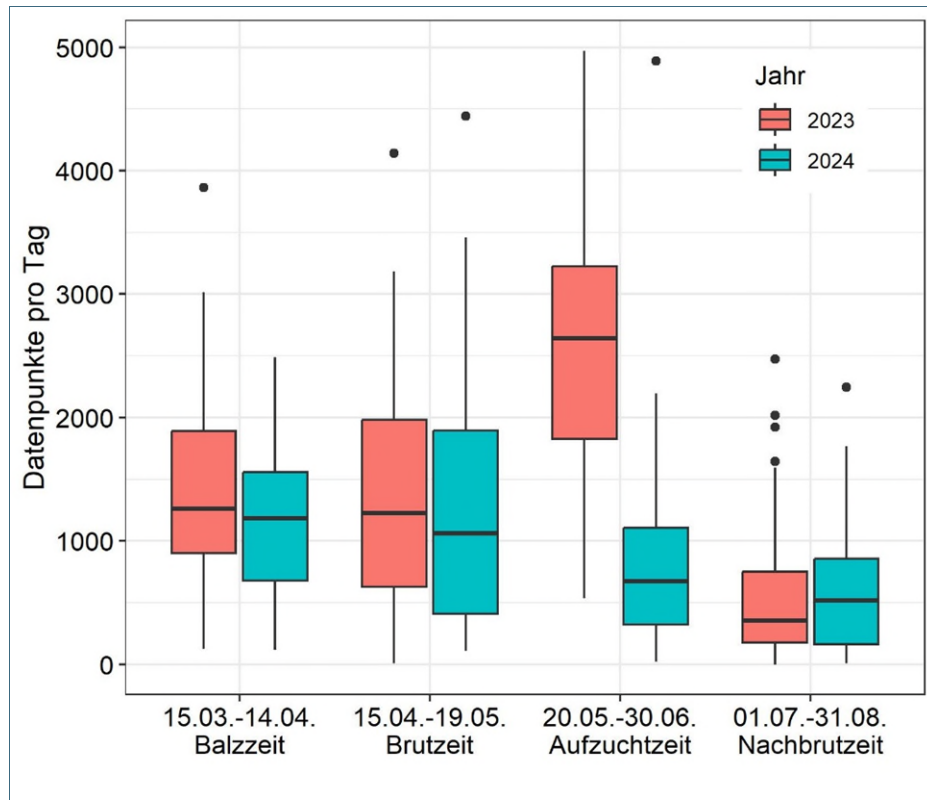


Abb. 6: Boxplot zur Verteilung der Datenpunkte mit Klassifikation „RED-OR-BLACK-KITE“ im Erfassungsbereich von IDF Nord über die Brutzeitperioden 2023 und 2024. Dargestellt sind Median (schwarze Linie), Interquartilsabstand (farbige Box; enthält 50 % der Daten) sowie das jeweils unteren und oberen Quartil (senkrechte Linien). Datenpunkte, die mehr als das 1,5-fache des Interquartilsabstands vom Median abweichen, werden als Ausreißer (Punkte) dargestellt.

In einem zweiten Ansatz wurden räumliche Muster in den IDF-Daten ausgewertet, um Rückschlüsse auf mögliches Ausweichverhalten ziehen zu können. Dazu wurde die Punktdichte pro Luftvolumen in Distanzklassen von 25 m zur WEA berechnet. Dabei wurde zwischen drei Höhenstufen (oberhalb, unterhalb und auf Rotorhöhe) und vier Zeitfenstern unterschieden, um die Bau- und Betriebszeit der WEA abzugrenzen (Abb. 7).

Allgemein verringert sich die Aktivitätsdichte von Rotmilanen mit abnehmender Distanz zur WEA, es gibt jedoch Unterschiede zwischen den beiden Anlagen: Bei WEA1 zeigte sich bereits in der Bau-phase sowie ab Inbetriebnahme ein Abfall der Punktdichte ab etwa 200 m Distanz zur Anlage. Dieser Effekt zeigte sich nicht nur auf Rotorhöhe, sondern besonders ausgeprägt vor allem unterhalb der Rotorhöhe. Die Aktivitätskurven oberhalb der Rotoren zeigen hingegen nur wenig Veränderung. Eine mögliche Erklärung kann sein, dass Rotmilane Hindernisse, die sich über Ihnen befinden, schlechter einsehen können und als größere Gefahr wahrnehmen, als Objekte, die vor oder unter ihnen liegen. Bei WEA2 nimmt die Punktdichte zur Anlage hin ebenfalls ab, jedoch erst ab einem Abstand von 100 bis 150 m, wo die maximale Punktdichte erreicht wird. Möglicherweise gibt es in diesem Bereich eine häufig genutzte Flugroute, aus denen die hohen Punktdichten in der Nähe der Anlage resultieren. Ab Inbetriebnahme von WEA2 ist die Punktdichte in diesem Bereich auf Rotorhöhe jedoch deutlich verringert. Dies deutet darauf hin, dass wichtige Flugrouten auch nach dem Bau von WEA weiterhin genutzt werden, jedoch wird der Rotorbereich weiträumig gemieden, sobald die Anlagen beginnen sich zu drehen. Bei WEA3 (die südlichste der drei Anlagen) ist ein Vergleich zu WEA1 und WEA2 aufgrund einer

längeren Ausfallzeit von IDF Süd während der Bauphase nur eingeschränkt möglich, weshalb die Veränderung der Punktdichte im Nahbereich von WEA3 in Abb. 7 nicht dargestellt ist. Der Vergleich der Punktdichten für alle drei Anlagen über einen längeren Zeitraum ab Inbetriebnahme erfolgt im nächsten Zwischenbericht.

