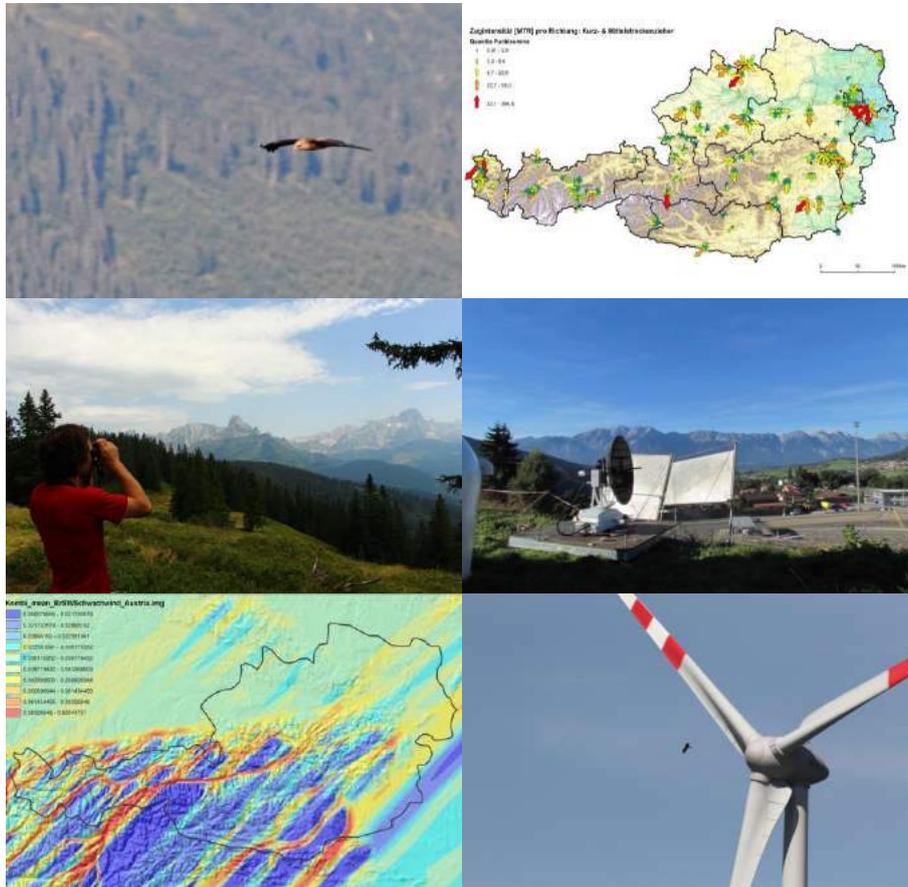


V.i.A - Vogelzug im Alpenraum



Abschlussbericht



Wien, Februar 2016

in Zusammenarbeit mit
der Schweizerischen Vogelwarte Sempach und Netzwerk Nächtlicher Vogelzug Ostalpen



vogelwarte.ch



vogelzug.net

Netzwerk Nächtlicher Vogelzug

mit Unterstützung

der MAVA Foundation, des Land Tirols und der Europäischen Union.



Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen
Raums: Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.

LE 07-13
Entwicklung für den Ländlichen Raum



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Untersuchungsgebiet	3
3.	Visuelle Erfassung des Tagvogelzugs	4
3.1.	Grundlegendes	5
3.2.	Erhebungsmethodik.....	6
3.2.1.	Methodik Erhebung Freiwillige.....	6
3.2.2.	Methodik Planzugbeobachtung.....	6
3.3.	Erhebungsaufwand und Datenlage.....	8
3.4.	Topographie Klassifizierung	11
3.5.	Methodik Auswertung.....	12
3.6.	Ergebnisse der visuellen Erfassung des Tagvogelzugs	15
3.6.1.	Artenzusammensetzung	15
3.6.2.	Phänologie	17
3.6.3.	Tagesphänologie.....	22
3.6.4.	Höhenverteilung	25
3.6.5.	Richtungsverteilung.....	27
3.6.6.	Einfluss Topographie auf die Richtungsverteilung	38
3.7.	Literatur	42
4.	Der Einfluss der Topographie des Ostalpenraumes auf den nächtlichen Vogelzug	44
4.1.	Einleitung	45
4.2.	Fragestellungen.....	46
4.3.	Methode	46
4.4.	Ergebnisse	54
4.5.	Schlussfolgerungen	59
4.6.	Literatur	61
5.	Erfassung des Vogelzugs mittels Fixbeam-Radar	62
5.1.	Radarornithologie – Einsatzmöglichkeiten und Grenzen.....	63
5.1.1.	Quantitative und qualitative Erfassung.....	63
5.1.2.	Bestimmung von Flugobjekten.....	64
5.1.3.	Bestimmung der Flughöhe von Objekten.....	65
5.1.4.	Grenzen der Radartechnologie.....	65
5.2.	Methode ViA.....	66
5.2.1.	Prinzip des Vorgehens	66
5.2.2.	Auswahl Radarstandorte	66
5.2.3.	Referenzgebiet: Standorte Asang (a) und Würzberg (b).....	67
5.2.4.	Radarstandort 2: Arnoldstein	68
5.2.5.	Radarstandort 3: Planneralm	69
5.2.6.	Radarstandort 4: Schönberg im Stubaital	69
5.2.7.	Radarstandort 5: Neunkirchen.....	70
5.2.8.	Radarmessungen und Beschreibung des Radargerätes.....	70
5.2.9.	Auswertung der Radardaten.....	71
5.2.10.	Hochrechnung der mit Radar gemessenen Zugintensitäten	73
5.3.	Ergebnisse der Radarmessungen	74
5.3.1.	Anzahl Radarmessungen	74
5.3.2.	Vergleich der mittleren Zugraten und Verhältnisse	74
5.3.3.	Saisonaler Verlauf der Zugraten	75
5.3.4.	Höhenverteilungen	77
5.3.5.	Tageszeitlicher Verlauf der Zugrate.....	79
5.3.6.	Literatur	83
6.	Zusammenfassung der Erkenntnisse über den herbstlichen Vogelzug über den österreichischen Alpen	84

7.	Bewertung von Windkraft-Standorten in Hinblick auf die Gefährdung von Zugvögeln....	86
7.1.	Präambel.....	87
7.2.	Anmerkung zum Frühjahrszug.....	89
7.3.	Grundlegendes.....	90
7.3.1.	Wahl der Erfassungsmethoden.....	90
7.3.2.	Richtwerte.....	92
7.4.	Erfassung des Groß- und Greifvogelzugs.....	93
7.5.	Erfassung des Vogelzugs mittels Fixbeam-Radargerät.....	98
7.6.	Literatur.....	101
7.7.	Anhang.....	102
8.	Repowering von Windkraftanlagen und Vogelschutz – eine Literaturstudie.....	105
8.1.	Einleitung.....	106
8.2.	Repowering in Österreich.....	107
8.3.	Position europäischer NGO's.....	107
8.4.	Publikationen.....	109
8.5.	Literatur.....	126
9.	Methodendiskussion Erfassung Vogelzug.....	128
9.1.	Einsatz von Radargeräten bezüglich Windkraftstandorten.....	129
9.1.1.	Zur Begutachtung vor dem Bau.....	129
9.1.2.	Zur Steuerung der Betriebseinschränkung von WEA.....	129
10.	Danksagung.....	131
11.	Anhang.....	132

Abschlussbericht des Projekts „ViA - Vogelzug im Alpenraum“

Projektkoordination

Mag. Matthias Schmidt BirdLife Österreich
Museumsplatz 1/10/8, 1070 Wien, Austria
mobil: +43/650/2734965
email: matthias.schmidt@birdlife.at
BirdLife Österreich

Autorenschaft

(Beginn des jeweiligen Kapitels und sind die für dessen Inhalte verantwortlich Autoren angeführt. Ist keine Autorenschaft angegeben, so wurde das betreffende Kapitel vom Projektkoordinator erstellt.)

Mag. Matthias Schmidt
(siehe oben)

Dr. Janine Aschwanden
Swiss Ornithological Institute
Seerose 1, 6204 Sempach, Switzerland

Dr. phil. II Felix Liechti
Swiss Ornithological Institute
Seerose 1, 6204 Sempach, Switzerland

Dr. Erwin Nemeth
BirdLife Österreich
Museumsplatz 1/10/8, 1070 Wien, Austria

Dr. Remo Probst
BirdLife Österreich
Museumsplatz 1/10/8, 1070 Wien, Austria

DI Martin Rössler
Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf,
Matznergasse 8/28, A-1140
Wien, Austria

DI Christoph Schauer
Wielandgasse 37, A-3003 Gablitz, Austria

DI Manuel Denner
Ingenieurbüro für Landschaftsplanung
und -pflege,
Untere Laaerstraße 18, 2132 Hörsersdorf,
Austria

Mag. Gábor Wichmann
BirdLife Österreich
Museumsplatz 1/10/8, 1070 Wien, Austria

1. Einleitung

Aufgrund des fortschreitenden Klimawandels wird in verschiedensten national und international Übereinkommen die Reduktion von Treibhausgas-Emissionen gefordert. In Folge wird der Ausbau der sogenannten „erneuerbaren Energiequellen“ stark forciert. In Österreich kam es daher in den vergangenen Jahren zu einem rasanten Ausbau der Windkraftnutzung zur Stromgewinnung. Dieser beschränkte sich in den vergangenen Jahren vor allem auf die Niederungen im östlichen Österreich. Aufgrund des weiteren angestrebten Ausbaus der Windkraft steigt der Druck auch in alpinen Regionen Windkraftanlagen zu errichten. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahrzehnten eine Reihe von Windpark-Projekten im Alpenraum realisiert werden.

Die Nutzung der Windkraft kann neben dem positiven Nutzen auch eine Reihe von negativen Auswirkungen auf die Umwelt haben. Diese können mannigfaltiger Natur sein und sind vor allem in Hinblick auf die Vogelwelt in einer Vielzahl von Studien belegt. Maßgebliche Bedrohungen können dabei die Kollision von Vögeln, Lebensraumverlust, Barriere-Wirkungen sowie Scheueffekte sein. Dies betrifft nicht nur lokale Vogelpopulationen, sondern auch Zugvögel. Besonders dann wenn Windkraftanlagen in Bereichen mit hohem Vogelzugauftreten platziert sind, können massive Verluste an Zugvögeln verursachen (z.B. Drewitt & Langston 2006; De Lucas et al. 2012).

Über den Vogelzug im österreichischen Alpenraum ist aktuell nur wenig bekannt (Petutschnig & Probst 2010; Remo Probst 2014; Rössler & Schauer 2014; Schmidt et al. 2014), und es fehlen weitgehend die Grundlagen, um großräumige Aussagen über dessen Ausmaß, Ablauf und Verteilung treffen zu können. Auswirkungen einer Windkraftnutzung im Alpenraum auf den Vogelzug sind wahrscheinlich, aber das Ausmaß ist aufgrund der fehlenden Datenlage derzeit nur schwer abschätzbar.

Aufgrund dieses fehlenden Wissens und um zukünftige Konflikte durch einen besseren Wissenstand zu mindern bzw. zu vermeiden, wurde 2012 mit Unterstützung der Mava-Stiftung von BirdLife Österreich das Projekt V.i.A – Vogelzug im Alpenraum – gestartet. Ziel des Projekts ist es, Grundlagen für das Verständnis des Vogelzuggeschehens in den Ostalpen zu schaffen, welche eine Basis für die Planung und Bewertung von Standorten für Windkraftanlagen in Hinblick auf den Vogelzug darstellen sollen.

Projektaufbau und der Gliederung

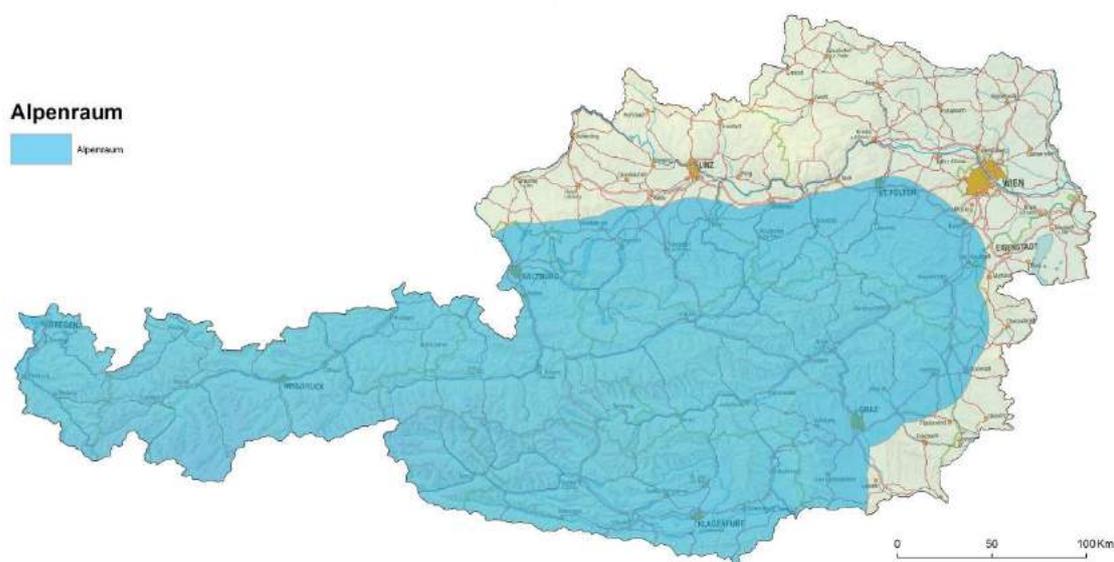
Aufgrund der Komplexität des Phänomens Vogelzugs war es notwendig, sich auf die Herbstzugperiode zu beschränken. Nicht zuletzt in Hinblick auf die große Ausdehnung des Alpenraums wurde eine Kombination aus verschiedenen Erhebungsmethoden angewendet. So wurden einerseits visuelle Erhebungen des Tagvogelzugs in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführt, und andererseits mittels Radargeräten der Vogelzug kontinuierlich gemessen. Ergänzend dazu wurden die im Rahmen der Moonwatch-Studie des Netzwerks „Nächtlicher Vogelzug Ostalpen“ in den Jahren 2005 bis 2007 erhobene Daten ausgewertet.

Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse dieser verschiedenen Studienteile (visuelle Erfassung des Tagvogelzugs, Radarstudie, Moonwatch). Darauf aufbauend wurden Empfehlungen für zukünftige Erhebungen sowie die Bewertung von Windkraftstandorten gegeben. Ergänzend wurde noch eine Literaturstudie zum Thema „Repowering“ von Windparks erstellt.

2. Untersuchungsgebiet

Aufgrund der Fragestellung wurde der Fokus der durchgeführten Erhebungen auf den Alpenraum, bestehend aus den eigentlichen Alpen sowie dem angrenzende Vorland, gelegt. Der Alpenraum wurde dabei anhand eines 25 Kilometer breiten Puffers um die 1000 m Isohypse definiert. 1000 m Isohyphen, welche einen Bereich von weniger als 1 Quadratkilometer umschlossen, wurden exkludiert.

Außerhalb des Alpenraums wurden auch Erhebungspunkte gelegt, die für die Gesamtinterpretation und -auswertung herangezogen wurden. Dies wurde als zulässig angesehen, da die meisten in diesem Raum durchziehenden Vogelindividuen den Alpenraum queren bzw. streifen. Das Untersuchungsgebiet sowie die Abgrenzung des Alpenraums ist in Karte 1 dargestellt.



Karte 1: Untersuchungsraum sowie Abgrenzung des Alpenraums.

3. Visuelle Erfassung des Tagvogelzugs



Verfasser

Matthias Schmidt

unter Mitarbeit von Erwin Nemeth, Remo Probst, Gábor Wichmann



3.1. Grundlegendes

Die visuelle Erfassung des Tagvogelzugs erfolgte während der Herbstzugperioden der Jahre 2012 und 2013. Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes und den damit verbundenen logistischen und ressourcenbedingten Schwierigkeiten, wurden für die visuelle Erfassung des Tagvogelzugs zwei unterschiedliche Erhebungsansätze kombiniert.

In den Jahren 2012 und 2013 wurden über das BirdLife-Netzwerk Mitglieder aufgerufen, ehrenamtlich Tagvogelzugzählungen nach einer definierten Methode durchzuführen. Ziel dieser Erhebungen war es, Daten an relativ vielen Punkten in Österreich zu sammeln, welche primär Aussagen über lokale Zugrichtungen und Höhen ermöglichen. Da sowohl Aufwand als auch Methode relativ gering bzw. einfach gehalten werden mussten, um eine ausreichende Anzahl an ehrenamtlichen MitarbeiterInnen motivieren zu können, weisen die Ergebnisse in Hinblick auf ihre Aussagekraft Limitierungen auf. Aufgrund der im Verhältnis zum Phänomen Vogelzug geringen Beobachtungsintensität (siehe Kapitel Erhebungsaufwand, Probst und Korner 2014), müssen etwa die Angaben über Zugintensität und Artenaufkommen nur als Hinweise verstanden werden.

Um detailliertere Aussagen treffen zu können, wurden ergänzend während des Herbstzuges 2013 an acht ausgewählten Punkten aufwändige Erhebungen in Form von Planzugbeobachtungen durch professionelle Ornithologen durchgeführt. Das Ziel der Erhebungen war es, genauere Informationen über Phänologie, Zugintensität und Zugrichtungen zu bekommen.

Einen Sonderfall stellt die Erfassung des Tagvogelzugs am Zählpunkt Schenkenfelden dar. Auf freiwilliger Basis wurden von Herrn Herbert Rubenser über mehrere Jahre sehr umfangreiche Daten in einer fast identen Methode erhoben und daher wurde dieser Datensatz in die Auswertung der Planzugbeobachtung inkludiert.

Ergänzend zu den im Rahmen des Projekts erhobenen Daten wurden noch die Daten aus dem BirdLife Projekt „Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich“ aus dem Jahr 2011 verwendet (Wichmann et al. 2012).

3.2. Erhebungsmethodik

3.2.1. Methodik Erhebung Freiwillige

Fokus der Erhebung durch die ehrenamtlichen MitarbeiterInnen war die Erfassung des Vogelzugs während der Morgenstunden. Innerhalb von vier Zeitfenstern pro Jahr wurden die MitarbeiterInnen aufgerufen, an jeweils mindestens einem Tag standardisierte Erhebungen durchzuführen. Die Lage der Zählpunkte konnte dabei frei gewählt werden, sollte aber innerhalb einer Saison nicht wechseln. Pro Zähltermin sollten vier Stunden erhoben werden, wobei der Beginn der Erhebungen in Abhängigkeit des Zeitfensters vorgegeben wurde.

Tabelle 1: Zeitfenster für die Erhebungen des Tagvogelzugs durch ehrenamtliche MitarbeiterInnen.

	Saison 2012	Saison 2013	Uhrzeit
1. Durchgang	18.08.-02.09.	17.08.-01.09.	7 - 11 Uhr
2. Durchgang	08.09.-23.09.	07.09.-22.09.	8 - 12 Uhr
3. Durchgang	29.09.-14.10.	28.09.-13.10.	8 - 12 Uhr
4. Durchgang	20.10.-04.11.	19.10.-03.11.	8 - 12 Uhr

**Uhrzeit immer in Sommerzeit*

Um jeden Beobachtungspunkt wurde ein virtueller 500m Kreis gelegt und der Fokus auf die Erfassung innerhalb dieses „Standardkreises“ gelegt. Den BeobachterInnen wurde im Vorfeld eine Karte des gewählten Beobachtungspunktes mit dem 500m Kreis zur Verfügung gestellt.

Die Erhebungsmethode entsprach – abgesehen von Aufwand und Zeitpunkt – jener der Planzugbeobachtung (siehe folgendes Kapitel). Eine Anleitung zur Erhebungsmethode wurde im Vorfeld an alle TeilnehmerInnen zugesandt (Siehe Anhang 3).

3.2.2. Methodik Planzugbeobachtung

Der Zeitraum der Erhebungen der Planzugbeobachtungen erstreckte sich von Ende August bis Anfang November des Jahres 2013 und wurde von professionellen Ornithologen durchgeführt. Pro Planzugpunkt waren während dieses Zeitraums in Summe 30 Beobachtungstage vorgesehen. Es wurde versucht, die Erhebungen in Form von 3-Tagesblöcken möglichst gleichmäßig über den gesamten Erhebungszeitraum zu verteilen.

Ein 3-Tagesblock bestand aus zwei Vormittagszählungen und einer Nachmittagszählung. Die Vormittagserhebungen begannen mit Sonnenaufgang, die Nachmittagserhebung sechs

Stunden nach Sonnenaufgang. Die Reihenfolge innerhalb eines 3-Tagesblockes konnte von den BeobachterInnen frei gewählt werden. Vorgabe an die BeobachterInnen war, dass pro Zählung drei Stunden gezählt, eine halbe Stunde pausiert und anschließend nochmals drei Stunden gezählt wurde (In Summe sechs Stunden Erhebungszeit pro Tag).

Gegen Ende des Herbstes wurde die Startzeit vorverlegt, um trotz der kürzeren Tageslänge sechs Stunden beobachten zu können. Sofern die Witterungsbedingungen während eines 3-Tagesblocks zu widrig wurden, konnte ein 3-Tagesblock unterbrochen werden und die fehlenden Tage zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Zählpunkten zu gewährleisten, wurde ein virtueller 500m Kreis um jeden Beobachtungspunkt gelegt und der Fokus auf die Erfassung innerhalb dieses „Standardkreises“ gelegt. Jede/r BeobachterIn wurden im Vorfeld eine Karte des gewählten Beobachtungspunktes mit dem 500m Kreis zur Verfügung gestellt, um hinsichtlich der Distanzschätzung den Fehler so gering als möglich zu halten.

Die Erhebungen erfolgten in 15minütigen Intervallen, während denen alle fliegenden Vögel notiert wurden, die sich in eine bestimmte Richtung bewegten. Dies beinhaltet auch Vögel, welche sehr bodennah oder im Kronenbereich von Gehölzen festgestellt wurden. Rastende Vögel wurden ebenfalls erfasst und im Protokoll festgehalten.