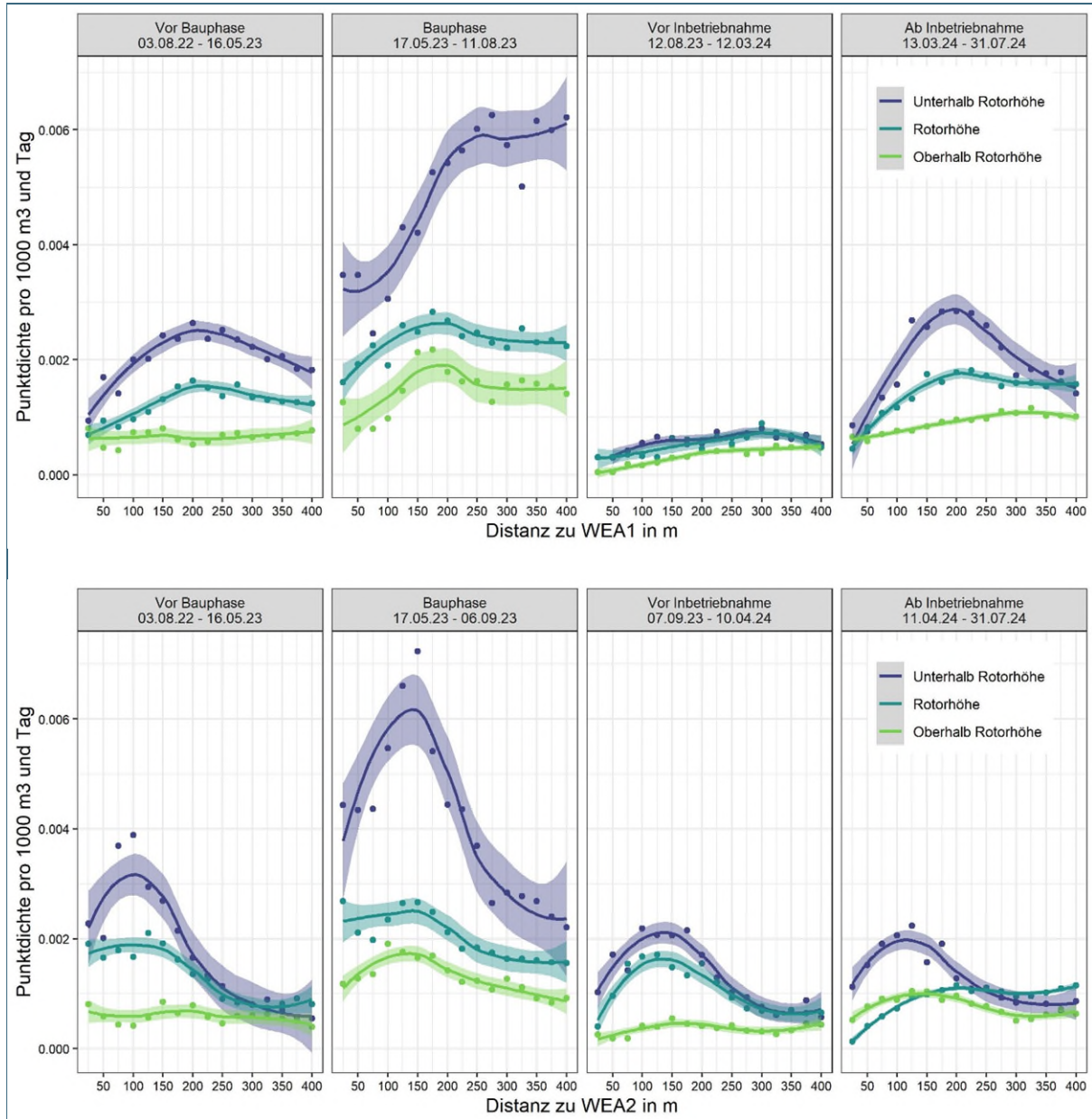


Abb. 7: Veränderung der Punktdichte mit der Distanz zu WEA1 (oben) und WEA2 (unten), berechnet für vier Zeitfenster und drei Höhenstufen (oberhalb, unterhalb und auf Höhe der Rotoren). Die Punktdichte ergibt sich aus der Anzahl der IDF-Datenpunkte mit Klassifikation „RED-OR-BLACK-KITE“ für die jeweilige Kombination aus Distanzklasse und Höhenstufe, geteilt durch das verfügbare Luftvolumen und die Anzahl der Tage im jeweiligen Zeitraum. Das erste Zeitfenster (Vor Bauphase) reicht vom Zeitpunkt ab dem IDF-Daten verfügbar waren bis zu Baubeginn des WEA-Turms. In diesem Zeitfenster haben jedoch bereits Erdarbeiten am Boden stattgefunden. Das Zeitfenster „Vor Inbetriebnahme“ beschreibt die Zeit von der Fertigstellung der WEA bis zur Inbetriebnahme. Innerhalb dieses Zeitfensters wurden aufgrund von Transportschäden die Rotorblätter der WEA ausgetauscht werden.

Bei Betrachtung der Flughöhenverteilung finden sich Hinweise auf vertikales Ausweichverhalten. So fielen die durchschnittlichen Flughöhen 2024 in den Monaten Mai bis Juli deutlich höher aus als im Vorjahr (Abb. 8). Im Juli 2024 verlief der Großteil der Flüge oberhalb der Rotorhöhe. Die Verlagerung der Flughöhen nach oben passt zur Beobachtung, dass der Nahbereich der WEA vor allem unterhalb der Rotorunterkante stärker gemieden wird, sodass ein Ausweichen nach oben plausibel erscheint. Ob die räumlichen Veränderungen in der Aktivitätsdichte zufällige oder dauerhafte Effekte durch den Betrieb der WEA sind, müssen weitere Untersuchungen mit Berücksichtigung der kommenden Untersuchungsjahre zeigen.

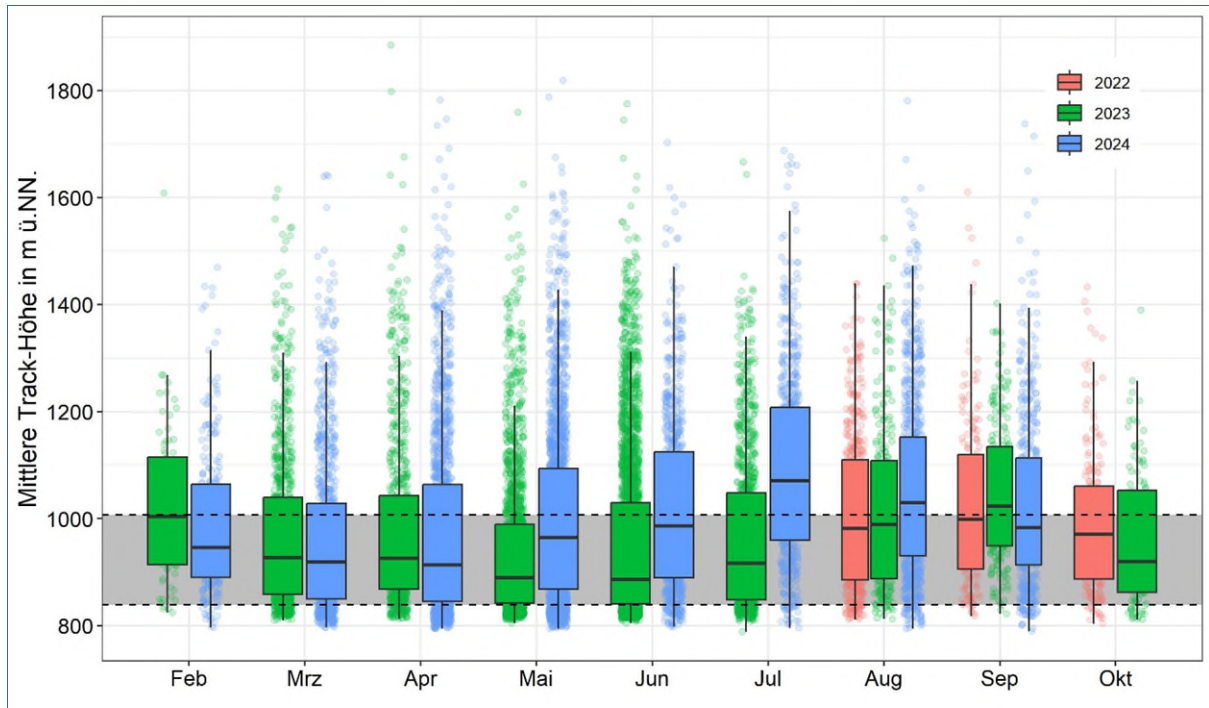


Abb. 8: Verteilung der Flughöhen im Jahresverlauf. Dargestellt sind Median (schwarze Linie), Interquartilsabstand (farbige Box; enthält 50 % der Daten) sowie das jeweils unteren und oberen Quartil (senkrechte Linien). Datenpunkte, die mehr als das 1,5-fache des Interquartilsabstands vom Median abweichen, werden als Ausreißer (Punkte) dargestellt. Die Höhe des Rotorbereichs ist grau eingefärbt und durch gestrichelte Linien begrenzt.