Sämtliche Beobachtungen wurde protokolliert, wobei folgende Daten erhoben wurden: Datum; Beginn des 15 Minuten Intervalls; Art (sofern bestimmbar); Anzahl; Standardkreis, Richtung und Flughöhe. Die Richtungsangaben erfolgten nach einer 8teiligen Windrose. Die Flughöhe wurde in drei Kategorien – **t**(ief = < 50m), **m**(ittel; 50-150m) und **h**(och, >150m) eingeteilt. Wurden Vögel in Trupps aus mehreren Arten festgestellt, war dies zu vermerken. Des Weiteren konnten Kommentare angeführt werden. Es wurden auch unbestimmte Arten protokolliert.

Ergänzend zu dem Beobachtungsprotokoll wurde ein Witterungsprotokoll ausgefüllt. Angaben zu den Sichtbedingungen, Bewölkung, Windstärke und Niederschlag wurden in drei Kategorien protokolliert. Weiters wurde die Windrichtung entsprechend einer 8teiligen Windrose protokolliert. Das Witterungsprotokoll wurde zu Beginn jeder Zählung ausgefüllt, sofern sich Veränderungen während der Zählungen ergaben, wurden diese ebenfalls protokolliert.

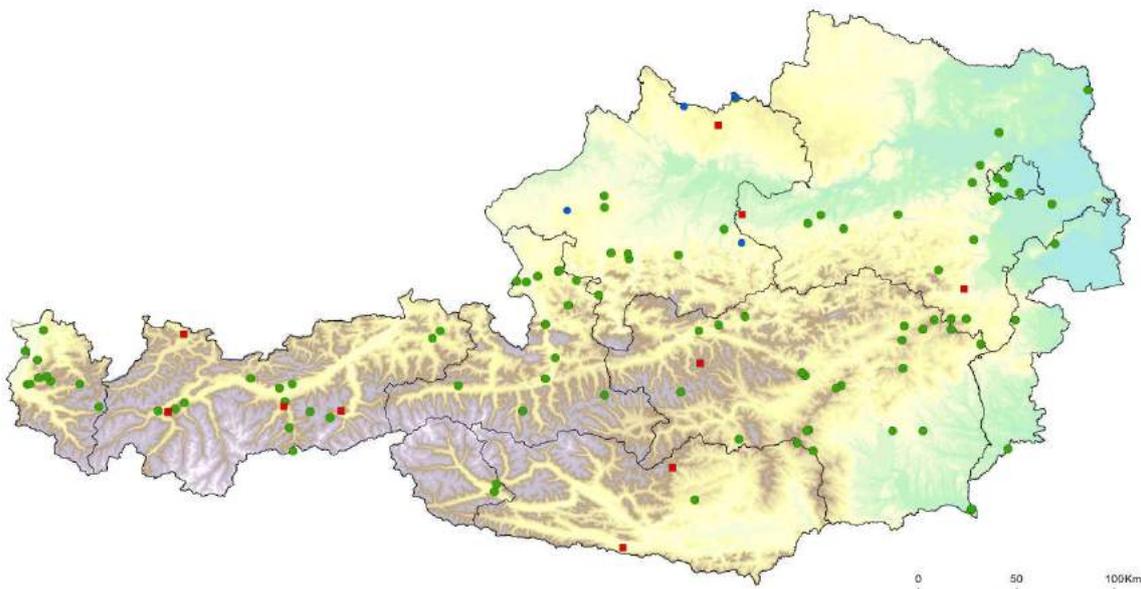
Die Anleitung zu den Planzugerhebungen findet sich im Anhang 4: Anleitung für die Erfassung des Tagvogelzugs mittels Planzugbeobachtungen.

3.3. Erhebungsaufwand und Datenlage

In Summe wurde im Zeitraum von 2011 bis 2013 an 109 Zählpunkten (Tabelle 2, Karte 2) im Ausmaß von 3584,25 Stunden der herbstliche Tagvogelzug erfasst. Für die Auswertung standen 39.423 Datensätze zur Verfügung. Insgesamt konnten 293.353 Vogelindividuen festgestellt werden. In Tabelle 2 sind die Anzahl der Punkte, der Erhebungsaufwand, Artenanzahl und Individuenanzahl der verschiedenen Teilprojekte dargestellt. Karte 2 gibt einen Überblick über die Verteilung der Punkte.

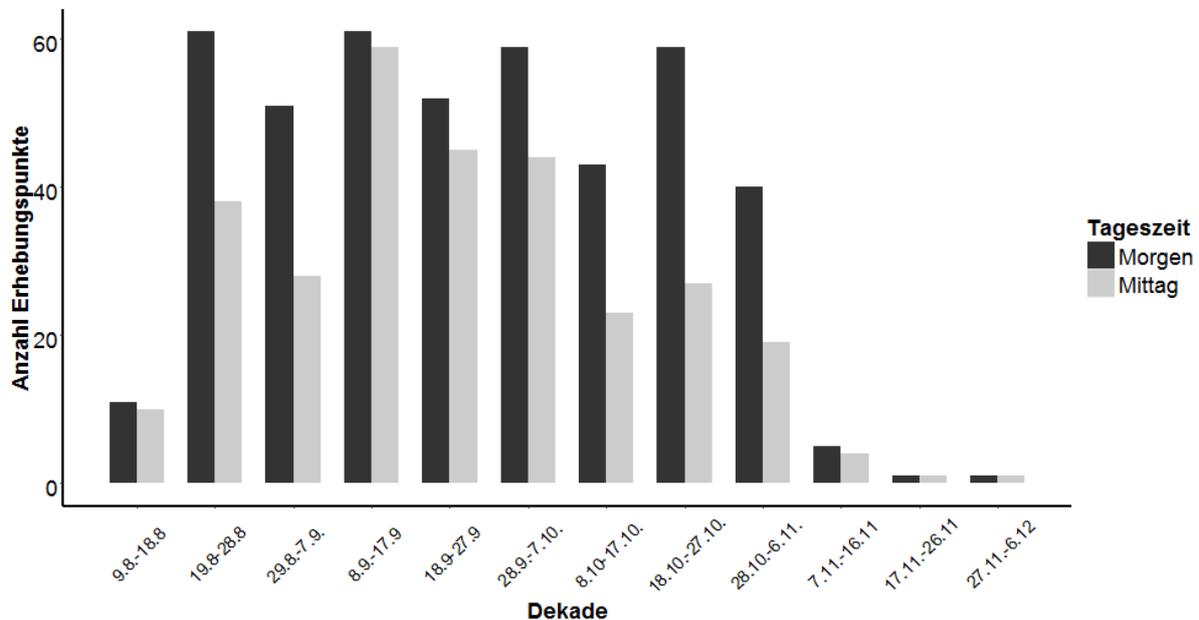
Tabelle 2: Erhebungsaufwand und Datenlage der verwendeten Daten.

Teilprojekt	Erhebungs- punkte	Beobachtungs- stunden	Artenzahl	Individuen- summe
„Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich“ (Wichmann et al. 2012)	6	208	107	39.742
Tagvogelzugerhebungen 2012	72	1101,25	146	98.741
Tagvogelzugerhebungen 2013	51	705	133	54.336
Planzugbeobachtungen 2013	10	1570	138	100.534
Gesamt	109	3584,25	178	293.353



Karte 2: Verteilung der Zählpunkte über den Untersuchungsraum. ● (grün) Erhebungspunkte von ehrenamtlichen MitarbeiterInnen, ■ (rot) Erhebungspunkte Planzugbeobachtung, ● (blau) Erhebungspunkte des Projekts „Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich“.

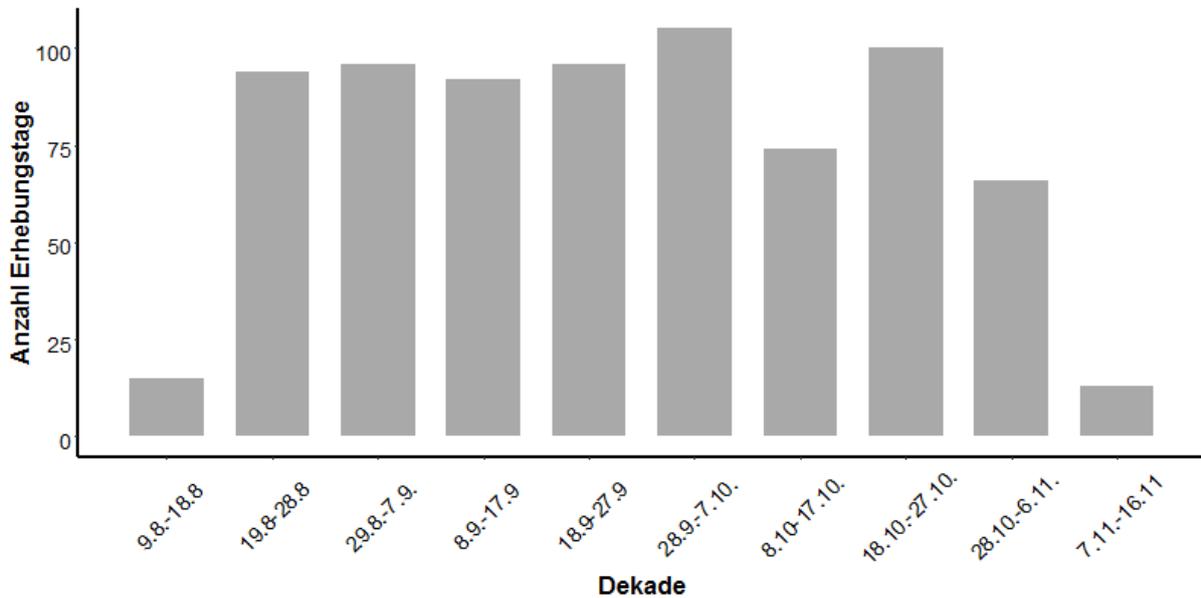
Für die weitere Auswertung wurden nur Erhebungstage verwendet, an welchen zumindest zwei Stunden lang beobachtet wurde. In Grafik 1 ist Anzahl an Erhebungspunkten pro Dekade dargestellt. Aufgrund der geringen Erhebungspunktzahl wurden die letzten beiden Dekaden (17.11.-6.12.) für die weiteren Auswertungen nicht herangezogen.



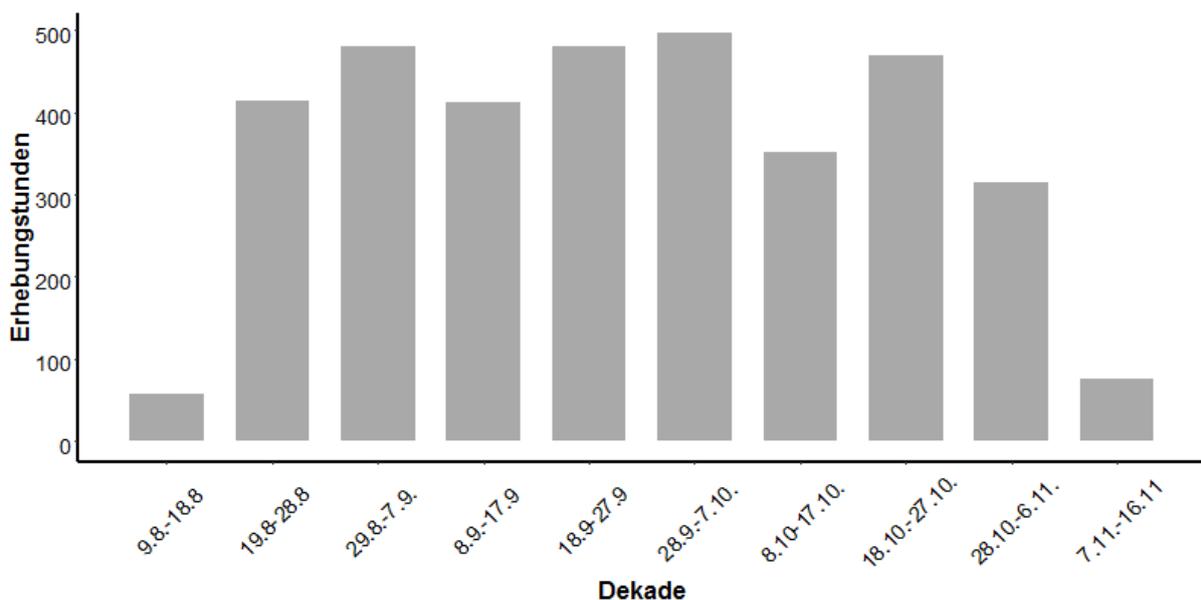
Grafik 1: Anzahl an Erhebungspunkten pro Dekade und Tageszeit. Es wurden nur Erhebungspunkte gewertet, an denen zumindest zwei Stunden durchgehend erhoben wurde.

Die Dekade vom 9.8.-18.8 sowie jene vom 7.11.-16.11 des verbliebenen Auswertungszeitraums weisen zwar eine deutliche geringere Anzahl an Erhebungspunkten auf als die Dekaden zwischen den Zeiträumen, wurden aber aufgrund des nicht unbeträchtlichem Ausmaß an Erhebungen von jeweils 57 bzw. 74 Beobachtungsstunden in die Auswertungen inkludiert.

In Grafik 2 ist Anzahl an Erhebungstagen pro Dekade und in Grafik 3 die Anzahl an Erhebungsstunden pro Dekade dargestellt.

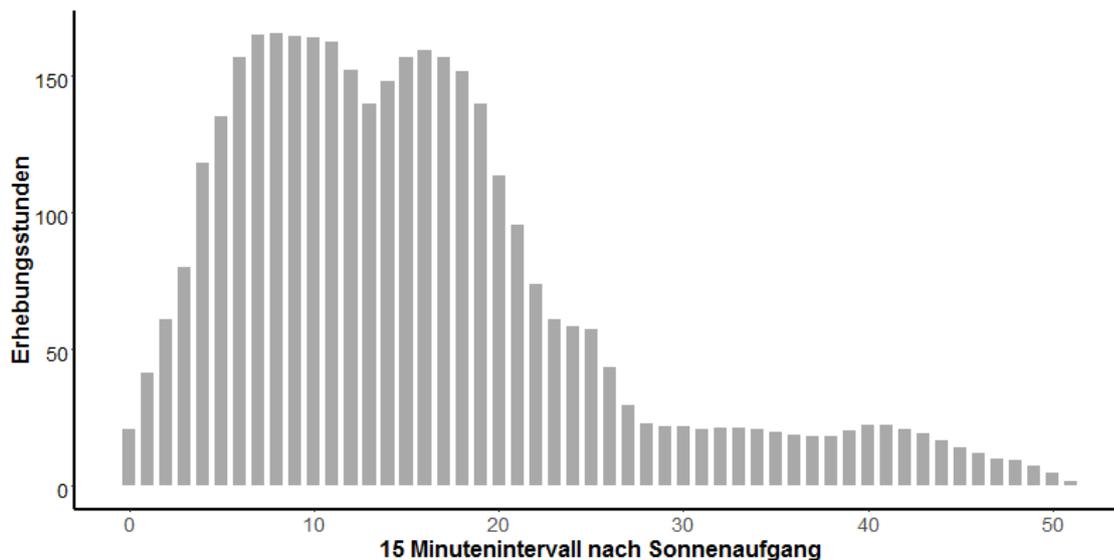


Grafik 2: Anzahl an Zählungen pro Dekade. Es wurden nur Erhebungspunkte gewertet, an denen zumindest zwei Stunden durchgehend erhoben wurde.



Grafik 3: Anzahl an Erhebungsstunden pro Dekade. Es wurden nur Erhebungspunkte gewertet, an denen zumindest zwei Stunden durchgehend erhoben wurde.

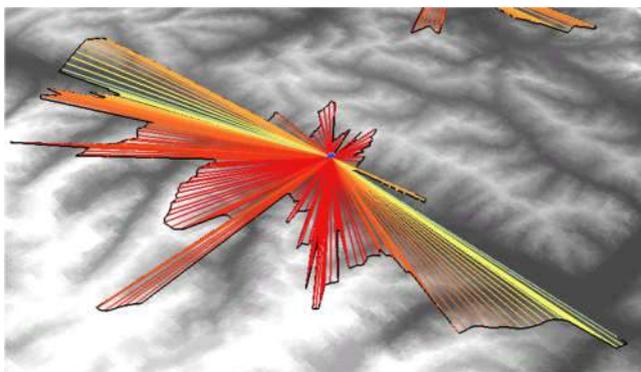
Hinsichtlich der tageszeitlichen Verteilung der Erhebungen zeigt sich, dass – methodenbedingt – die meisten Erhebungen zwischen einer und fünf Stunden nach Sonnenaufgang erfolgten. Dies ist auch jener Bereich an dem die Masse der am Tag ziehenden Kleinvögel zieht (siehe Kapitel 3.6.3 sowie Gatter 2000; Bruderer 1999; Newton 2007). Nichts desto trotz liegen auch für die Mittagszeit in Summe Erhebungen in nicht unbeträchtlichem Ausmaß vor. Aussagen über diesbezügliches Vogelzugaufkommen sind, wenn auch mit einer größeren Unsicherheit als für den Morgenaspekt, durchaus möglich.



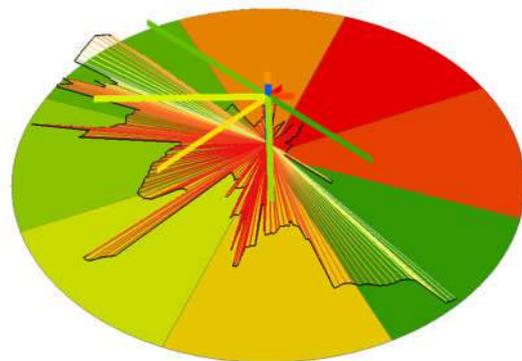
Grafik 4: Beobachtungsintensität in Stunden pro 15min Intervall nach Sonnenaufgang.

3.4. Topographie Klassifizierung

Um die großräumigeren topographischen Gegebenheiten jedes Punktes zu beschreiben wurde das Geländemodell mittels GIS analysiert. Um die Flughöhe der Vögel zu simulieren, wurde für jeden Punkt ein Z^{100} -Punkt in 100m über Grund erstellt. Für jeden Z^{100} -Punkt wurde mittels des Tools Skyline (ArcGIS 10.3, 3D Analyst) die „Skyline“ berechnet. Die maximale Distanz der Skyline wurde auf 20 Kilometer begrenzt. Mittels des Tools „Construct Sight Lines“ (ArcGIS 10.3, 3D Analyst) wurden Sichtlinien von jedem Z^{100} Punkt im Abstand von 500m (entlang der Skyline) zur jeweiligen Skyline erstellt. Für jede dieser Sichtlinien wurden die Länge und der vertikale Winkel berechnet. Da der Richtungszuordnung der visuellen Tagvogelzugbeobachtungen die 8-teilige Windrose zugrunde liegt, wurden die Sichtlinien ebenfalls nach dieser Einteilung zusammengefasst.



Grafik 5: Skyline (schwarze Linie) und Sichtlinien (farbige Linien) für einen inneralpinen Punkt. Die Farbgebung der Sichtlinien stellt die Steigung der Sichtlinien dar. Rot entspricht sehr starken Steigungen, grün schwachen bis negativen Steigungen.



Grafik 6: Beispiel eines Ergebnisses der Topographie-Klassifizierung der einzelnen Segmente für einen inneralpinen Punkt der Parameter mittlere Sichtlinienlänge und mittlere Steigung. Die Farbgebung der Segmente entspricht der theoretischen topographischen Eignung des Segmentes für den Vogelzug (grün – geeignet, rot weniger geeignet).

Dabei wurden die Parameter mittlerer vertikaler Winkel, maximaler vertikaler Winkel, minimaler vertikaler Winkel, maximale Länge, mittlere Länge und minimale Länge pro Segment gebildet. Des Weiteren wurden die Parameter eines Richtungssegments in Bezug zu den anderen Richtungssegmenten eines Punktes gesetzt um die relative Eignung einer Richtung für den jeweiligen Punkt beschreiben. Als Bezugssegmente wurden aber nur Richtungssegmente, welche einer der wahrscheinlichen Zugrichtungen (W, SW, S, SE, E) entsprechen, verwendet.

Sämtliche für die Auswertung verwendeten Variablen sowie deren Definition sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Variablen, welche im Rahmen der Analyse der Topographie erstellt wurden und für die Auswertung verwendet wurden.

Variable	Beschreibung
mean_angle	mittlerer vertikaler Winkel pro Segment
max_angle	Maximaler vertikaler Winkel pro Segment
min_angle	Minimaler vertikaler Winkel pro Segment
mean_length	Mittlere Länge der Sichtlinien pro Segment
min_length	Minimale Länge der Sichtlinien pro Segment
max_length	Maximale Länge der Sichtlinien pro Segment
rel_point_min_length	Verhältnis der minimalen Länge der Sichtlinien eines Segments zur minimalen Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
rel_point_max_length	Verhältnis der maximalen Länge der Sichtlinien eines Segments zur maximalen Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
rel_point_mean_length	Verhältnis der mittleren Länge der Sichtlinien eines Segments zur mittleren Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_point_min_angle	Differenz vom minimalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum minimalen Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_point_mean_angle	Differenz vom mittleren Winkel der Sichtlinie eines Segments zum mittleren Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_point_max_angle	Differenz vom maximalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum maximalen Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_min_to_mean_angle	Differenz vom minimalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum mittleren Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W

3.5. Methodik Auswertung

Als Grundlage für die Artauswertungen diente die Artenliste der Vögel Österreichs der Avifaunistischen Kommission von BirdLife Österreich (Ranner 2015). Prinzipiell wurden alle festgestellten Arten auf Basis von Literaturangaben hinsichtlich Zugvögel und Standvögel unterschieden. Sämtliche Zugvogelarten wurden in die Gruppen Großvögel (>200g Körpergewicht), Kleinvögel (<200g Körpergewicht) und Greifvögel unterteilt. Basierend auf Literaturangaben (Glutz von Blotzheim et al. 2001; Bauer et al. 2005; Schmidt et al. 2014) und nach Experteneinschätzung wurden die Zugvogelarten zudem in Langstreckenzieher

sowie Kurz/Mittelstreckenzieher (im Text als „Kurzstreckenzieher“ deklariert) sowie nach ihren Flugeigenschaften in Aktiv- und Passivzieher eingeteilt. Die Artenliste sowie die Klassifizierung finden sich im Anhang 2. Anzumerken ist, dass das Zugverhalten bei manchen Arten populationsabhängig variiert und die Einteilung daher nicht als absolut zu betrachten ist.