### 3.4 Dauer der Abschaltzeiten

Die durchschnittliche Dauer und Anzahl der virtuellen Abschaltungen pro Tag wurde exemplarisch für WEA1 (im Norden) ermittelt, um Verzerrungen durch vermehrte baubedingte Ausfallzeiten bei IDF Süd zu vermeiden. Die mittlere tägliche Abschaltzeit variierte ja nach Monat zwischen 11 und 50 min. Die tägliche Anzahl an Abschaltensignalen lag im Mittel zwischen zwei und zwölf pro Tag. Im Jahr 2024 fielen die täglichen Abschaltzeiten der Monate April bis Juli deutlich geringer aus als im Vorjahr (Abb. 9), sodass die durchschnittliche tägliche Abschaltzeit 2024 um knapp ein Drittel geringer ausfiel als 2023. Dies lässt sich zum einen auf die insgesamt geringere Aktivität von Rotmilanen in diesem Jahr zurückführen, zum Teil kann auch die Verlagerung der Flughöhen dazu geführt haben, dass mehr Flüge oberhalb der Abschaltzylinder vorbeiführten. Wie oben erwähnt, sind hierzu weitere Untersuchungen erforderlich um die weitere Entwicklung der Flugaktivität bei laufenden WEA nachzuvollziehen.



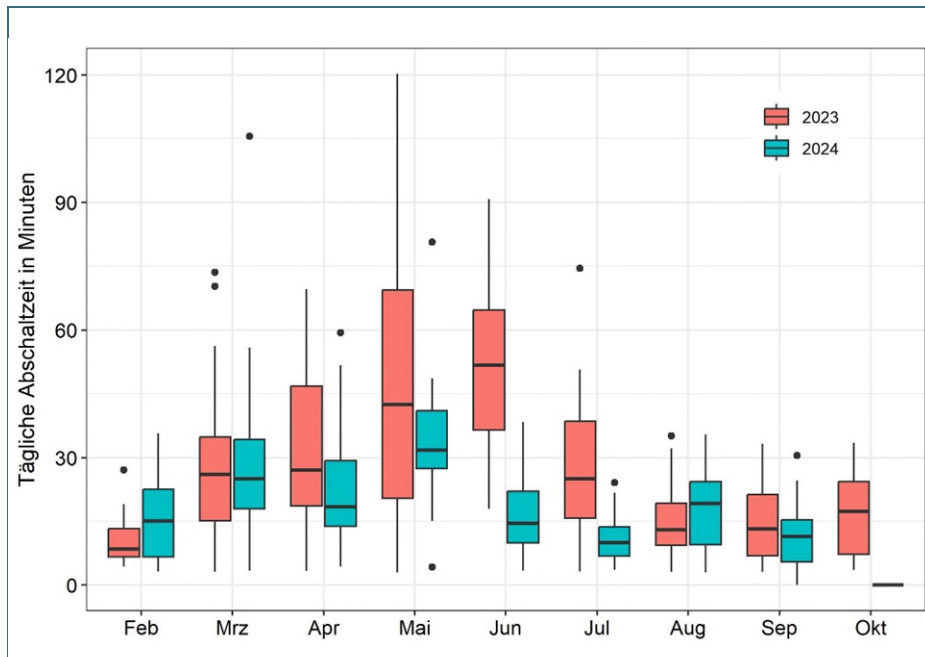


Abb. 9: Boxplot zur Verteilung der Abschaltzeiten für WEA1 im Jahresverlauf. Datengrundlage: 795 Abschaltssignale an WEA1 im Zeitraum August 2022 bis September 2023. Dargestellt sind Median (schwarze Linie), Interquartilsabstand (farbige Box; enthält 50 % der Daten) sowie das jeweils untere und obere Quartil (senkrechte Linien). Datenpunkte, die mehr als das 1,5-fache des Interquartilsabstands vom Median abweichen, werden als Ausreißer (Punkte) dargestellt.

Auch die Windgeschwindigkeit kann sich indirekt auf die täglichen Abschaltzeiten auswirken, da vor allem bei höheren Windgeschwindigkeiten weniger Flugaktivität zu erwarten ist (LfU 2023, Reichenbach et al. 2024). So sind die pro Stunde summierten Abschaltzeiten bis zu einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s sehr variabel, während sie oberhalb von 10 m/s deutlich geringer ausfallen und meist unter 10 Minuten pro Stunde bleiben (Abb. 10)

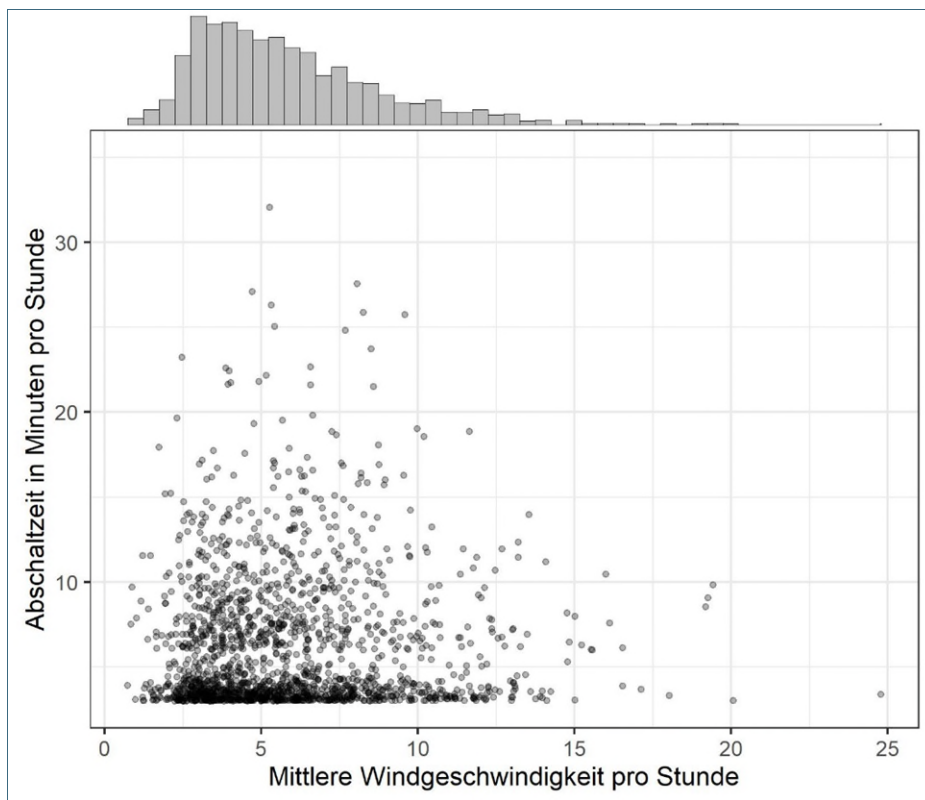


Abb. 10: Streudiagramm der stündlichen Abschaltzeit in Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit. Datengrundlage: 7.486 Stunden zwischen August 2022 und Juni 2024 (es wurden nur Stunden tagsüber berücksichtigt, in denen IDF Nord in Betrieb war). Das Histogramm oben zeigt die Verteilung der Stunden mit entsprechenden Windgeschwindigkeiten. Es sind lediglich die (teilweise virtuellen) Abschaltzeiten berücksichtigt, die in den IDF-Daten angegeben sind, unabhängig davon, ob die WEA sich bereits im Realbetrieb befand.

### 3.5 Gefährliche Flüge

Für die Untersuchung von Situationen mit hohem Kollisionsrisiko (= gefährliche Flüge) wurden alle von Ornithologen und/oder Kamerasystem aufgezeichneten Flüge von Rotmilanen analysiert, die ab Inbetriebnahme der WEA den Bereich der Rotorkugel (= Kugel mit 80 m Radius, gemessen von der Rotormitte) durchschnitten. Ein Flug wurde als gefährlich gewertet, wenn der Vogel die Rotorscheibe (= von Rotorblättern durchstrichener Bereich) durchquert oder sich der Rotorscheibe auf weniger als 20 m nähert, während die WEA sich mit mehr als einer Umdrehung pro Minute (U/min) dreht. Diese Drehzahl entspricht einer Geschwindigkeit von 30 km/h an der Rotorblattspitze<sup>1</sup>. Aus Studien zu Greifvögeln im Straßenverkehr geht hervor, dass es bereits ab dieser Geschwindigkeit zu gefährlichen Situationen kommen kann (z. B. DeVault et al. 2014). Bei allen bisher als gefährlich gewerteten Flügen lag die Drehzahl jedoch deutlich über 2 U/min. Eine Übersicht hierzu enthält Tab. 5.

Tab. 5: Auflistung der bisher als gefährlich eingestuften Flüge von Rotmilanen.

Datum und Zeit	Situation	Rotordrehzahl	Windgeschwindigkeit	Höhe relativ zur Rotormitte	Ursache
15.03.2024 08:11	Rotordurchflug	9,6 U/min	10 m/s	- 40 m	Keine Realabschaltung
06.05.2024 13:57	Rotordurchflug	6,3 U/min	5,5 m/s	+ 70 m	Verspätetes Abschaltsignal
20.05.2024 14:51	Fliegt knapp an Rotorspitze vorbei	5,8 U/min	6,5 m/s	- 20 m	Verspätetes Abschaltsignal
21.08.2024 15:22	Fliegt nah an Rotorscheibe vorbei	5,3 U/min	4,8 m/s	+ 5 m	Keine Realabschaltung
28.08.2024 12:06	Rotordurchflug	4,1 U/min	2,8 m/s	+ 40 m	Keine Realabschaltung
02.09.2024 10:42	Rotordurchflug	2,4 U/min	1,6 m/s	- 75 m	Keine Realabschaltung
11.09.2024 12:22	Fliegt nah an Rotorscheibe heran und dreht dann ab	5,4 U/min	7,3 m/s	- 20 m	Keine Realabschaltung

Bisher wurden insgesamt sieben gefährliche Flüge festgestellt, davon ereigneten sich zwei innerhalb des Zeitraums der Realabschaltung, einer kurz vorher (15.03. 08:11 Uhr) und vier danach. Eine Einschränkung bei der Bewertung gefährlicher Flüge besteht darin, dass die Rotordrehzahlen bisher nur auf Minuten gemittelt vorliegen. Die in Tab. 5 dargestellten Fälle konnten auch mit den vorliegenden Daten eindeutig als gefährlich eingestuft werden. Im Einzelfall sind jedoch sekundengenaue Daten über die Rotordrehzahlen erforderlich um sicher beurteilen zu können ob die WEA zum Zeitpunkt des Rotordurchflugs eine unkritische Geschwindigkeit erreicht hat. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Abschaltsignal verspätet erfolgt ist oder sich der Rotmilan sehr schnell (in weniger als 30 Sekunden ab Eintritt in den Abschaltzylinder) auf die Anlage zubewegt.