Die Unterscheidung zwischen lokaler Vogelaktivität und tatsächlichem Vogelzug erfolgte in Abhängigkeit der Detailfragestellung auf verschiedenen Ebenen. Nach der verwendeten Artenliste klassifizierte Standvögel wurden von den weiteren Analysen exkludiert. Nicht auf Artniveau klassifizierte Beobachtungen wurden, sofern Standvögel auszuschließen waren, inkludiert. Beobachtungen von Vögeln, welche im Feld als lokale Vögel deklariert wurden, wurden ebenfalls bei den Auswertungen nicht berücksichtigt. Für die Auswertungen von Flugrichtungen wurden nur Beobachtungen von Zugvogelarten verwendet, bei denen der/die BeobachterIn nicht angegeben hatte, dass es sich um ungerichtete Flugbewegungen handelte. Die Arten Lachmöwe, Sturmmöwe, Mittelmeermöwe, Weißkopfmöwe sowie Fichtenkreuzschnabel wurden aus Auswertungen, die die Zugrichtung betreffen, aufgrund ihres komplexen Zugverhaltens ausgeschlossen.

Als Maß für die Vogelzugintensität wurde, in Anlehnung an die Erhebungen mittels Fixbeam Radargerät und Moonwatch-Studien, die Einheit der Migration Traffic Rate (MTR) verwendet. Sie beschreibt jene Anzahl an Vögeln welche innerhalb von einer Stunde eine gedachte Linie von einem Kilometer überqueren (Liechti et al. 1995; Schmaljohann et al. 2008; Bruderer et al. 2012). Dies entspricht in der vorliegenden Studie dem Durchmesser eines Standardkreises. Da die Detektionswahrscheinlichkeit beim visuellen Tagvogelzugbeobachten stark mit der Höhe bzw. Entfernung abnimmt, ist die MTR nicht ohne weiteres mit der durch Radargeräte ermittelten MTR vergleichbar. Zur Unterscheidung werden die mittels der visuellen Tagvogelzugbeobachtungen ermittelten Durchzugsraten als MTR^{vis} gekennzeichnet.

Die Bearbeitung und Auswertung der Daten erfolgte in Microsoft Office, ArcMap 10.3 QGIS 2.8 sowie mit der Statistiksoftware RStudio bzw. R (R Core Team 2015; RStudio 2015) und dem Package „FactoMineR“ (Lê et al. 2008).

Als Kartengrundlage wurde die Openstreetmap sowie Höhenmodelle in der Auflösung von 10mx10m und 60mx60m verwendet (Quelle: <https://www.data.gv.at>).

Der Einfluss der Topographie auf die Verteilung der Zugrichtungen wurde mittels eines linearen Modells (LM, Gaußverteilung) analysiert. Da die Richtungsangabe bei den Erhebungen in Klassen erfolgte, wurde die Auswertung auf Richtungssegment-Ebene durchgeführt. Die zu überprüfende These war, dass innerhalb der Segmente der Richtungen

Südwest, West und Süd bei stärkerer Ausprägung der Topographie ein geringer Anteil des Vogelzugs in die jeweilige Richtung zieht.

Für jedes lineare Modell wurden sämtliche verwendeten Variablen hinsichtlich deren Normalverteilung überprüft. Als abhängige Variable wurde die log-transformierte Durchzugsrate pro Richtung verwendet. Um die Durchzugsrate eines Segments in Relation zur Durchzugsrate des Punktes zu setzen, wurde die log-transformierte Durchzugsrate des Punktes als „offset“ verwendet (Korner-Nievergelt et al. 2015).

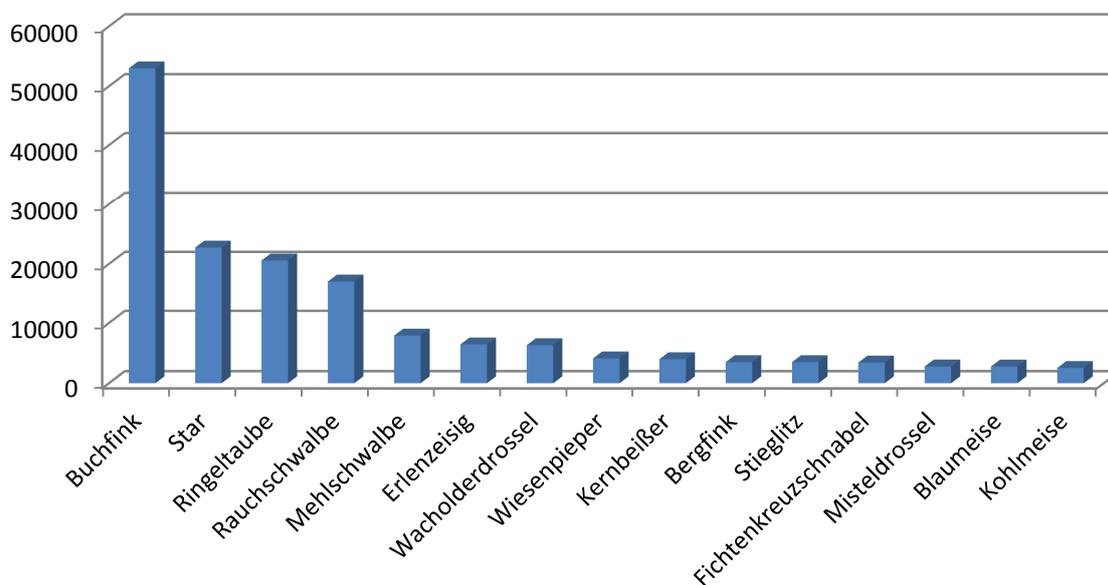
Aufgrund der Anzahl sowie der teilweisen hohen Korrelationen zwischen den Topographieparametern (Tabelle 3) wurden diese mittels Hauptkomponentenanalyse reduziert. Die Zulässigkeit der Anwendung der Hauptkomponentenanalyse wurde mittels Bartlett- und Kaiser-Meyer-Olkin Test geprüft (Budaev 2010).

Für die weitere Auswertung wurden nur Hauptkomponenten verwendet, deren Eigenwert höher als 1 und Faktorenladungen höher als 0,7 bzw. niedriger als -0,7 aufwiesen. Das lineare Modell wurde mit allen Kombinationen der jeweiligen Hauptkomponenten plus Interaktionen gerechnet und die Modelle mit signifikanten Prädiktoren ausgewählt.

3.6. Ergebnisse der visuellen Erfassung des Tagvogelzugs

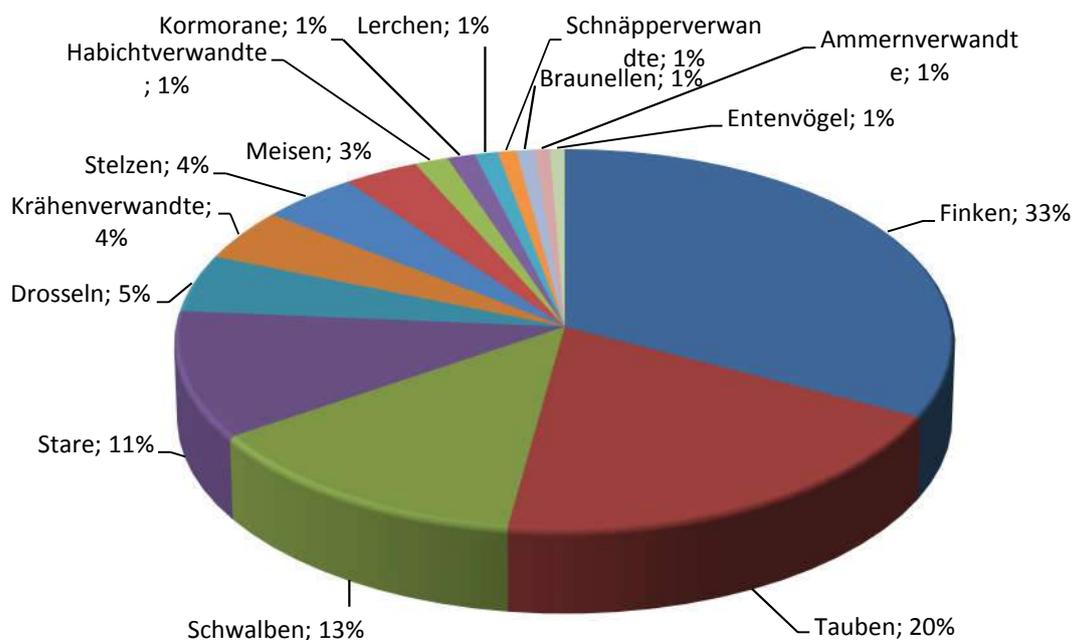
3.6.1. Artenzusammensetzung

Im Rahmen der Tagvogelzugerhebungen konnten 178 Vogelarten aus 49 Familien erfasst werden. Grafik 7 zeigt die 15 am häufigsten festgestellten Zugvogelarten.



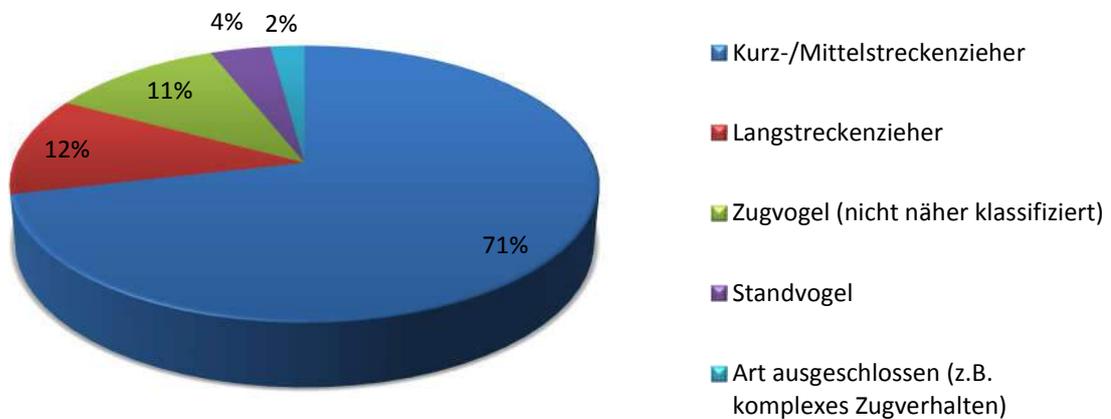
Grafik 7: Die 15 am häufigsten beobachteten Arten mit Zugverhalten

Die relativen Häufigkeiten der 15 häufigsten festgestellten Familien ist in der Grafik 8 dargestellt. Eine vollständige Artenliste findet sich im Anhang 1.



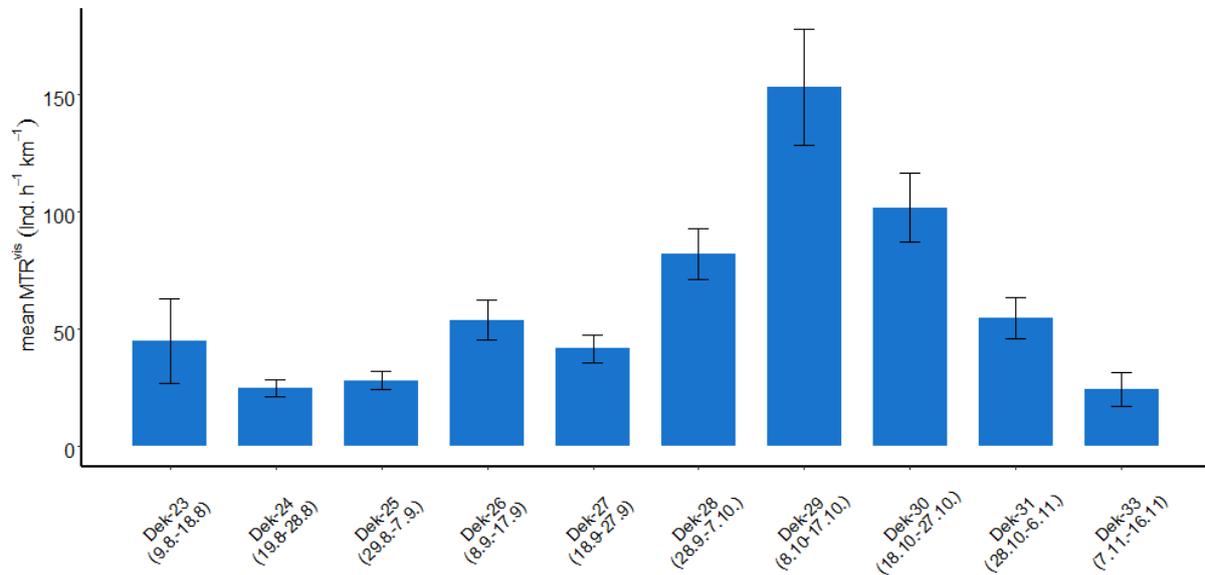
Grafik 8: Die 15 häufigsten im Rahmen der Erhebungen festgestellten Familien.

Beim Großteil der im Rahmen der Tagvogelzugerhebungen dokumentierten Vögel handelte es sich nach der hierangewandten Definition um Zugvögel (siehe dazu 3.4). Rund 71% der festgestellten Individuen fielen in die Kategorie der Kurz- /Mittelstreckenzieher. 12 % wurden als Langstreckenzieher kategorisiert. 11 % konnten zwar als Zugvögel identifiziert werden, eine genauere Einteilung war aber aufgrund unzureichender Bestimmung auf Artniveau nicht möglich. Lediglich 4% der dokumentierten Individuen wurden als Standvögel klassifiziert. Dies liegt daran dass die Beobachter angehalten waren nur ziehende Vögel zu dokumentieren. Des Weiteren wurden 2 % von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen, weil eine unzureichende Artbestimmung keine Rückschlüsse auf das Zugverhalten zuließ oder weil die Arten ein komplexes Zugverhalten aufweisen (z.B. Fichtenkreuzschnabel).



Grafik 9: Häufigkeit der im Rahmen der Tagvogelzugerhebungen dokumentierten Vögel (Individuen) in Prozent nach Zugstrategien.

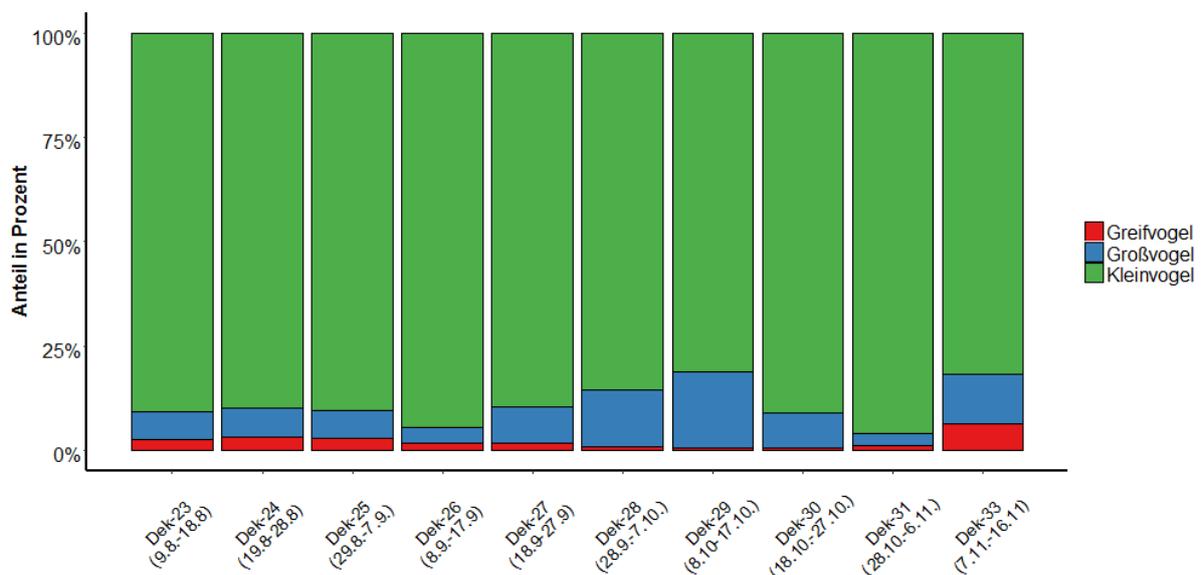
3.6.2. Phänologie



Grafik 10: mittlere MTR pro Punkt aller festgestellten Zugvögel: n= 218.868

Grafik 10 zeigt den Verlauf des festgestellten Tagvogelzugs. Dargestellt sind die mittlere MTR^{vis} pro Dekade sowie der Standardfehler. Ab Mitte August steigt das Zugaufkommen – mit Ausnahme der 27. Dekade – bis zur 29. Dekade kontinuierlich an. Der Durchzugsgipfel wird während der 29. Dekade mit einer mittleren MTR^{vis} von 152 Vögeln pro Stunde erreicht. Danach sinkt die Durchzugsrate kontinuierlich bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes ab.

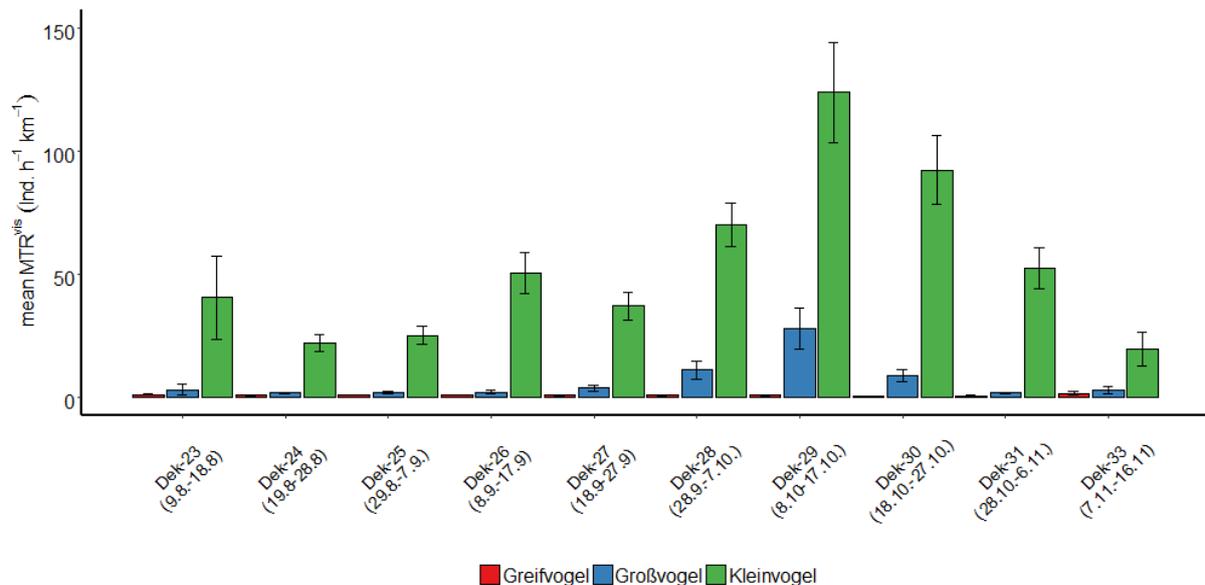
Phänologie nach Artengruppen



Grafik 11: Prozentueller Anteil der Artengruppen pro Dekade.

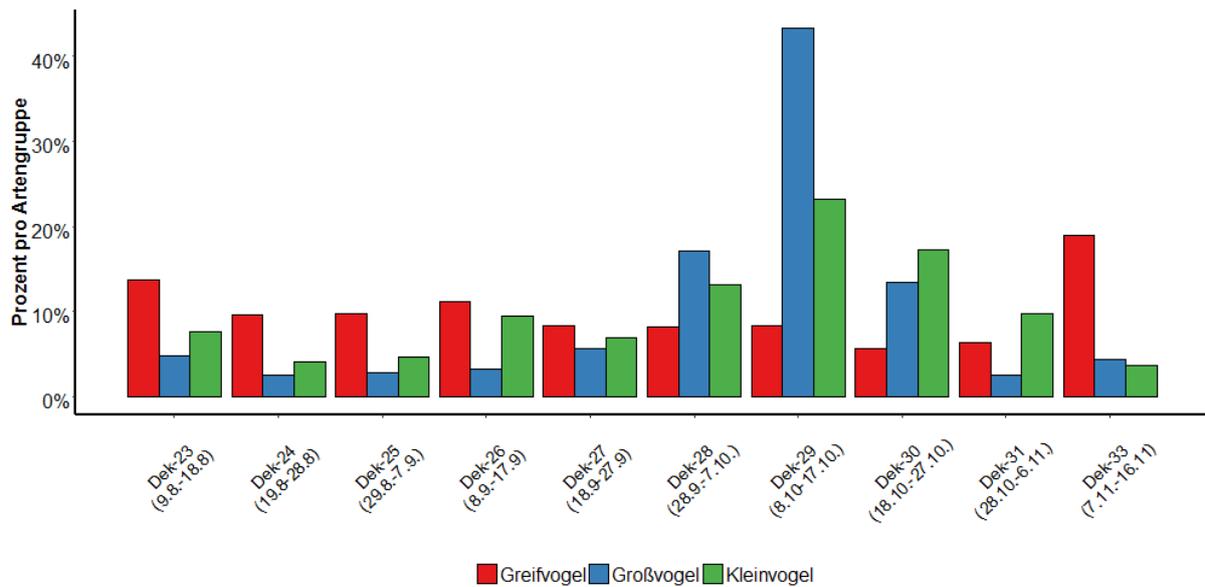
Bei dem Großteil der festgestellten Arten handelte es sich um Kleinvögel, welche zumeist mehr als 80 % des Zuges ausmachen (siehe Grafik 11). Lediglich Anfang bis Mitte Oktober erreicht der Anteil an Großvögeln 18% des Gesamtzugaufkommens. Dies ist vor allem durch den starken Ringeltauben-Zug begründet.

Die mittleren Durchzugsraten pro Dekade und Artengruppe sind in Grafik 11 dargestellt. Die höchste mittlere Durchzugsrate wird bei den Kleinvögeln (mittlere MTR^{vis} 123) und Großvögeln (mittlere MTR^{vis} 27,7) in der 29. Dekade erreicht (Grafik 12).



Grafik 12: Mittlere Durchzugsrate und Standardfehler pro Dekade und Artengruppe.