Teilweise können die Kamerasysteme Belege für kleinräumige Ausweichreaktionen bei Rotordurchflügen liefern. So lässt sich in Abb. 11 gut erkennen, dass der Rotmilan im Moment des Durchflugs sehr schnell die Richtung wechselt und vom Gleitflug in den Schlagflug übergeht. Auch in Abb. 12 ist ein kurzfristiger Richtungswechsel zu erkennen, nachdem der Rotmilan den Kopf schräg nach oben dreht, vermutlich da er in diesem Moment das drehende Rotorblatt lokalisiert hat. Tatsächliche Kollisionen mit den WEA wurden bisher weder durch die Kamerasysteme noch von den Ornithologen beobachtet.

Für belastbare Erkenntnisse zur Häufigkeit gefährlicher Flüge oder Kollisionen sowie zum kleinräumigen Ausweichverhalten von Rotmilanen ist die Datenlage allerdings noch unzureichend, hierzu sind weitere Untersuchungen über mindestens eine vollständige Saison bei laufenden WEA notwendig.

<sup>11</sup> <http://compact.nussnet.at/Kreisbewegung/windrad.php> (Abruf am 15.10.2024)



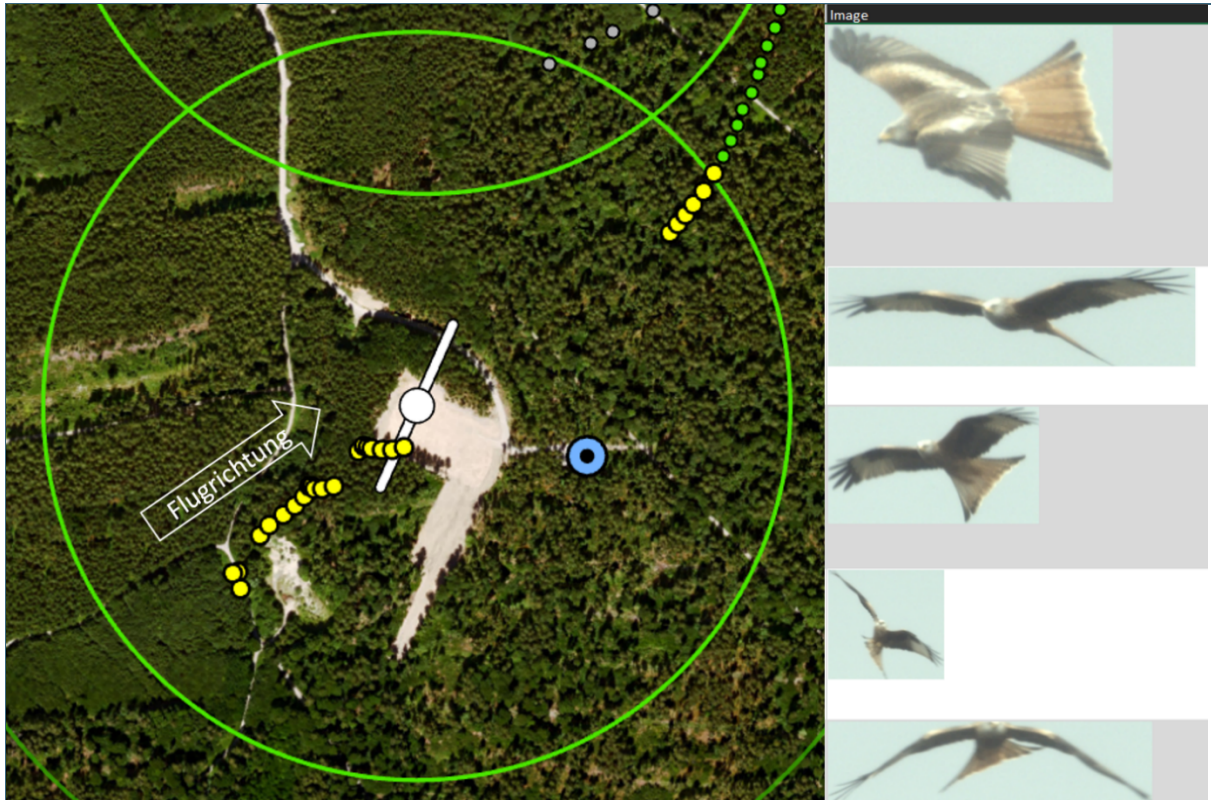


Abb. 11: Rotordurchflug eines Rotmilans am 15.03.2024 in der Draufsicht (links) mit den zugehörigen IDF-Fotos zum Zeitpunkt, an dem der Rotmilan die Rotorscheibe passiert (rechts).



Abb. 12: Rotordurchflug eines Rotmilans am 28.08.2024 in der Draufsicht (oben) mit den zugehörigen IDF-Fotos zum Zeitpunkt, an dem der Rotmilan die Rotorscheibe passiert (unten).

### 3.6 Abschlussarbeiten

#### Masterarbeit „Evaluation of the framework conditions for the application of collision avoidance systems in wind turbines using the example of the red kite (*Milvus milvus*)“ – Isabell Marchner, HSWT (abgeschlossen)

Die Masterarbeit beschäftigte sich unter anderem mit den Auswirkungen der durch IDF bedingten Abschaltungen auf die Wirtschaftlichkeit der WEA. Dafür wurde für den Zeitraum 03.08.2022 bis 02.08.2023 auf Grundlage der vor Ort gemessenen Windgeschwindigkeiten der mögliche Maximalertrag für die drei neuen WEA in Fuchstal berechnet. Diese befanden sich in diesem Zeitraum noch im Bau, die Auswertung basiert daher auf virtuellen Abschaltensignalen, die zur Berechnung der Ausfallzeiten herangezogen wurden. Zeiten mit Windgeschwindigkeiten unter 2,5 m/s (entspricht der Einschaltgeschwindigkeit der Anlagen) wurden dabei ausgeschlossen. Der Ertragsverlust wurde für drei Szenarien berechnet, in denen das Verhältnis WEA zu IDF-System variiert wurde (Tab. 6). Im Ergebnis liegen die berechneten Ertragsverluste je nach Konstellation zwischen 1,02 % und 1,22 %.

Tab. 6: Berechnete Ertragsverluste für drei Szenarien.

Szenario	Prozentualer Ertragsverlust
1 WEA & 1 IDF	1,22 %
2 WEA & 1 IDF	1,02 %
3 WEA & 2 IDF	1,09 %

#### Masterarbeit „Effects of construction and operation of wind turbines on the behaviour of red kites – a case study in Fuchstal, Bavaria“ – Joscha Thom, HSWT (abgeschlossen)

Die Masterarbeit untersuchte Aktivitätsmuster von Rotmilanen in Abhängigkeit von Phänologie und Witterung (Temperatur, Wind, Regen), mit besonderem Fokus auf dem Thema Meideverhalten von Rotmilanen. Die Ergebnisse sind in Kap. 3.3 dargestellt.

#### Bachelorarbeit „Aktivität von Schwarzstörchen und Wirksamkeit von Antikollisions-systemen an Windenergieanlagen am Waldstandort Fuchstal“ – Hannah Späth, HSWT (laufend)

Die Bachelorarbeit analysiert verifizierte Flüge von Schwarzstörchen am Projektstandort und untersucht jahres- und tageszeitliche Aktivitätsmuster sowie deren Abhängigkeit von Witterung und Betrieb der WEA.

## 4 Weiteres Vorgehen

Im kommenden Untersuchungsjahr 2025 werden die Analysen zu Häufigkeit und Umständen gefährlicher Flüge sowie zum Meideverhalten von Rotmilanen fortgesetzt. Zusätzlich erfolgt die Aufnahme des Wespenbussards in die Auswertungen hinsichtlich gefährlicher Flüge, sowie Erfassung und Erkennung, was durch die Aktualisierung des neuronalen Netzes von IDF im September 2024 ermöglicht wird. Eine belastbare Datengrundlage ist besonders wichtig, da gefährliche Flüge im Rotorbereich selten auftreten. Diese kann am besten erreicht werden, indem über einen möglichst langen Zeitraum bei laufenden WEA beobachtet wird. Im Jahr 2024 fiel allerdings nur etwa die Hälfte der Beobachtungszeit in Zeiträume mit laufenden WEA (s. Abb. 1). Es wird daher vorgeschlagen, die aus 2022 verbliebenen neun Beobachtungstermine der Ornithologen ins Frühjahr 2026 zu verschieben, damit wie

geplant die vollen zwei Jahre Beobachtungszeit bei laufenden Anlagen erreicht werden können. Auch die Fortsetzung des Betriebes der IDF-Systeme im Jahr 2026 (mindestens bis 15.08.2026) wird vorgeschlagen, da auf diese Weise möglichst viele Daten zu gefährlichen Flügen der Zielarten gesammelt werden können.

## 5 Termine

07.10.2024: Vierte Sitzung der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (StMUV / Online)

## 6 Literatur

Bruns, E., Schuster, E. & Streiffeler, J. (2021): Anforderungen an technische Überwachungs- und Abschaltssysteme an Windenergieanlagen – Abschlussbericht der Workshopreihe "Technische Systeme". BfN-Skripten: 57 S., Bonn – Bad Godesberg. <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript610.pdf> (Abruf am 01.11.2023).