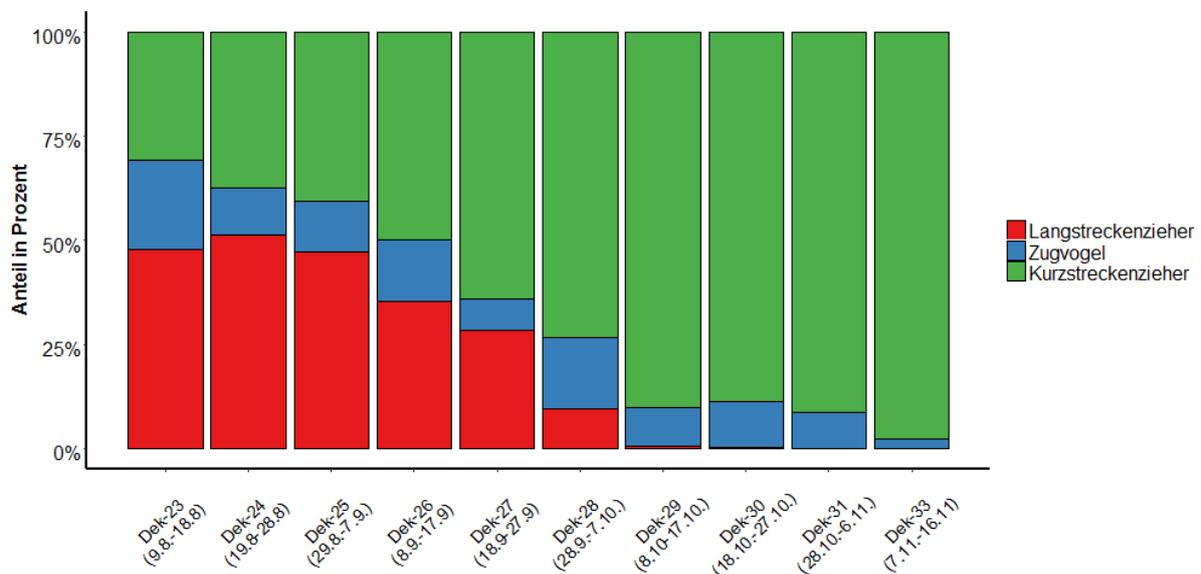
Hinsichtlich des Verlaufs des Zuges zeigt sich, dass die Phänologie von Kleinvögeln und Großvögeln im Wesentlichen dasselbe Muster aufweist (Grafik 13), wenn auch die erreichten Durchzugsraten bei den Großvögeln deutlich geringer sind. Der Greifvogelzug hingegen verläuft relativ kontinuierlich über den gesamten Zeitraum. Die höheren Durchzugsraten bzw. der höhere Anteil in der ersten und letzten Dekade dürfte durch den geringeren Erhebungsaufwand während dieser beiden Dekaden bedingt sein.



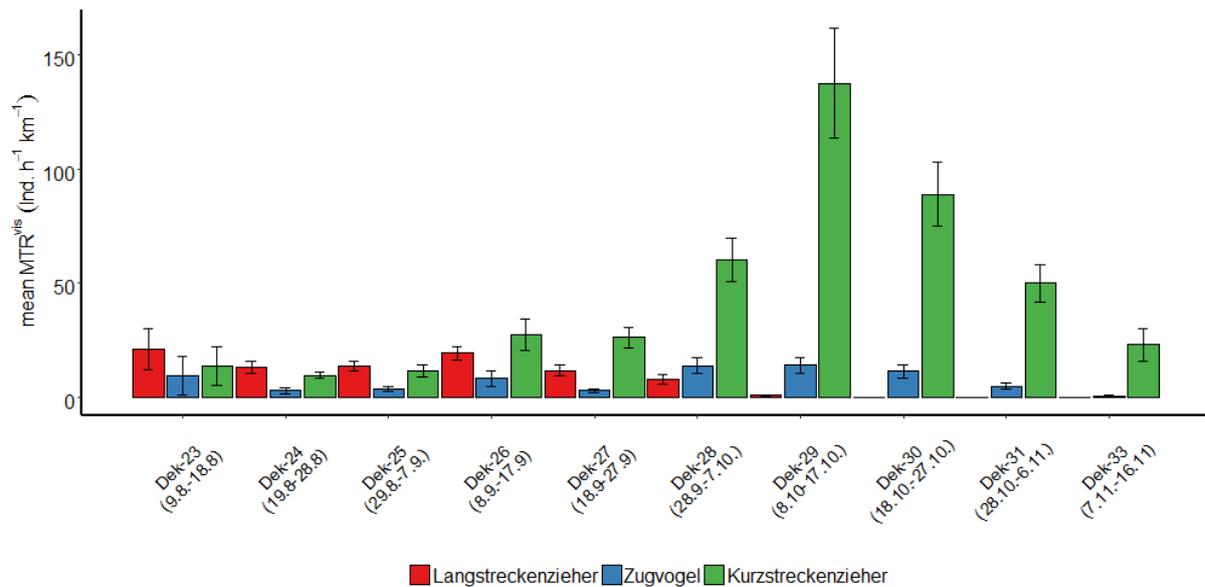
Grafik 13: Prozentuelle Verteilung der festgestellten Durchzugsraten pro Artengruppe und Dekade. Die Summe aller Säulen einer Artengruppe entspricht 100% des festgestellten Durchzugs.

Phänologie nach Zugtyp

Der Verlauf des Anteils an Langstreckenzieher bzw. Kurzstreckenzieher am Zugeschehen pro Dekade ist in Grafik 14 dargestellt. Es zeigt, dass zu Beginn des Herbstzuges etwa die Hälfte aller festgestellten ziehenden Vögel Langstreckenzieher sind. Ab Anfang September geht deren Anteil bis Anfang Oktober kontinuierlich zurück und die Kurzstreckenzieher stellen den Großteil der festgestellten Zugvögel dar. Der Anteil an nicht zu einem Zugtyp zuordenbaren Vögeln (v.a. nicht auf Artniveau bestimmten Zugvögeln) bleibt über den gesamten Zeitraum relativ konstant.

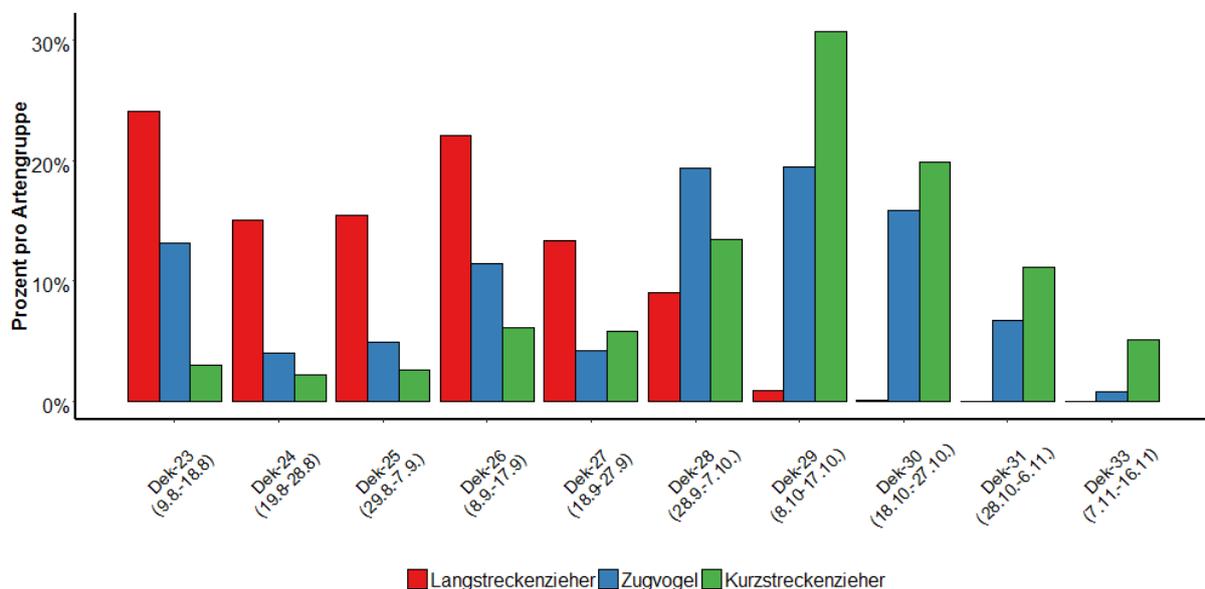


Grafik 14: Prozentueller Anteil der Artengruppen pro Dekade.



Grafik 15: Mittlere Durchzugsrate und Standardfehler pro Dekade und Zugtyp.

Hinsichtlich der Durchzugsraten zeigt sich, dass die mittleren Durchzugsraten bei Kurz- und Langstreckenzieher während der 23. bis 26. Dekade in etwa im selben Größenbereich von einer MTR^{vis} 10 bis 20 liegen. Während der Langstreckendurchzug dann allmählich ausklingt, erreicht der Durchzug der Kurzstreckenzieher mit einer MTR^{vis} von knapp 140 in der 29. Dekade seinen Höhepunkt (Grafik 15). Der prozentuelle Verlauf des jeweiligen Zugtyps ist in Grafik 16 darstellt.

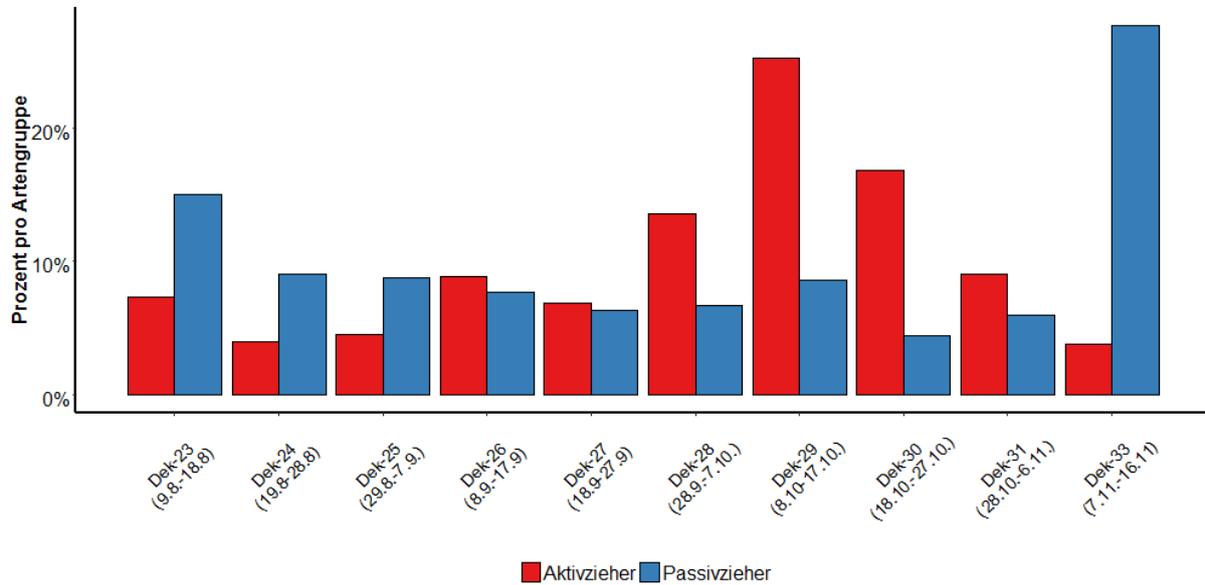


Grafik 16: Verlauf der mittleren festgestellten Durchzugsraten in Prozent nach Zugtyp unterschieden. Die Summe aller Säulen eines Zugtyps entspricht 100% des festgestellten Durchzugs.

Phänologie nach Flugeigenschaften.

Grafik 17 zeigt den Verlauf des Durchzugs in Abhängigkeit der Flugeigenschaften der festgestellten Zugvögel. Während sich der Zug der Passivzieher relativ konstant – mit Ausnahme der letzten Dekade – über den Untersuchungszeitraum verteilt, gipfelt der

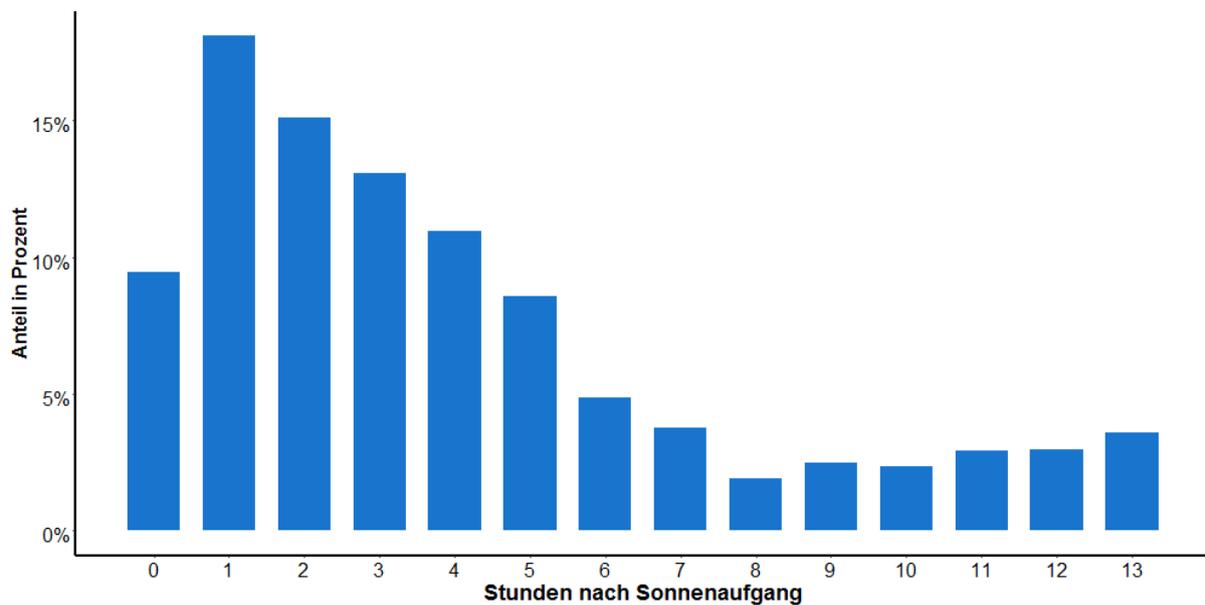
Durchzug der Aktivzieher wiederum in der 29. Dekade. Der hohe Anteil der mittleren Durchzugsrate der Passivzieher in der letzten Dekade dürfte sich in der geringeren Anzahl an Erhebungspunkten bzw. Aufwand (siehe Erhebungsaufwand) während dieser Dekade begründen.



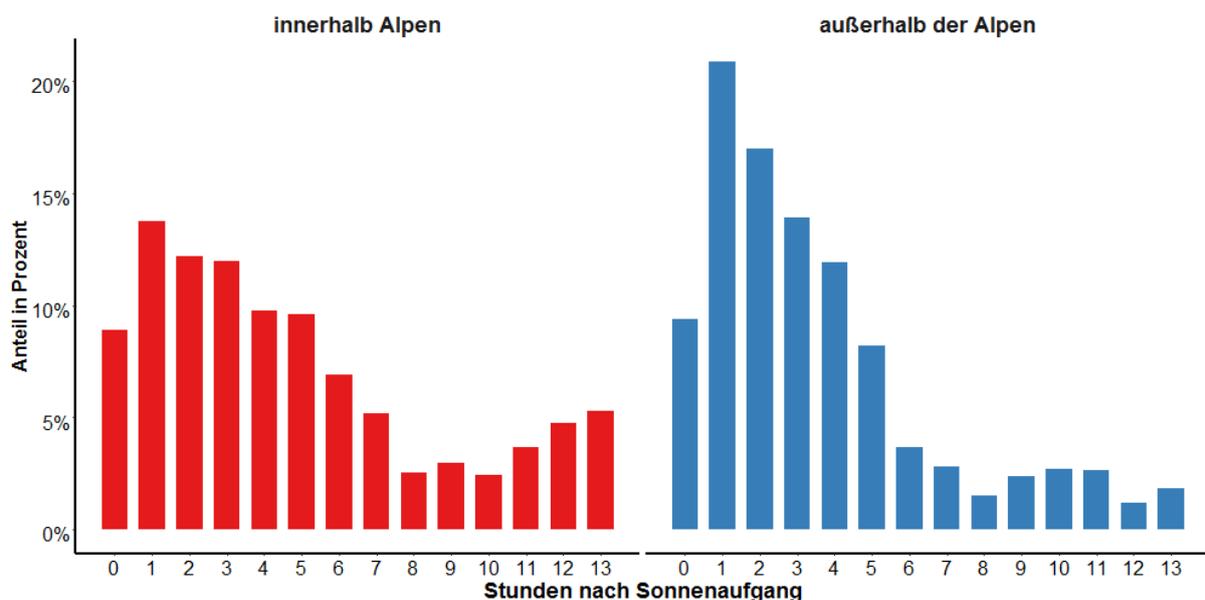
Grafik 17: Verlauf der mittleren festgestellten Durchzugsraten in Prozent nach Aktiv- und Passivziehern unterschieden. Die Summe aller Säulen einer Gruppe entspricht 100% des festgestellten Durchzugs.

3.6.3. Tagesphänologie

Der Verlauf des Durchzugs in Abhängigkeit der Tageszeit bzw. der Zeit nach Sonnenaufgang ist in Grafik 18 und Grafik 19 dargestellt. In der ersten Stunde nach Sonnenaufgang konnte die höchste mittlere MTR^{vis} festgestellt wurde. Danach fällt die mittlere Durchzugsrate kontinuierlich ab und bis zur fünften Stunde sind rund 75 % des Zugaufkommens durchgezogen. In der achten Stunde nach Sonnenaufgang wurde die geringste mittlere Durchzugsrate verzeichnet. Gegen Tagesende steigen die Durchzugsraten wieder leicht an, wobei hier anzumerken ist, dass die Datenlage aufgrund geringerer Erhebungsintensität zu diesem Zeitpunkt etwas unsicherer ist.

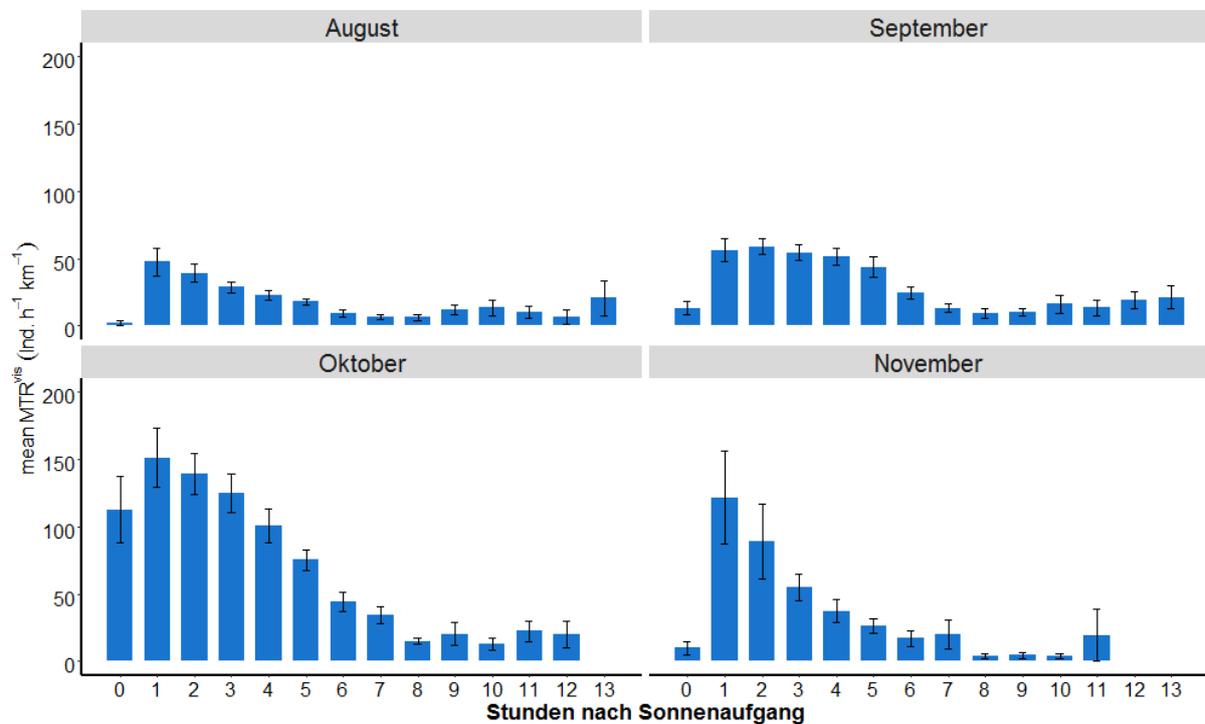


Grafik 18: Prozentueller Verlauf der mittleren MTR^{vis} aller festgestellten Zugvögel pro Stunde nach Sonnenaufgang.



Grafik 19: Verlauf der mittlere MTR^{vis} pro Stunde nach Sonnenaufgang innerhalb und außerhalb des Alpenraumes.

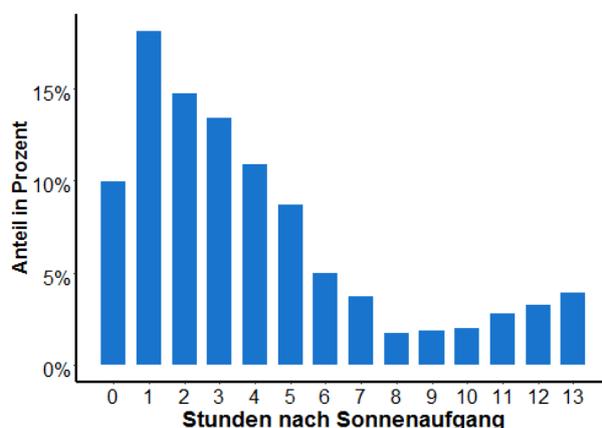
Innerhalb der Alpen fällt die mittlere Durchzugsrate weniger stark ab als außerhalb. Nach den ersten fünf Stunden konnten rund 66 % des Zugaufkommens innerhalb der Alpen und rund 81 % des Zugaufkommens außerhalb der Alpen festgestellt werden.