DeVault, T.L., Blackwell, B.F., Seamans, T.W., Lima, S.L., Fernández-Juricic, E. (2014): Effects of Vehicle Speed on Flight Initiation by Turkey Vultures: Implications for Bird-Vehicle Collisions. PLoS ONE 9(2): e87944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087944>

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2023): Kameragestützte Evaluierung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen - 2. Zwischenbericht. – Bearbeitung: Cynthia Tobisch, Prof. Dr. Christoph Moning. Augsburg: 28 S.

Reichenbach, M., Reers, H. & Greule, S. (2021): Wie gut schützt IdentiFlight den Rotmilan (*Milvus milvus*)? – Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Kamerasystems zum Schutz vor Kollisionen an Windenergieanlagen. Im Auftrag der erneuerbare energien europa e3 GmbH: 161 S. <https://www.e3-identiflight.de/abschlussberichtidentiflight/> (Abruf am 01.11.2023).

Reichenbach, M., Greule, S., Steinkamp, T., Reers, H., Akili, J., Roselius, L. (2024): Fachgutachten zur Ermittlung des Flugverhaltens des Rotmilans im Windparkbereich unter Einsatz von Detektionssystemen in Hessen. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen: 193 S. [https://landesplanung.hessen.de/sites/landesplanung.hessen.de/files/2023-09/IDF%20Hessen%20Berichtsendfassung\\_11-09-2023.pdf](https://landesplanung.hessen.de/sites/landesplanung.hessen.de/files/2023-09/IDF%20Hessen%20Berichtsendfassung_11-09-2023.pdf) (Abruf am 15.10.2024).

## 7 Tabellen

Tab. 1:	Häufigkeit der Vogelarten, die bei den ornithologischen Beobachtungen 2022 bis 2024 erfasst wurden.	6
Tab. 2:	Berechnung der Erfassungsrates für ausgewählte Arten.	10
Tab. 3:	Berechnung der Erfassungsrates bei gleichzeitigen Flugereignissen.	10
Tab. 4:	Anteile verspäteter Abschaltensignale durch verspätete Erfassung und Klassifikation.	15
Tab. 5:	Auflistung der bisher als gefährlich eingestuften Flüge von Rotmilanen.	20
Tab. 6:	Berechnete Ertragsverluste für drei Szenarien.	22



## 8 Abbildungen

- Abb. 1: Darstellung der Betriebszeiten der drei WEA an den ornithologischen Beobachtungsterminen 2024. 7
- Abb. 2: Übersicht über die Beobachtungssaison 2024. Dargestellt sind die von IDF aufgezeichneten Datenpunkte der Kategorie „RED-OR-BLACK-KITE“ in schwarz, Ausfallzeiten der Kamerasysteme in grau, sowie die Zeitfenster der ornithologischen Beobachtungen in blau. 8
- Abb. 3: Beispielflug eines Rotmilans, der durch den Überlappungsbereich der Sichtradien beider IDF Systeme führt. 12
- Abb. 4: Oberfläche des Visualisierungstools mit Auswahlmöglichkeit einzelner Abschaltsignale nach Datum (links oben) und Uhrzeit (links unten) sowie Kartendarstellung (rechts oben) und Höhenprofil (rechts unten) der Flugbewegungen im Zeitfenster der Abschaltung. In diesem Beispiel erfolgte das Abschaltsignal (rosa Marke) rechtzeitig kurz vor Eintritt eines Rotmilans in den inneren Abschaltzylinder. 13
- Abb. 5: Verteilung der Vogelarten, die zu Abschaltereignissen geführt haben (links: Klassifikation durch IDF, rechts: nachbestimmte Arten). 14
- Abb. 6: Boxplot zur Verteilung der Datenpunkte mit Klassifikation „RED-OR-BLACK-KITE“ im Erfassungsbereich von IDF Nord über die Brutzeitperioden 2023 und 2024. 16
- Abb. 7: Veränderung der Punktdichte mit der Distanz zu WEA1 (oben) und WEA2 (unten), berechnet für vier Zeitfenster und drei Höhenstufen (oberhalb, unterhalb und auf Höhe der Rotoren). 17
- Abb. 8: Verteilung der Flughöhen im Jahresverlauf. 18
- Abb. 9: Boxplot zur Verteilung der Abschaltzeiten für WEA1 im Jahresverlauf. Datengrundlage: 795 Abschaltsignale an WEA1 im Zeitraum August 2022 bis September 2023. 19
- Abb. 10: Streudiagramm der stündlichen Abschaltzeit in Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit. 19
- Abb. 11: Rotordurchflug eines Rotmilans am 15.03.2024 in der Draufsicht (links) mit den zugehörigen IDF-Fotos zum Zeitpunkt, an dem der Rotmilan die Rotorscheibe passiert (rechts). 21
- Abb. 12: Rotordurchflug eines Rotmilans am 28.08.2024 in der Draufsicht (oben) mit den zugehörigen IDF-Fotos zum Zeitpunkt, an dem der Rotmilan die Rotorscheibe passiert (unten). 21



Eine Behörde im Geschäftsbereich  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz