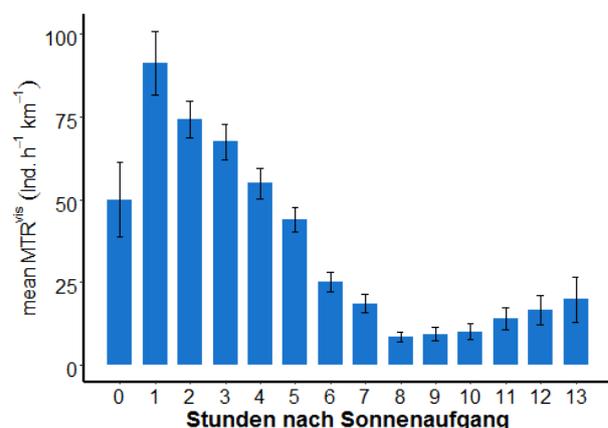
Grafik 20: Tageszeitlicher Verlauf der mittleren Durchzugsrate während der Monate August, September, Oktober und November.

Ein Vergleich der Tagesphänologie im Laufe der Monate zeigt, dass der Abfall der mittleren Durchzugsraten während des Tagesverlaufs stärker wird. Vor allem während der Monate Oktober und November können in ersten Morgenstunden sehr hohe Durchzugsraten auftreten, welche dann im Verlaufe des Tages sehr stark absinken.

In den Grafik 23 bis Grafik 30 ist für die Artengruppe der Kleinvögel, Großvögel und Greifvögel der Tagesverlauf der mittleren Durchzugsrate in Prozent sowie die mittlere MTR^{vis} dargestellt.

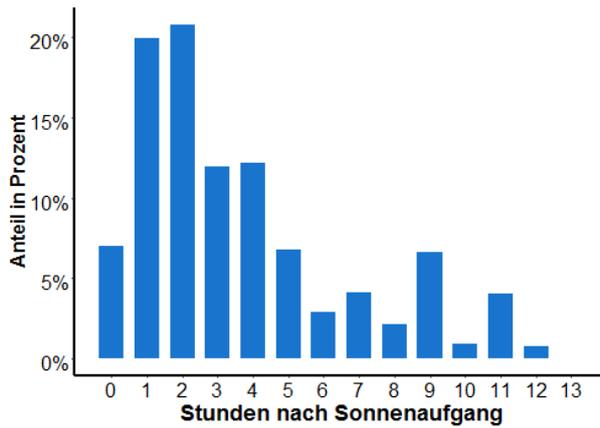


Grafik 21: Tageszeitliche Phänologie in Prozent aller

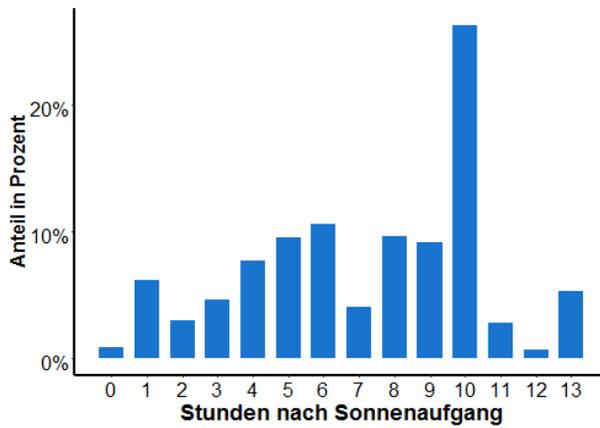


Grafik 22: Tageszeitliche Phänologie der mittleren

ziehenden Kleinvögel.

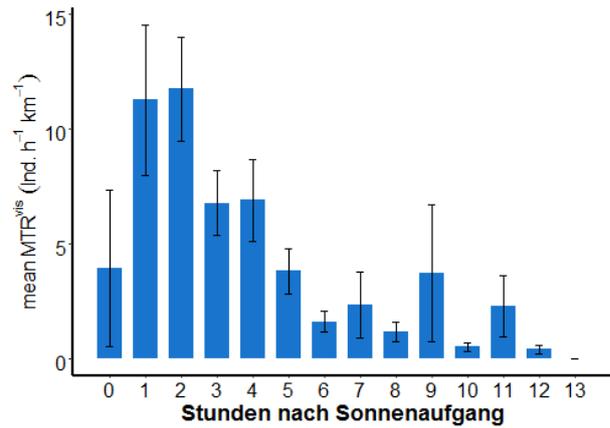


Grafik 23 Tageszeitliche Phänologie in Prozent aller ziehender Großvögel.

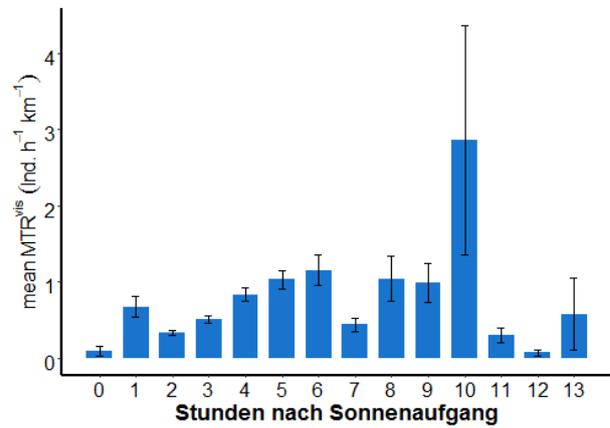


Grafik 25: Tageszeitliche Phänologie in Prozent allerziehender Greifvögel.

Durchzugsraten aller ziehender Kleinvögel



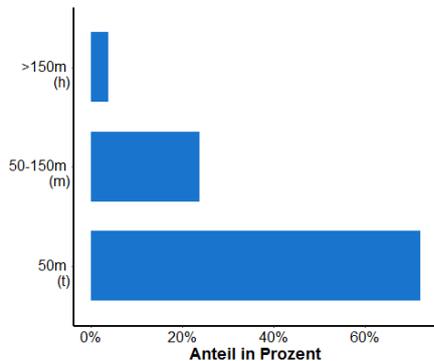
Grafik 24 Tageszeitliche Phänologie der mittleren Durchzugsraten aller ziehender Großvögel.



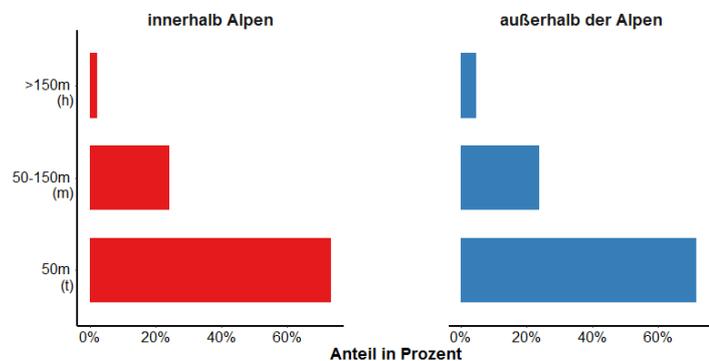
Grafik 26: Tageszeitliche Phänologie der mittleren Durchzugsraten aller ziehender Greifvögel

3.6.4. Höhenverteilung

Hinsichtlich der Verteilung des Zuges im vertikalen Raum zeigt sich, dass rund 72% des festgestellten Vogelzugs in den unteren 50 Metern, etwa 22 % zwischen 50 m und 150 m und lediglich knapp 4 % im Höhenintervall über 150 m stattfand. (Grafik 27).



Grafik 27: Höhenverteilung aller festgestellten Zugvögel in Prozent in den Bereichen unterhalb von 50m, zwischen 50 und 150m und oberhalb von 150m.

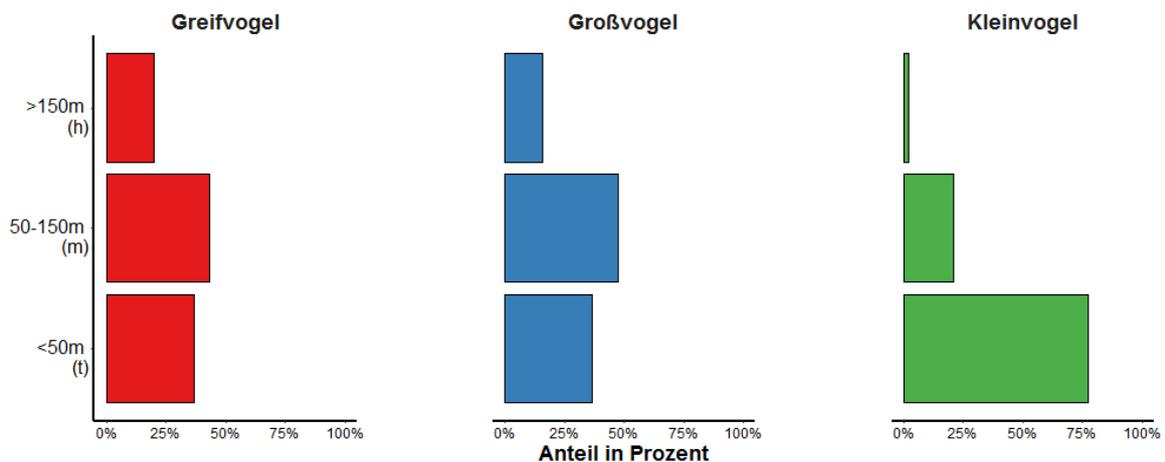


Grafik 28: Höhenverteilung aller festgestellten Zugvögel in Prozent innerhalb und außerhalb des Alpenraumes in den Bereichen unterhalb von 50m, zwischen 50 und 150m und oberhalb von 150m.

Dieses Muster der Höhenverteilung wurde sowohl innerhalb als auch außerhalb der Alpen festgestellt und es konnte keine Unterschiede festgestellt werden (Grafik 28).

Verteilung der Flughöhen nach Artengruppe

Bei Betrachtung der Höhenverteilung auf Artengruppen-Niveau zeigt sich, dass für die Greifvögel und Großvögel dieses Muster abweicht und dem Bereich 50 m bis 150 m über Grund mit 43 % bzw. 47 % die größte Bedeutung zukommt. Rund 37 % der Beobachtungen der beider Artengruppen erfolgten in den unteren 50 m. Oberhalb von 150 m verliefen rund 20 % des registrierten Greifvogel- und 16 % des registrierten Großvogelzuges.



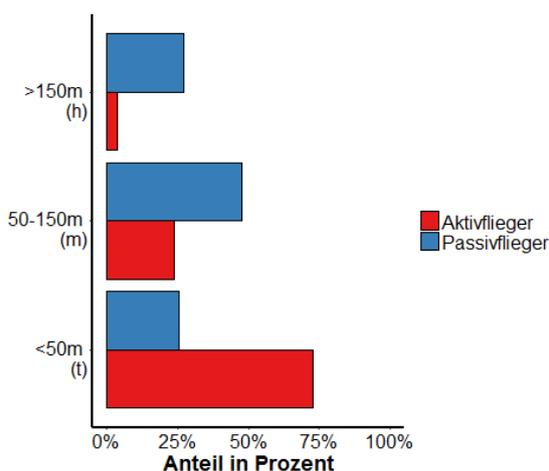
Grafik 29: Flughöhenverteilung nach Artengruppe in Prozent.

Im Gegensatz dazu wurden mehr als 77 % der Kleinvögel unterhalb von 50 m, 20 % zwischen 50 m und 150 m und lediglich 2 % oberhalb von 150 m festgestellt.

Verteilung der Flughöhen nach Flugtyp

Passivfliegende Arten nutzen, ihrer physikalischen Flugeigenschaften entsprechend, vorwiegend die oberen Höhen, wobei innerhalb des Bereichs der 50 m bis 150 m etwa 47 % und oberhalb von 150 m rund 27 % festgestellt werden konnten (Grafik 30).

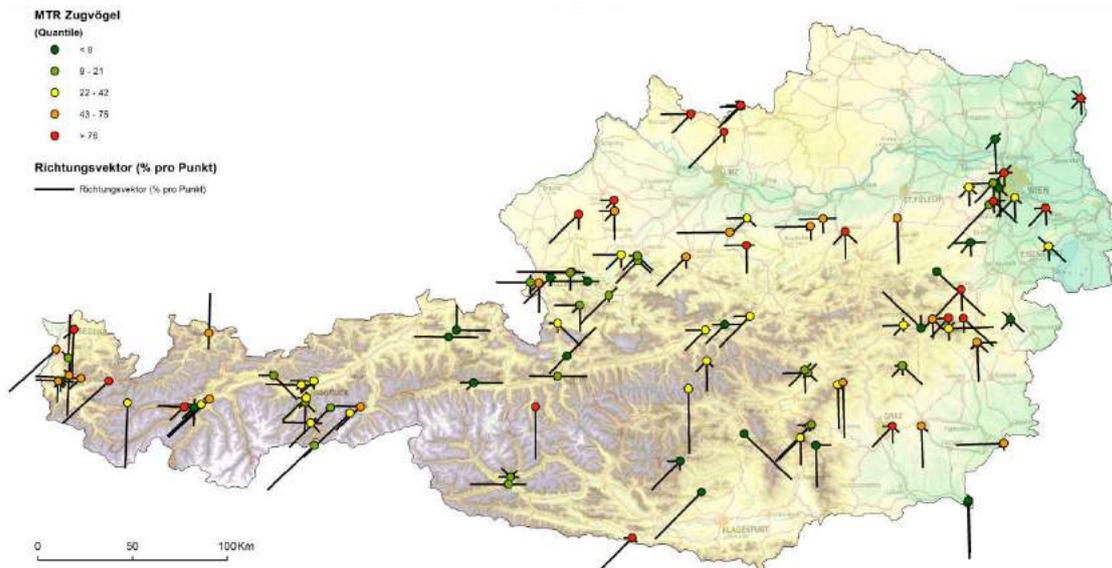
Bei den Aktivfliegern hingegen konnten rund 72% unterhalb von 50 m, rund 24 % zwischen 50 m und 150 m und nur 4 % darüber beobachtet werden.



Grafik 30: Flughöhenverteilung nach Artengruppe in Prozent.

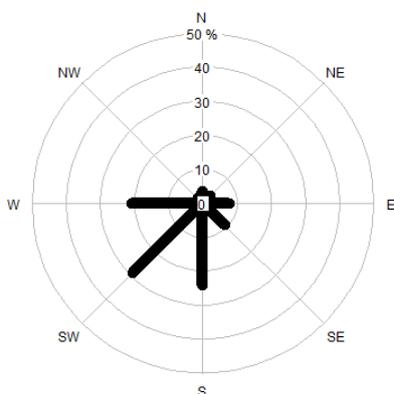
3.6.5. Richtungsverteilung

Die festgestellten Zugrichtungen pro Punkt für alle Arten sind Karte 1 dargestellt. Obwohl die Richtungsverteilung zwischen den einzelnen Punkten sehr stark variiert, ist eine Dominanz der Richtungen Süd-West, Süd und West zu erkennen.

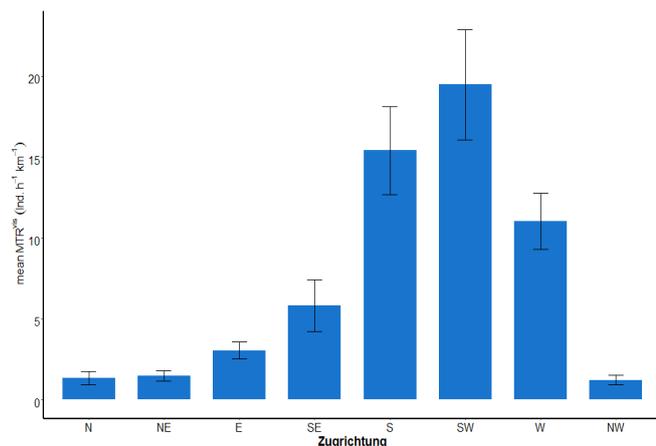


Karte 3: Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Zugvögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .

Werden die Richtungen aller Punkte über den gesamten Untersuchungszeitraum zusammengefasst (Grafik 31), so zeigt sich, dass rund 29 % auf die Südwest-Komponente entfallen. Zweitstärkste Richtungskomponente ist die Richtung Süd mit 24 %, gefolgt von West mit 21 %. Die Richtung Südost ist mit rund 9 % nur von untergeordneter Bedeutung.



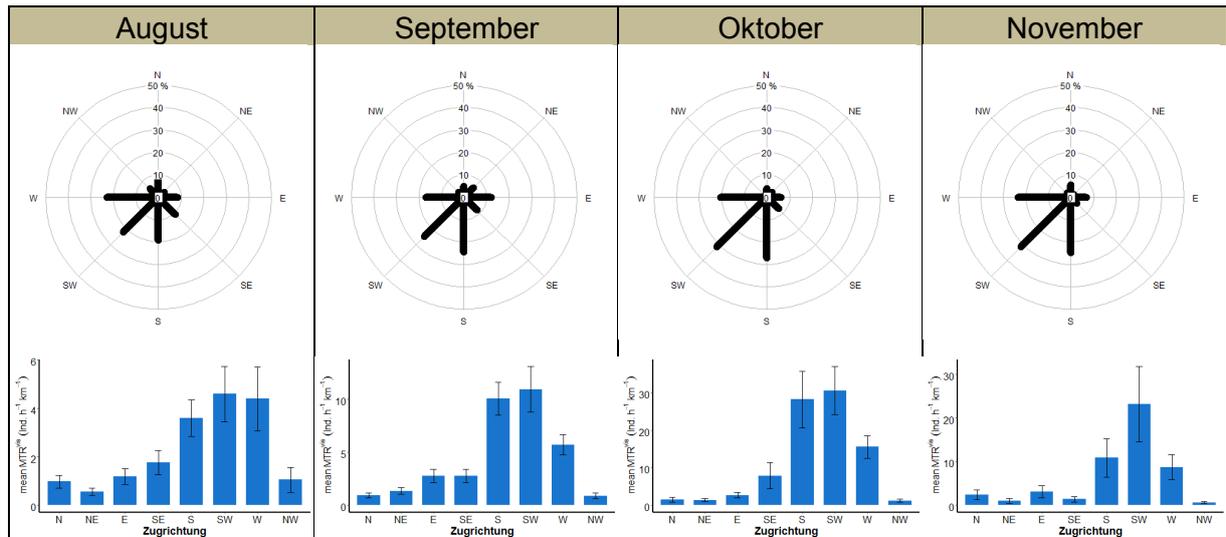
Grafik 31: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Zugvögel während der gesamten Herbstzugperiode.



Grafik 32: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Zugvögel während der gesamten Herbstzugperiode.

Die mittleren festgestellten Durchzugsraten pro Zugrichtung sind in Grafik 32 dargestellt. Auch hier zeigt, dass die höchste mittlere Durchzugsrate (MTR_{vis} 19,5) in Richtung Südwest festgestellt wurde. Für die Richtungen Süd und West konnten mittlere Durchzugsraten von einer MTR_{vis} von 15,4 bzw. 11 verzeichnet werden.

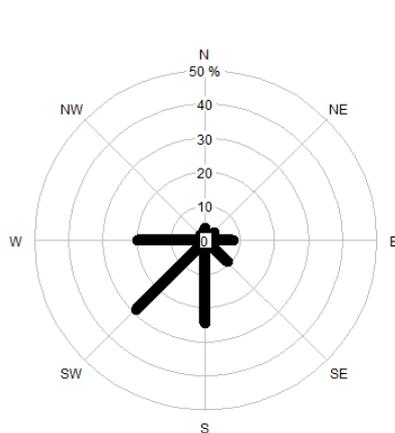
Grafik 33 stellt den Verlauf der Richtungsverteilung sowie die mittleren Durchzugsraten pro Richtung aufgeteilt nach Monaten dar. Es zeigt sich dass die Richtung Südwest in allen Monaten die stärksten Durchzugsraten aufweist.



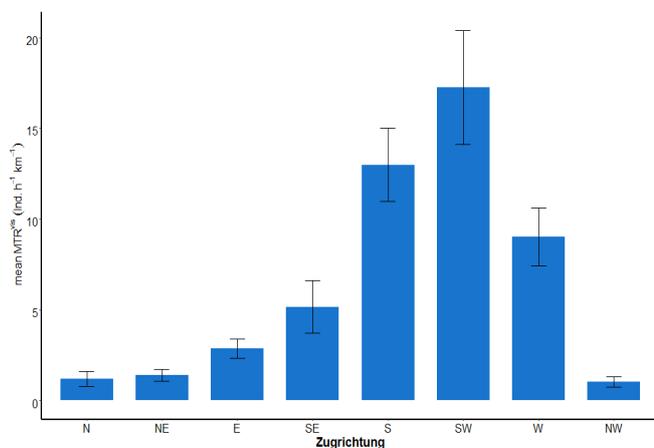
Grafik 33: Prozentuelle Richtungsverteilung und mittlere Durchzugsraten (MTR_{vis}) sowie Standardfehler pro Richtung im Verlauf des Herbstzugs (Monat).

Richtungsverteilung nach Artengruppen

Die Verteilung der Flugrichtung von Kleinvögeln ist in Karte 4 dargestellt und entspricht, aufgrund des hohen Anteils am Gesamtzugaufkommen, im Wesentlichen der Richtungsverteilung aller Zugvögel.

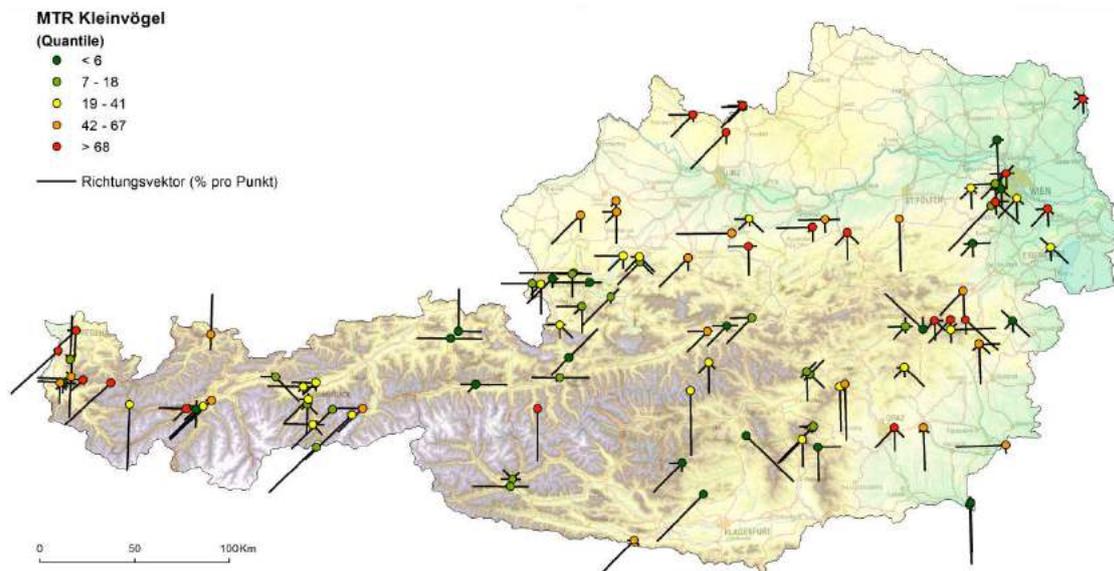


Grafik 34: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Kleinvögel während der gesamten Herbstzugperiode.



Grafik 35: Mittlere MTR_{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Kleinvögel während der gesamten Herbstzugperiode.

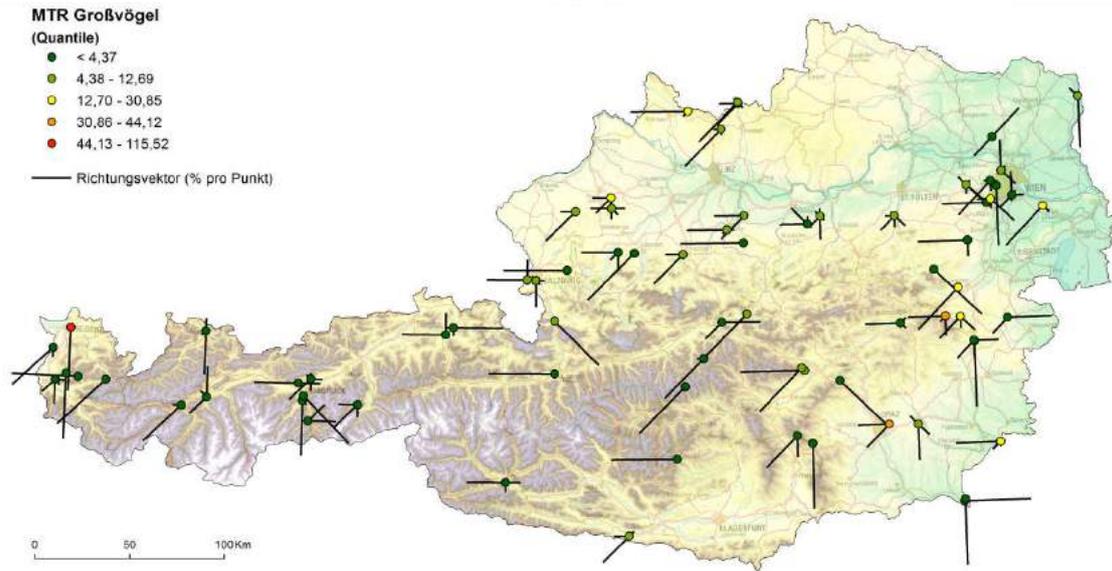
Die stärkste Durchzugsrichtung bzw. die höchsten Durchzugsraten sind in südwestlicher Richtung (Grafik 34 und Grafik 35) und streuen um diese Richtung (hohe Süd und West Komponenten).



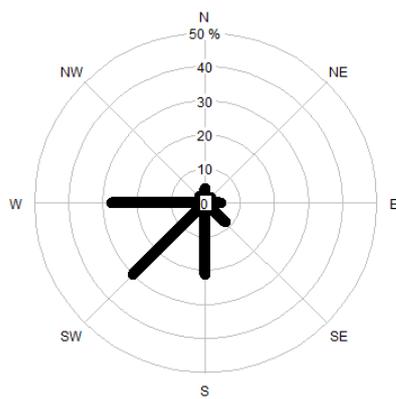
Karte 4: Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Kleinvögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .

In

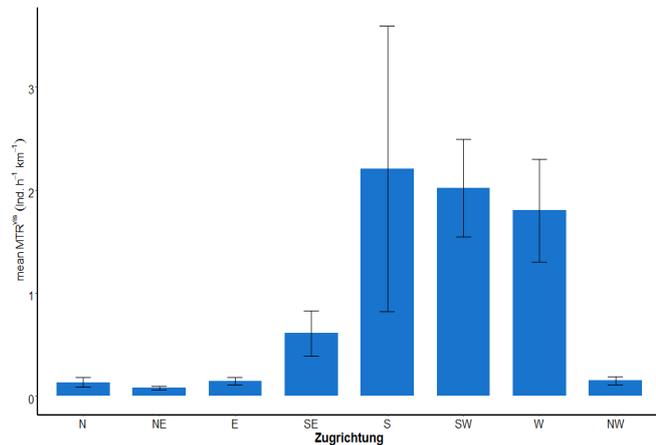
Karte 5 sind die Flugrichtungen von ziehenden Großvögeln dargestellt. Hinsichtlich der mittleren prozentuellen Richtungsverteilung zeigt sich, dass die Hauptrichtung zwar wiederum Südwest ist, aber die westliche Komponente eine annähernd ebenso hohe Komponente aufweist (Grafik 36). Hinsichtlich ihres prozentuellen Anteils weist die südliche Richtung einen geringeren Anteil auf, es konnten aber punktuell sehr hohe Zugintensitäten Richtung Süd festgestellt werden. Dies spiegelt sich in der hohen mittleren Durchzugsrate wider (Grafik 37).



Karte 5 Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Großvögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .

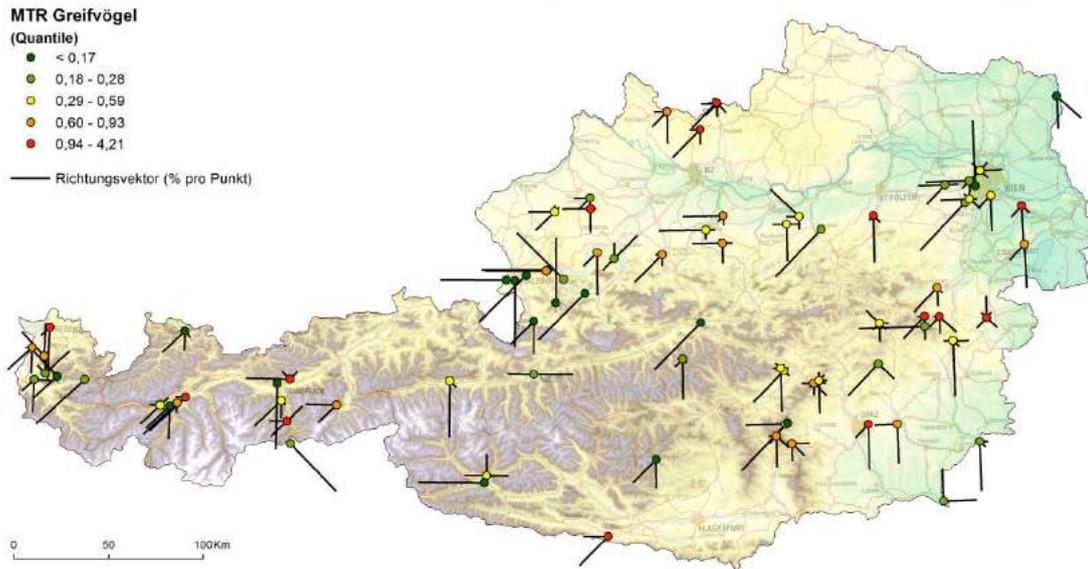


Grafik 36: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Großvögel während der gesamten Herbstzugperiode.

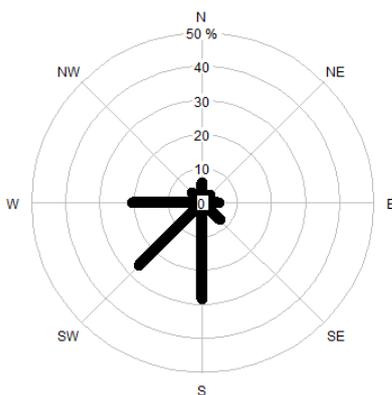


Grafik 37: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Großvögel während der gesamten Herbstzugperiode.

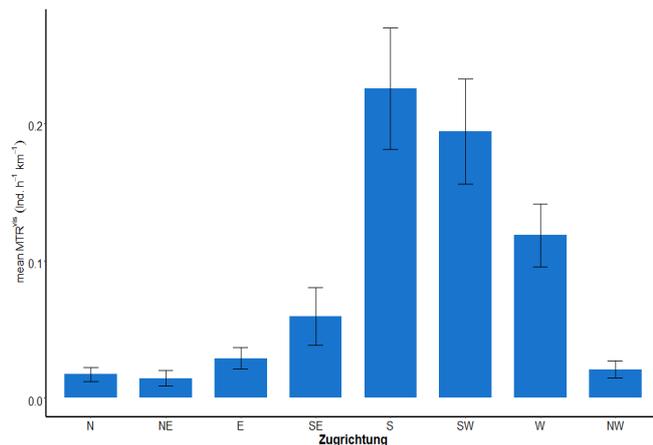
Die Flugrichtungen der Gruppe der Greifvögel sind in Karte 6 dargestellt. Im Gegensatz zu den Groß- und Kleinvögeln weist bei der Gruppe der Greifvögel die südliche Richtung sowohl den mittleren prozentuellen Anteils als die mittleren Durchzugsraten betreffend die höchsten Werte auf.



Karte 6 Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Greifvögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .



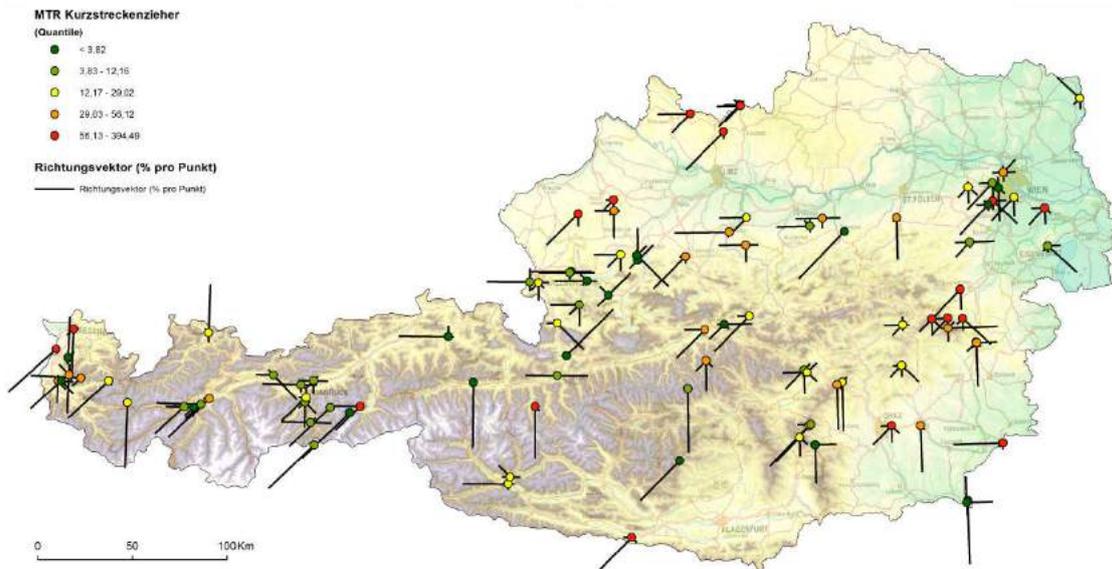
Grafik 38 Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Greifvögel während der gesamten Herbstzugperiode.



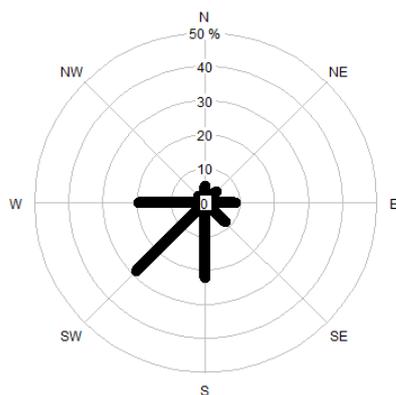
Grafik 39 Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Greifvögel während der gesamten Herbstzugperiode.

Richtungsverteilung nach Zugtyp

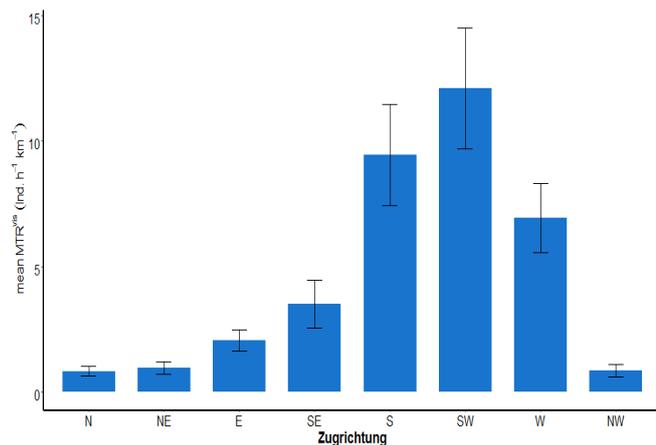
Die Verteilung der Flugrichtungen aller festgestellten Kurzstreckenzieher pro Punkt ist in Karte 7 dargestellt. Klar dominierend ist mit 29 % die Richtung Südwest, die beiden Richtungen West und Süd weisen mit 19,5 % bzw. 22 % deutlich geringere Werte auf (Grafik 40). Der südöstlichen Richtung kommt auch in dieser Darstellung nur eine untergeordnete Rolle zu. Die höchsten mittleren Durchzugsraten von einer MTR^{vis} von 12 konnten ebenfalls in südwestlicher Richtung verzeichnet werden.



Karte 7 Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Kurzstreckenzieher pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .



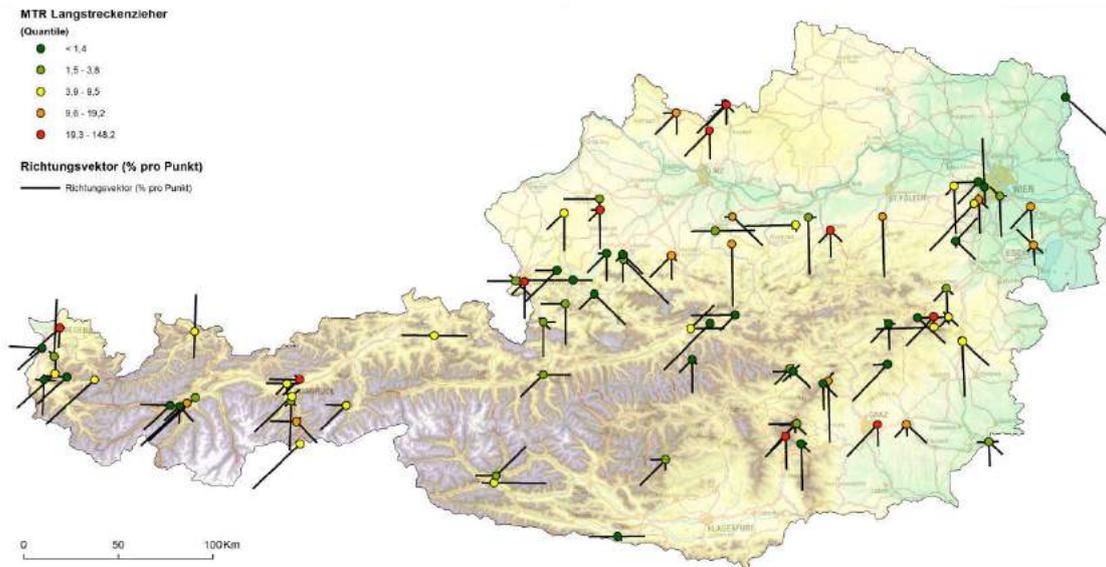
Grafik 40: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Kurzstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.



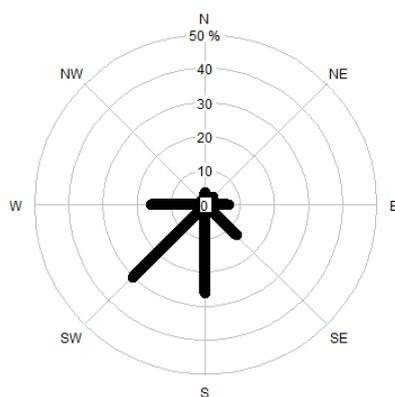
Grafik 41: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Kurzstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.

In Karte 8 ist die Richtungsverteilung aller beobachteten Langstreckenzieher pro Punkt dargestellt. Dominierend ist wiederum die Südwest-Komponente mit rund 30 %, gefolgt von der Süd-Komponente mit 26 % (

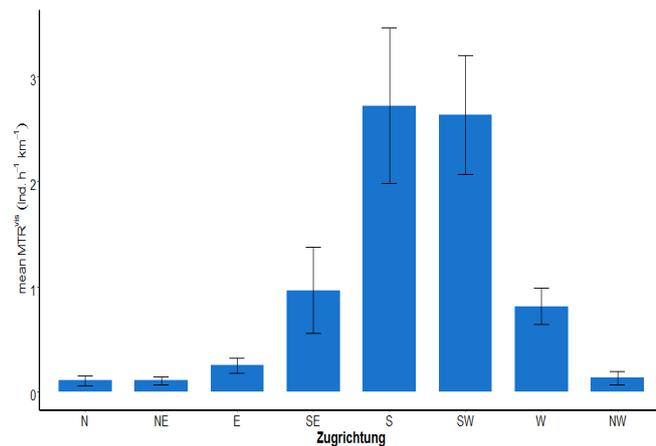
Grafik 42). Die westliche Richtung weist mit 15 % einen deutlich geringeren Anteil auf, hingegen ist die südöstliche mit 12,7 % im Vergleich zu den vorangegangenen Darstellungen deutlich stärker ausgeprägt. Die mittleren Durchzugsraten pro Richtung sind in Grafik 43 dargestellt.



Karte 8 Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten Langstreckenzieher pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .



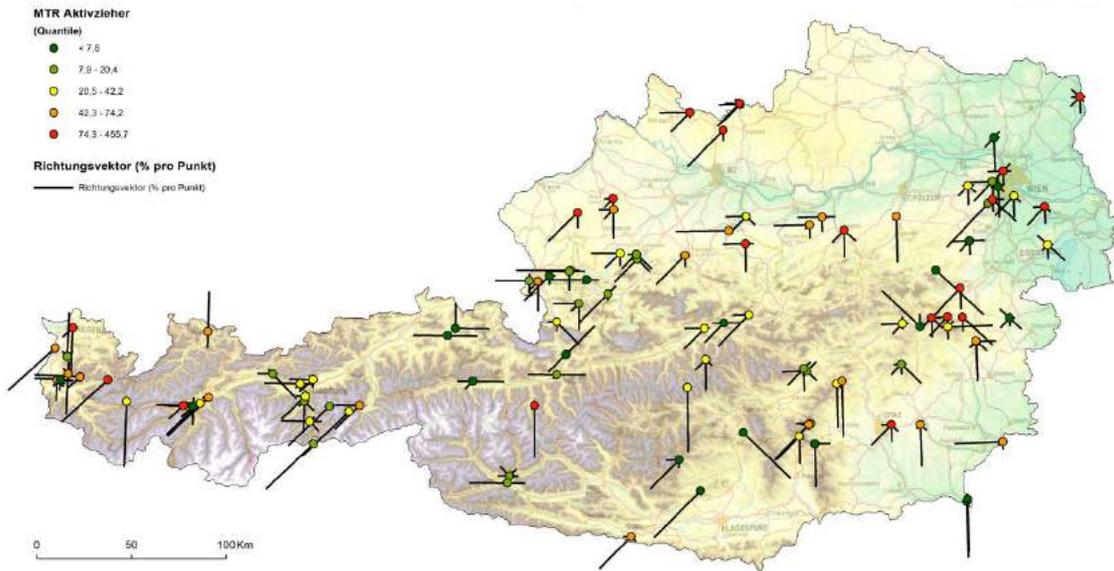
Grafik 42: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten Langstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.



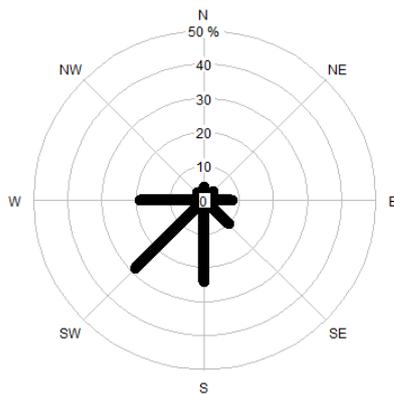
Grafik 43: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Langstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.

Richtungsverteilung nach Flugtyp

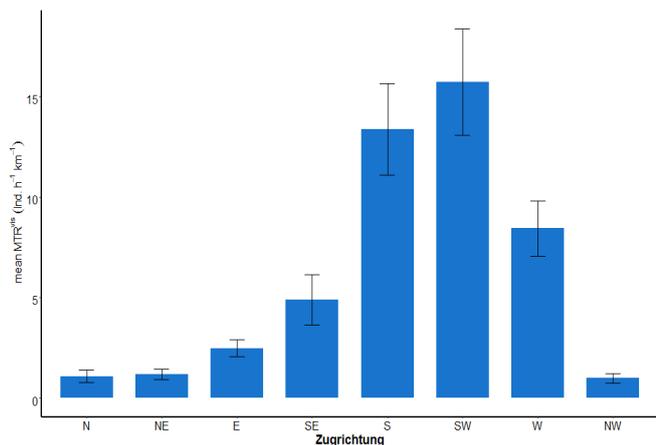
Die Richtungsverteilung aller festgestellten aktiv ziehenden Vögel pro Punkt ist in Karte 9 dargestellt. Es überwiegt wiederum die Südwest-Komponente (28,5%, Grafik 44). Die Süd-Komponente ist mit 24 % stärker ausgeprägt als die West-Komponente (19%). Andere Zugrichtungen sind nur von untergeordneter Bedeutung. Die höchste mittlere Durchzugsrate pro Zugrichtung von aktivfliegenden Vögeln konnten in Richtung Südwest mit einer MTR^{vis} von ca. 15 festgestellt werden.



Karte 9: Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten aktivziehenden Vögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .

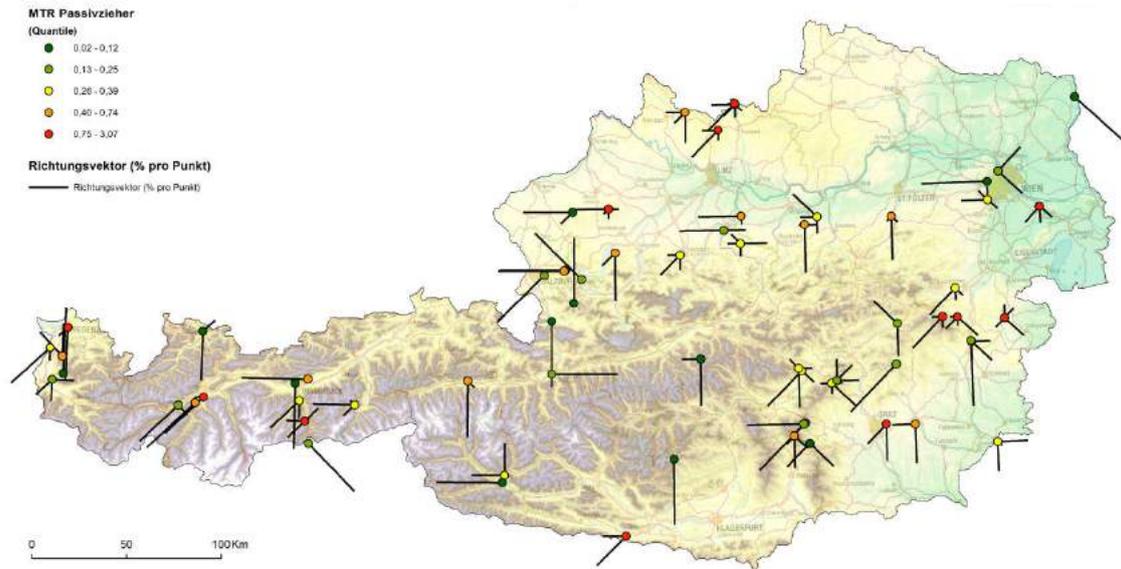


Grafik 44: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten aktivziehenden Vögel während der gesamten Herbstzugperiode.

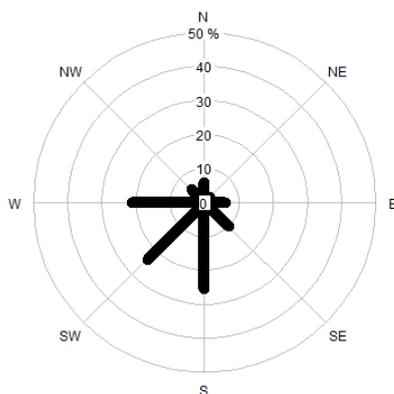


Grafik 45: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Langstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.

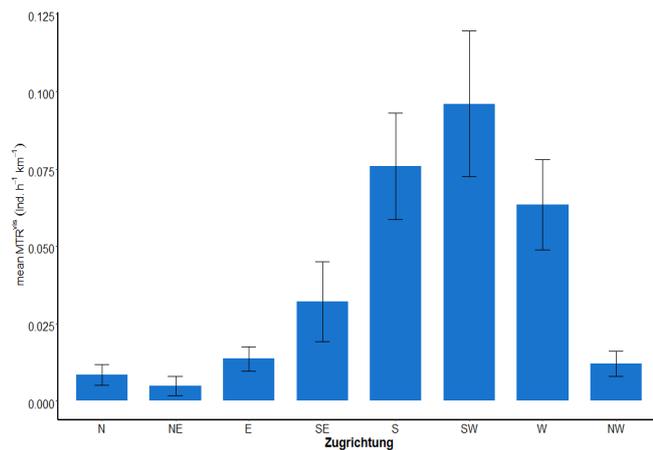
Die Richtungsverteilung der passivziehenden Arten ist in Karte 10 dargestellt. Die Südkomponente ist mit 25,5% etwas stärker als die Südwest-Komponente (23,7%) ausgeprägt (Grafik 46). Rund 21 % der passivziehenden Arten flogen Richtung West, lediglich 10 % flogen in Richtung Südost. Die mittleren Durchzugsraten sind in Grafik 47 dargestellt. Die höchste mittlere Durchzugsrate weist die Richtung Südwest mit einer MTR^{vis} von 0,1 auf.



Karte 10: Prozentuelle Richtungsverteilung aller festgestellten passivziehenden Vögel pro Punkt sowie die mittlere festgestellte MTR^{vis} pro Punkt. Die in 5 Klassen dargestellte Farbgebung entspricht der Quantile der mittleren MTR^{vis} .



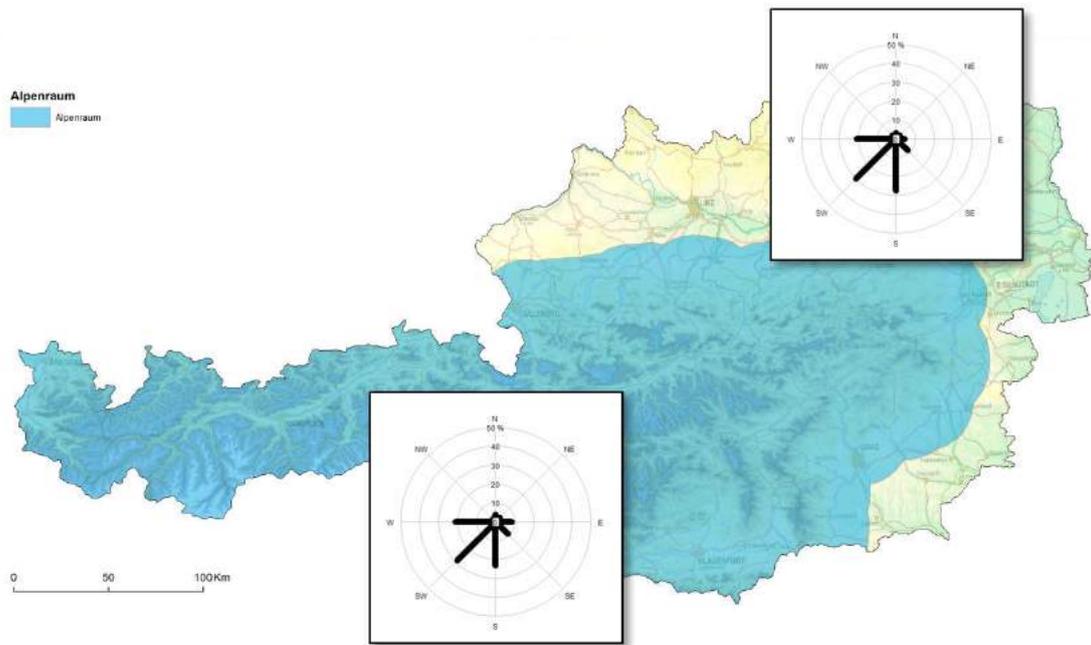
Grafik 46: Prozentuelle Richtungsverteilung aller beobachteten passivziehenden Vögel während der gesamten Herbstzugperiode.



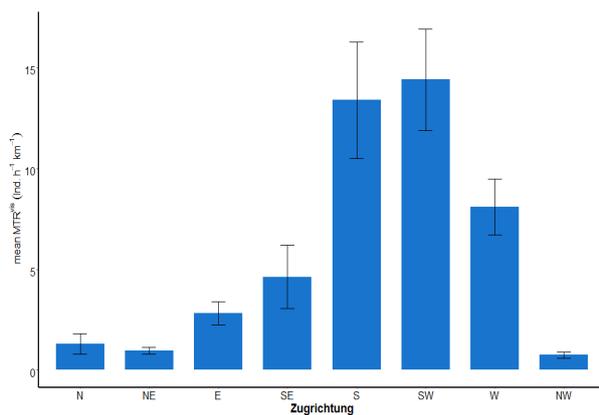
Grafik 47: Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Langstreckenzieher während der gesamten Herbstzugperiode.

Richtungsverteilung Alpenraum

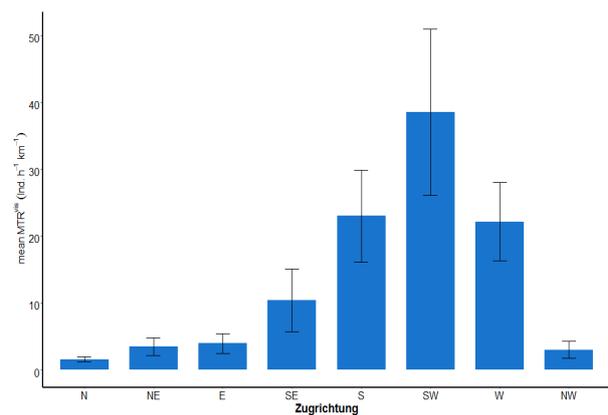
Karte 11 zeigt die mittlere prozentuelle Richtungsverteilung innerhalb und außerhalb des Alpenraumes. Innerhalb des Alpenraumes ist die Südwestkomponente mit 28,8% die dominierende Richtung, gefolgt von 23,3% Süd sowie 21,1% West. Außerhalb des Alpenraumes ist die Verteilung ähnlich (30 % Südwest, 27,5 % Süd und 20,8 % West), wenn auch die Südkomponente etwas stärker ausgeprägt ist.



Karte 11: Mittlere prozentuelle Richtungsverteilung aller Zugvögel innerhalb und außerhalb des Alpenraumes.



Grafik 48 Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Zugvögel während der gesamten Herbstzugperiode innerhalb des Alpenraumes.



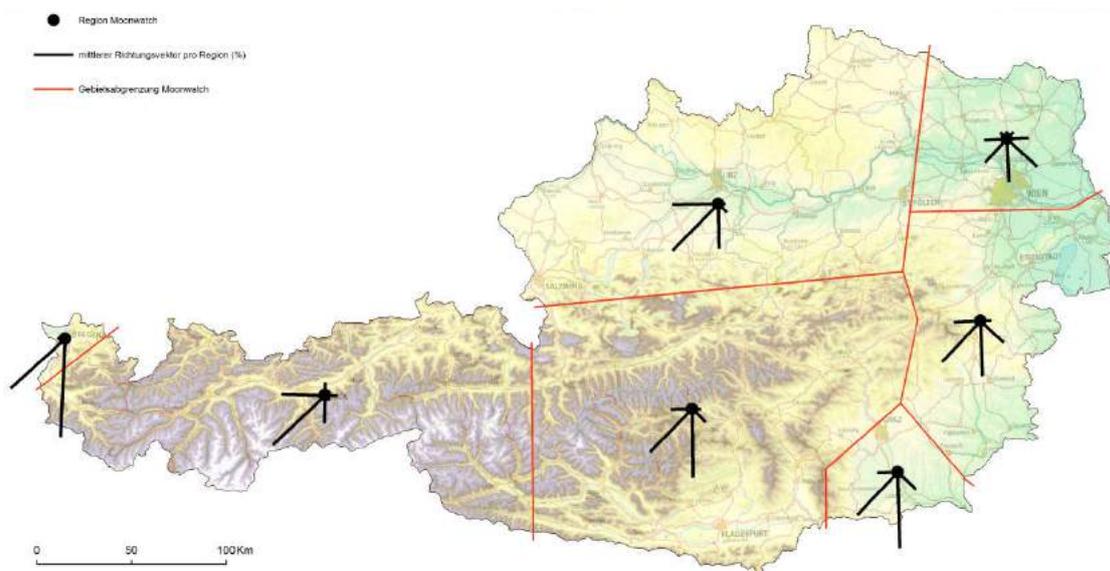
Grafik 49 Mittlere MTR^{vis} sowie Standardfehler pro Zugrichtung aller beobachteten Zugvögel während der gesamten Herbstzugperiode außerhalb des Alpenraumes.

Hinsichtlich der festgestellten mittleren Durchzugsraten pro Richtung zeigt sich, dass innerhalb des Alpenraumes die mittlere MTR^{vis} der Richtung Süd in etwa in der Größenordnung der Richtung Südwest liegt. Außerhalb des Alpenraumes konnten höhere mittlere Durchzugsraten festgestellt werden und die Südwest-Komponente weist den deutlich höchsten Wert auf.

Moonwatch Regionen

Für eine regionsspezifische Analyse wurde eine Einteilung des Untersuchungsgebiets in fünf Regionen nach Rössler & Schauer (2014) vorgenommen. Die mittlere prozentuelle

Richtungsverteilung auf Ebene der Regionen ist in Karte 12 dargestellt. Während die Südwest-Komponente in allen Regionen bis auf die Region „Nord-Ost“ durchwegs sehr stark ausgeprägt ist, so ist die Süd-Komponente vor allem in den südlichen Regionen sowie der Region Bodensee sehr stark ausgeprägt. Hingegen spielt die West-Komponente in diesen Regionen eine deutlich untergeordnete Rolle. Vor allem nördlich der Alpen und in den „Alpen West“ ist diese sehr stark ausgeprägt. Die südöstliche Richtungskomponente ist – zwar in geringerem Ausmaß – im Verhältnis zu den restlichen Regionen in den östlichen Regionen deutlich stärker.



Karte 12 Mittlere prozentuelle Richtungsverteilung aller Zugvögel nach Moonwatch-Regionen (nach Rössler und Schauer 2014).

3.6.6. Einfluss Topographie auf die Richtungsverteilung

Richtungssegment Süd

Durch Anwendung der Hauptkomponentenanalyse reduzierten sich die verwendeten Topographieparameter für das Richtungssegment auf drei Hauptkomponenten (HK), welche einen Eigenwert von mehr als 1 aufwiesen (siehe Tabelle 4). Diese drei Hauptkomponenten erklären rund 85% der Varianz des Datensatz.

Tabelle 4: Eigenwerte sowie erklärte Varianz der erstellten Faktoren für das Richtungssegment Süd. Faktoren mit einem Eigenwert von mehr als 1 wurden für die weitere Analyse verwendet.

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
HK 1	6,58	54,87	54,87
HK 2	2,50	20,83	75,70
HK 3	1,06	8,80	84,51

In Tabelle 5 ist die Zusammensetzung der einzelnen Hauptkomponenten aus den ursprünglichen Topographievariablen dargestellt. Hauptkomponente 1 setzt sich aus einem Set der Winkel der Sichtlinien, der Länge sowie der relativen Länge und Winkel zusammen. Die Parameter der absoluten Werte der vertikalen Winkel der Sichtlinie gehen negativ, alle anderen Werte positiv in die Hauptkomponente ein. Das heißt die Hauptkomponentenwerte sind umso höher je flacher und länger die Sichtlinien sind. Hauptkomponente 2 beschreibt die vor allem maximale Neigung des Geländes im Vergleich zur Umgebung (die relative maximale Steigung der Sichtlinien des Segments) des Erhebungspunktes. Hauptkomponente 3 wird vor allem von der minimalen Distanz zum nächsten topographischen Sichthindernis im Verhältnis zur Umgebung (relativen minimalen Sichtlinienlänge) bestimmt.

Tabelle 5: Faktorenladungen der vier generierten Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 für die Richtung Süd.

	HK1	HK2	HK3
df.meanVERT_ANGLE	-0,85	0,36	0,16
df.maxVERT_ANGLE	-0,78	0,45	0,15
df.meanlength	0,85	-0,39	0,20
df.minlength	0,54	-0,39	0,54
df.maxlength	0,85	-0,33	-0,04
df.relpoint_minlength	0,34	0,29	0,75
df.relpoint_maxlength	0,89	-0,12	-0,07
df.relpoint_meanlength	0,76	0,49	0,04
df.Dif_point_minangle	0,89	-0,04	-0,22
df.Dif_point_meanangle	0,83	0,47	-0,20
df.Difpoint_maxangle	0,35	0,86	0,08
df.Dif_minAng_to_mean_Angle	0,67	0,68	-0,10

Das lineare Modell (siehe Tabelle 6) für die Richtung Süd zeigt, dass die Hauptkomponente 1 einen signifikanten Einfluss auf den relativen Anteil des Zuges aufweist. Je

geringer die Steigung der Sichtlinien ist und je länger die Sichtlinien sind, desto geringer ist die Barrierewirkung in Richtung Süd und desto höher ist der Anteil des in dieser Richtung stattfindenden Vogelzugs an einem Punkt.

Tabelle 6 Einfluss der Topographie auf den relativen Zugverlauf in Richtung Süd. (Adjusted R²= 0,53. F-statistic:93,85 on 1 and 82 DF, p-value <0,001)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1,63	0,10	-16,21	< 0.001
HK1	0,12	0,04	3,09	< 0.01

Für die beiden anderen Hauptkomponenten konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Richtungssegment Südwest

In Tabelle 7 sind die erstellten Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 für das Richtungssegment Südwest dargestellt. In Summe erklären vier Hauptkomponenten rund 88 % der Varianz des Datensatzes.

Tabelle 7 Eigenwerte sowie erklärte Varianz der erstellten Hauptkomponenten für das Richtungssegment Südwest. Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 wurden für die weitere Analyse verwendet.

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
HK 1	4,93	41,05	41,05
HK 2	3,43	28,62	69,67
HK 3	1,16	9,66	79,33
HK 4	1,08	9,01	88,34

In Tabelle 8 ist die Zusammensetzung der einzelnen Hauptkomponenten für die Richtung Südwest aus den ursprünglichen Topographievariablen dargestellt. Da die Hauptkomponente 4 keine Faktorladungen von mehr als 0,6 beinhaltet, wurde dieser von der weiteren Auswertung exkludiert. Die Hauptkomponenten 1, 2 und 3 entsprechen in ihrer Parameter-Zusammensetzung in etwa den Hauptkomponenten der Hauptkomponentenanalyse des Richtungssegments Süd.

Tabelle 8 Faktorenladungen der vier generierten Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 für die Richtung Südwest.

	HK1	HK2	HK3	HK4
df.meanVERT_ANGLE	-0,67	0,54	0,02	0,46
df.maxVERT_ANGLE	-0,59	0,60	-0,09	0,46
df.meanlength	0,91	-0,24	0,13	0,25
df.minlength	0,61	-0,20	0,55	0,21
df.maxlength	0,88	-0,18	-0,17	0,28
df.relpoint_minlength	0,36	0,38	0,72	-0,15
df.relpoint_maxlength	0,87	0,04	-0,27	0,35
df.relpoint_meanlength	0,68	0,59	-0,05	0,25
df.Dif_point_minangle	0,76	0,09	-0,30	-0,40
df.Dif_point_meanangle	0,41	0,82	-0,18	-0,25
df.Difpoint_maxangle	0,02	0,82	0,26	-0,15
df.Dif_minAng_to_mean_Angle	0,25	0,90	-0,14	-0,12

Hauptkomponente 1 beschreibt die absoluten Winkel der Sichtlinien, die Länge sowie die relativen Länge bzw. Winkel der Sichtlinien. Die Parameter der absoluten Werte der vertikalen Winkel gehen wiederum negativ, alle anderen Werte positiv in den Hauptkomponenten ein. Die Hauptkomponente 2 beschreibt die vor allem die relative Steigung der Sichtlinien des Segments. Die Hauptkomponente 3 beschreibt die relative minimale Länge der Sichtlinien eines Segments.

Tabelle 9 Einfluss der Topographie auf den relativen Zugverlauf in Richtung Südwest. (Adjusted R²= 0,5, F-statistic: 84,15 on 1 and 82 DF, p-value <0,001)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1,51	0,10	-15,19	< 0,001
HK 1	0,09	0,04	2,07	0,042

Das lineare Modell für die Richtung Südwest (Tabelle 9) ist signifikant und zeigt, dass die Hauptkomponente 1 einen signifikanten Einfluss auf den relativen Anteil des Zugeschehens für dieses Richtungssegment aufweist. Wie auch bei dem Richtungssegment Süd bedeutet dies, dass je geringer die Steigung und je länger die Sichtlinien sind, desto geringer ist die Barrierewirkung in Richtung Südwest und desto höher ist der Anteil des in dieser Richtung stattfindenden Vogelzugs an einem Punkt.

Richtungssegment West

Tabelle 10 stellt die generierten Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 für das Richtungssegment West dar. In Summe erklären die drei Hauptkomponenten rund 86 % der Varianz des Datensatzes.

Tabelle 10: Eigenwerte sowie erklärte Varianz der erstellten Hauptkomponenten für die Richtung West. Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 wurden für die weitere Analyse verwendet.

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
HK 1	6,48	54,03	54,03
HK 2	2,56	21,35	75,38
HK 3	1,26	10,46	85,85

In Tabelle 11 ist die Zusammensetzung der einzelnen Hauptkomponenten aus den ursprünglichen Topographievariablen für die Richtung West dargestellt.

Tabelle 11: Faktorenladungen der vier generierten Hauptkomponenten mit einem Eigenwert von mehr als 1 für die Richtung West.

	HK1	HK2	HK3
df.meanVERT_ANGLE	-0,81	0,43	0,12
df.maxVERT_ANGLE	-0,68	0,57	-0,03
df.meanlength	0,90	-0,25	0,21
df.minlength	0,64	-0,20	0,61
df.maxlength	0,92	-0,20	-0,20
df.relpoint_minlength	0,47	0,28	0,72
df.relpoint_maxlength	0,90	-0,09	-0,22
df.relpoint_meanlength	0,81	0,35	0,06
df.Dif_point_minangle	0,89	-0,07	-0,30
df.Dif_point_meanangle	0,71	0,61	-0,23
df.Difpoint_maxangle	0,20	0,84	0,18
df.Dif_minAng_to_mean_Angle	0,51	0,78	-0,22

Die Zusammensetzung entspricht dabei im Wesentlichen jener der Hauptkomponentenanalyse der Richtungssegmente Süd. Die Hauptkomponente 1 setzt sich aus einer ganzen Reihe aus Parametern zusammen (siehe Richtungssegment Süd), wobei die absoluten Winkel der Sichtlinien negativ eingehen. Die Hauptkomponente 2 wird vor allem die relative Steigung der Sichtlinien des Segments bestimmt und Hauptkomponente 3 beschreibt vor allem die relativen minimalen Sichtlinienlängen.

Tabelle 12 Einfluss der Topographie auf den relativen Zugverlauf in Richtung Südwest. (Adjusted R²= 0,36; F-statistic: 16,5 on 3 and 80 DF, p-value <0,001)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2,02	0,13	-15,88	< 0,001
HK 1	0,05	0,05	0,96	0,34
HK 2	0,01	0,08	0,18	0,859
HK 3	-0,09	0,11	-0,81	0,421

Das lineare Modell für die Richtung West (Tabelle 12) zeigt, dass keiner der Hauptkomponenten einen signifikanten auf den relativen Anteil des Zuggeschehens in diesem Richtungssegment aufweist.

3.7. Literatur

- BAUER, H.-G., E. BEZZEL, W. FIEDLER & S. BAUMANN. 2005. Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Nonpasseriformes-Nichtsperrlingsvögel. Aula-Verlag.
- BRUDERER, B. [online]. 1999. Three decades of tracking radar studies on bird migration in Europe and the Middle East. In *Migrating Birds Know No Boundaries: Proceedings International Seminar on Birds and Flight Safety in the Middle East, Israel* pp. 107–141.
- BRUDERER, B., T. STEURI, J. ASCHWANDEN & F. LIECHTI. 2012. Vom militärischen Zielfolgeradar zum Vogelradar. *Ornithologischer Beobachter* 109: 157.
- BUDAEV, S.V. 2010. Using principal components and factor analysis in animal behaviour research: caveats and guidelines. *Ethology* 116: 472–480.
- DE LUCAS, M., M. FERRER, M.J. BECHARD & A.R. MUÑOZ. 2012. Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation* 147: 184–189.
- DREWITT, A.L. & R.H. LANGSTON. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- GÁBOR WICHMANN, HANS UHL & WERNER WEIßMAIR. 2012. Das Konfliktpotenzial zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich. In p. 94. *BirdLife Österreich*, Linz.
- GATTER, W. 2000. Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa: 30 Jahre Beobachtung des Tagzugs am Randecker Maar. Aula-Verlag.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., K.M. BAUER & E. BEZZEL. 2001. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Aula-Verlag GmbH, Wiebelsheim.
- KORNER-NIEVERGELT, F., T. ROTH, S. VON FELTEN, J. GUÉLAT, B. ALMASI & P. KORNER-NIEVERGELT [online]. 2015. *Bayesian Data Analysis in Ecology Using Linear Models with R, BUGS, and Stan: Including Comparisons to Frequentist Statistics*. Academic Press.
- LÊ, S., J. JOSSE, F. HUSSON & OTHERS. 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of statistical software* 25: 1–18.
- LIECHTI, F., B. BRUDERER & H. PAPROTH. 1995. Quantification of Nocturnal Bird Migration by Moonwatching: Comparison with Radar and Infrared Observations. *Journal of Field Ornithology*: 457–468.
- NEWTON, I. 2007. *The migration ecology of birds*, 1st edition. Academic Press, Oxford.
- PETUTSCHNIG, D. & R. PROBST. 2010. Wieviele Greifvögel ziehen tatsächlich durch das Untere Gailtal? *Carinthia II* 120: 133–142.
- PROBST, R. & P. KORNER. 2014. Wie viel Beobachtungsaufwand ist nötig, um den Greifvogeldurchzug zuverlässig zu erfassen? – Das Beispiel Greifvogelcamp Arnoldstein. *Carinthia II* 124: 573–584.
- RANNER, A. [online]. 2015. Artenliste der Vögel Österreichs. <http://www.birdlife-afk.at/Artenliste_mit_A0_Dez2015.pdf> (1 February 2016).

- R CORE TEAM [online]. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- REMO PROBST. 2014. Ist das Untere Gailtal in Kärnten ein Greifvogelzugpunkt von internationaler Bedeutung? Carinthia II 204: 189.204.
- RÖSSLER, M. & C. SCHAUER. 2014. Flugrichtungen und räumliche Verteilung des nächtlichen Vogelzuges über den Ostalpen: Mondbeobachtungen 2005–2007. Der Ornithologische Beobachter 111: 14.
- RSTUDIO, I. 2015. R Studio: integrated development environment for R.
- SCHMALJOHANN, H., F. LIECHTI, E. BÄCHLER, T. STEURI & B. BRUDERER. 2008. Quantification of bird migration by radar—a detection probability problem. Ibis 150: 342–355.
- SCHMIDT, M., W. VOGL & H. WINKLER. 2014. Grundlagen zur Erforschung des Vogelzuggeschehens in Österreich - Teil I -Allgemeine Ergebnisse und Artauswertungen. In p. 205. BirdLife Österreich, Wien.

4. Der Einfluss der Topographie des Ostalpenraumes auf den nächtlichen Vogelzug



Verfasser

Martin Rössler, Matthias Schmidt, Christoph Schauer



vogelzug.net

Netzwerk Nächtlicher Vogelzug Ostalpen

4.1. Einleitung

Eine vorhersagbare gravierende räumliche Ungleichverteilung des Vogelzuges könnte raumplanerische Entscheidungen erleichtern. Daher entsprechen in den öffentlichen Diskurs immer wieder eingebrachte Vorstellungen von „Zugrouten“ und „Zugschneisen“ auch dem Wunsch nach einer räumlichen Zonierung naturschutzrelevanter Zielsetzungen. Das allgemeine Bild des Vogelzuges und seiner starken Bindung an topographische Merkmale ist stark geprägt durch zahlreiche gut dokumentierte Tagzugbeobachtungen von vor allem thermikgebundenen Großvögeln, trifft aber nicht automatisch für den Zug von Kleinvögeln zu, insbesondere nicht für den für etwa zwei Drittel der Vögel relevanten Nachtzug. Radargestützte Vogelzugforschung brachte in der Vergangenheit Vertreter beider möglicher Auffassungen hervor: es wurden sowohl Argumente für eine starke Ablenkung des Breitfrontzuges und hoher Bindung an die Topographie gefunden (z.B. Bruderer 1981, 1982, Liechti et al. 1995, 1996) als auch Argumente, welche die Bedeutungslosigkeit auch sehr markanter topographischer Merkmale auf den nächtlichen Vogelzug nahelegen (z.B. Emlen 1975).

Der Ostalpenraum wurde hinsichtlich seiner Bedeutung für den nächtlichen Vogelzug großflächig erstmals in den Jahren 2005 – 2007 von Rössler & Schauer (2014) mittels der Moonwatching Methode (Liechti 2001, Liechti et al. 1995) untersucht. Ein Beobachter-Netzwerk von mehr als hundert Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen beobachtete von insgesamt 93 Beobachtungspunkten aus das Zuggeschehen. Für die hier gewählte Beschränkung auf den Herbstzug standen Daten von 56 Beobachtungsstationen zur Verfügung (Tabelle 1). Die Ergebnisse zeigten, 1) dass die Alpen nicht großräumig gemieden und umflogen wurden, 2) dass im Unterschied zur Schweiz am Nordrand der Alpen keine besondere Verdichtung des Herbstzuges zu beobachten war, 3) wohl aber im Herbst ein westwärts gerichteter Strom neben dem SSW gerichteten Hauptstrom zu beobachten war, für den angenommen werden kann, dass er nach Westen hin kumulativ zu jenen in der Schweiz beobachteten Verdichtungen führt. Insgesamt blieben Ungleichverteilungen sowohl des räumlichen Auftretens als auch die der bevorzugten Richtungen weit unter den Erwartungen für topographisch stark beeinflusstes Zuggeschehen (Rössler & Schauer 2014).

Auf Basis der in den Jahren 2005 – 2007 gewonnenen Herbst-Moonwatchdaten wird hier versucht, die Fragen nach dem Topographieeinfluss des Vogelzuges ausgehend von den topographischen Markmalen der Beobachtungspunkte und den an diesen Punkten beobachteten Momentaufnahmen der Flugrichtungen genauer zu untersuchen. Topographische Beeinflussung der Richtungswahl müsste sich, so unsere Annahme, in einer

Häufung jener Richtungen ausdrücken, welche den Verlauf von Talräumen und Kammlagen bzw. die Beschaffenheit der in Flugrichtung liegenden Skyline widerspiegeln.

4.2. Fragestellungen

- 1) Beeinflusst die Topographie des Berglandes die Flugrichtungen ziehender Vögel?
- 2) Wodurch lassen sich beobachtete Richtungen des nächtlichen Vogelzuges im Alpenraum erklären?

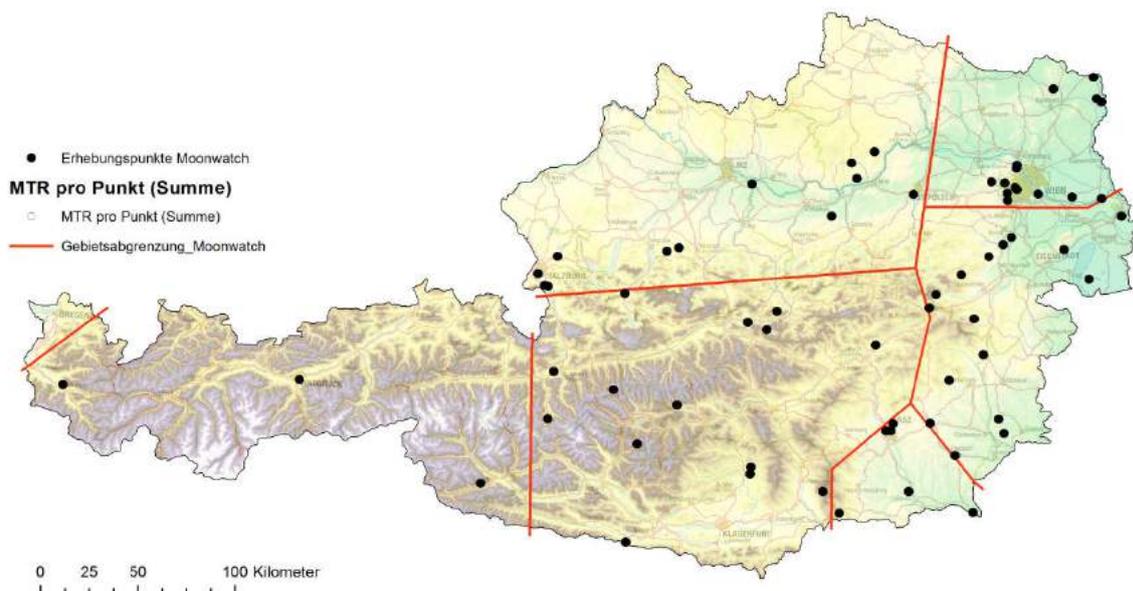
Beispiele:

- durch die allgemeine Vorzugsrichtung?
- durch die Lage der Kämme und Täler?

4.3. Methode

Allgemeine Vorgehensweise

Moonwatching-Daten eignen sich sehr gut zur Erfassung der Flugrichtungen nächtlich ziehender Vögel, wobei methodische Beschränkungen hinsichtlich des Wetters (nur bei guter Sicht zum Mond), der Zeiträume (von zwei Tage vor bis zwei Tage nach Vollmond), der Elevation des Mondes ($>30^\circ$ - fallweise $>20^\circ$ toleriert), der Begrenzung der Distanz (Sichtweite mit Fernrohr) bestehen (Liechi et al. 1995; Rössler & Schauer 2014) und der bodennahe Vogelzug unterschätzt wird bzw. überhaupt nicht erfasst werden kann (kritische Höhen ab $<300\text{m}$). Moonwatching-Daten eignen sich also kaum zur Windkraft-Standortsbeurteilung, wohl aber zur Abschätzung des regionalen Gesamtzugaufkommens.



Karte 1: Gebietsabgrenzung sowie Moonwatching-Beobachtungsstationen des herbstlichen Vogelzugs.

Tabelle 1: Verteilung der Beobachtungsstationen und Anzahl der Beobachtungen von Vögeln vor dem Mond in den fünf Untersuchungsregionen (siehe Karte 1).

Region	Anzahl Stationen	Anzahl Einzelbeobachtungen
Nord (Donauraum, Alpennordrand)	8	549
Ost-Nord (Weinviertel – Wien)	11	1.668
Ost-Süd (Alpen Ostrand – Burgenland)	14	535
Süd (Grazer Becken)	5	211
Alpen (Bergland der Ostalpen)	18	798
Summe	56	3.761

Als Datenbasis stehen 3.761 Einzelbeobachtungen jeweils vom Herbstzug der Jahre 2005-2007 (Netzwerk Nächtlicher Vogelzug Ostalpen; www.vogelzug.net) zur Verfügung. Sie stammen von insgesamt 56 Beobachtungspunkten in fünf Untersuchungsregionen (Karte). Als Maß für das Vogelzugaufkommen dient die Migration Traffic Rate (MTR, siehe Schmaljohann et al. 2008; Bruderer et al. 2012; Rössler & Schauer 2014). Da die Entdeckungswahrscheinlichkeit von der Mondelevation, der Distanz des beobachteten Vogels zum Beobachter und seiner Flugrichtung abhängt, ist der „Beitrag“ jeder Beobachtung zur Gesamt-MTR ungleich hoch und entsprechend der Entdeckungswahrscheinlichkeit verschieden zu gewichten. Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen der gegebenen Topographie der einzelnen Beobachtungspunkte und den MTR-gewichteten beobachteten Richtungen zu prüfen. Dazu braucht es Methoden, „Topographie“ zu charakterisieren, also jene landschaftlichen Merkmale numerisch auszudrücken, welche die Richtungswahl eines ziehenden Vogels beeinflussen könnten.

Charakterisierung der Topographie eines Beobachtungspunktes

Im Kontakt mit Geografen hat sich ergeben, dass es keine Standardmethode gibt, Topographie zu charakterisieren und als richtungsgebende Einflussgröße numerisch und als Richtungswinkel auszudrücken. Wir haben schließlich zwei, einigermaßen automatisierbare, methodische Vorgehensweisen entwickelt:

1) Basis-Azimut:

Angenommener richtungsgebender Faktor: Fließgewässer mit lokal höchster Flussordnungszahl

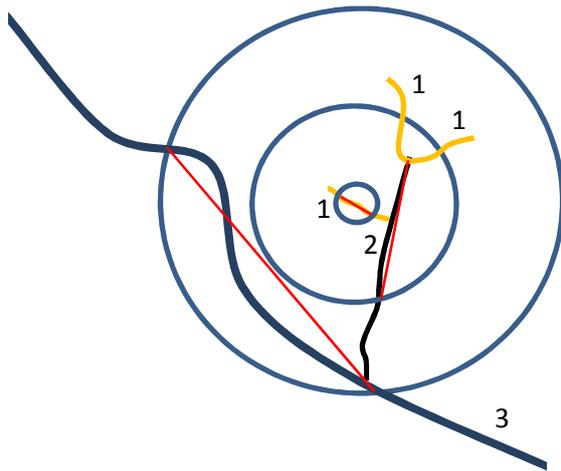
2) Skyline:

Angenommener richtungsgebender Faktor: Distanzen und Höhenwinkel zu Horizontpunkten

Methodenbeschreibung Basis-Azimut

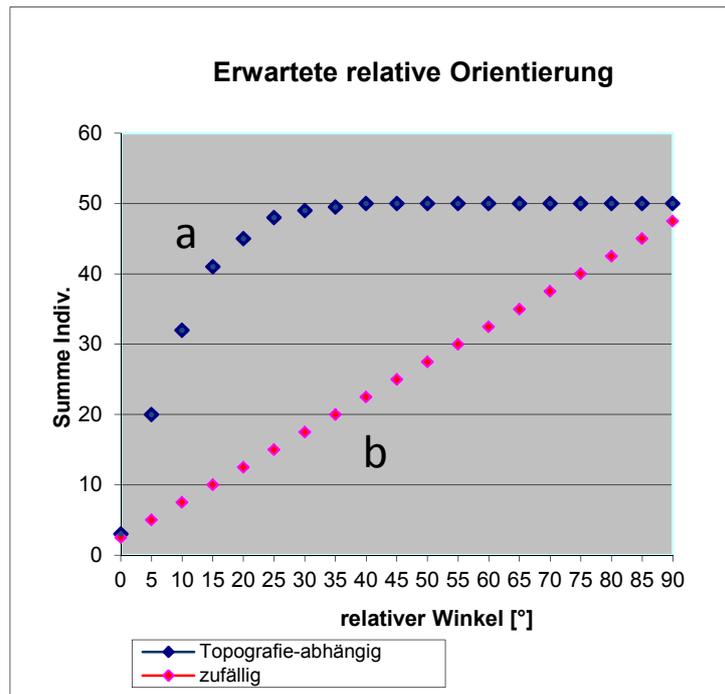
Grundlage stellt die digitale Gewässerkarte Österreich mit Angabe der Flussordnungszahlen dar. Auf dieser werden die Beobachtungspunkte verortet und Distanzkreise (Puffer) mit 1.000m, 5.000m und 10.000m Radius eingetragen (Grafik 1). Für die Festlegung des topographischen Basiswinkels (Basis-Azimut) wird das Gewässer mit der höchsten Ordnungszahl betrachtet und dessen Schnittpunkte mit den Distanzkreisen durch eine Gerade verbunden, bzw., wenn das Gewässer innerhalb des Distanzkreises entspringt oder innerhalb des Distanzkreises durch Ineinandermünden zweier Flüsse mit gleicher Ordnungszahl ein Gewässer der nächsthöheren Ordnungszahl entsteht, wird dieser Ursprungspunkt mit dem Schnittpunkt mit den jeweiligen Distanzkreisen (1.000m, 5.000m, 10.000m) verbunden. Sonderfall Mäandersituation, bei der der Distanzkreis mehrfach geschnitten wird: Verbindungslinie zwischen den nach Fließstrecke am weitesten voneinander entfernten Schnittpunkten. Sonderfall zwei Gewässer gleicher (höchster) Ordnungszahl innerhalb eines Distanzkreises: Verbindungslinie der Schnittpunkte mit dem Distanzkreis des dem Mittelpunkt näheren Gewässers. Der Basis-Azimut ist der Azimut-Winkel der ermittelten Geraden.

Die Azimut-Winkel können für alle drei Distanzkreise denselben Wert annehmen (z.B., wenn das Gewässer höchster Ordnungszahl auch den kleinsten Distanzkreis schneidet), können aber auch in extremen Fällen rechtwinkelig auf den Azimut der nächst höheren Distanzkreisfestlegung liegen (zB. steiler Seitenbach trifft auf Entwässerung eines Kerbtales; vgl. Grafik 1)



Grafik 1: Ermittlung des Basis-Azimit in drei Distanzkreisen (blaue Kreise, Radien 1 km, 5 km, 10 km) um den Beobachtungspunkt. Gewässer 1., 2., 3. Ordnung (gelb, grün, blau). Rote Linien: Verbindungslinien der Schnittpunkte der Gewässer mit den Distanzkreisen. Basis-Azimit: Azimut der roten Linien auf jeweiligen Distanzkreis bezogen – es gibt drei verschiedene Erfassungsskalen mit drei möglichen Basiswinkeln (entsprechend drei Distanzkreisen).

Die ermittelten relativen Winkel der MTR-gewichteten beobachteten Flugrichtungen und der Basis-Azimit-Winkel ($0-90^\circ$) werden nach Größe gereiht als kumulative Kurven abgebildet. Im Falle hohen Einflusses der Topographie auf die beobachteten Flugrichtungen sind logarithmische Kurven mit großen Häufigkeiten kleiner relativer Winkel ($0-20^\circ$) und geringen Häufigkeiten großer Winkel ($>45^\circ$) zu erwarten. Bei vollständiger Unabhängigkeit der Flugrichtungen vom ermittelten Basis-Azimit sind im Extremfall Geraden $f(x)=x$ zu erwarten (zufällige Verteilung, Grafik 2).



Grafik 2: Kumulierte Verteilung der Flugrichtungen (relativ zu Basis-Azimuth) in den extremen Fällen a) streng Topographie-gebunden, b) von der Topographie unabhängig.

Verteilung der Basis-Azimuthwinkel (90° - 270°) der Beobachtungsorte

Die Basis-Azimuthwinkel der Beobachtungsorte liegen zwischen Ost (90°), Süd (180°) und West (270°) und können für jeden der drei Distanzkreise verschiedene Zahlen annehmen (s. oben). Tabelle 2 zeigt die Häufigkeiten der ermittelten Beobachtungsorts Basis-Azimuthwinkel (10° Klassen) von 90° (Ost) über 180° (Süd) nach 270° (West) in den drei Distanzkreisklassen.

In den 1.000m-Distanzkreisen sind die Gewässerrichtungen relativ ausgeglichen über alle Richtungsklassen verteilt. Innerhalb eines 5.000m Kreises liegen zwei Drittel (64 %) der Gewässer höchster Ordnungszahl richtungsmäßig zwischen 90° und 180°. Innerhalb eines Distanzkreises mit 10.000 m Radius liegen die Gewässer höchster Ordnungszahl zur Hälfte richtungsmäßig zwischen 120° und 180°(Tabelle 2).

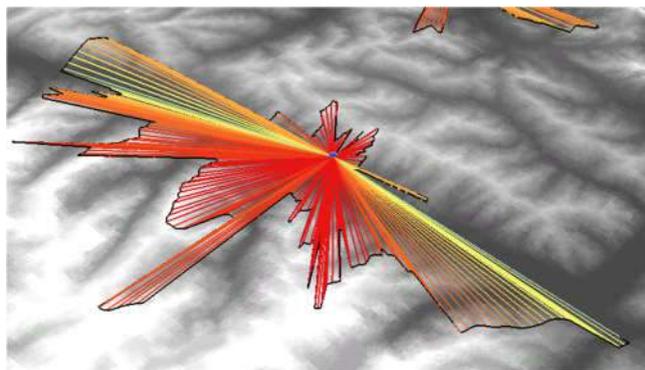
Tabelle 2: Anzahl der Beobachtungspunkte mit Basis-Azimut in den Klassen 90-100° bis 260-270° je nach Betrachtungsmaßstab (Distanzkreise mit 1.000 m, 5.000 m und 10.000 m Radius). Für die 56 Beobachtungspunkte konnte im 1.000 m Distanzkreis nur in 34 Fällen und im 5.000 m Distanzkreis in 55 Fällen ein richtungsgebendes Fließgewässer aus der Fließgewässerkarte ausgelesen werden.

Basis-Azimut [°]	Radius Distanzkreis		
	1.000	5.000	10.000
90-100	4	7	2
100-110	6	4	1
110-120	1	0	3
120-130	0	5	2
130-140	0	1	5
140-150	3	5	6
150-160	1	6	3
160-170	2	2	6
170-180	1	6	4
180-190	3	2	3
190-200	3	0	1
200-210	1	2	2
210-220	2	0	2
220-230	1	2	0
230-240	0	4	3
240-250	3	2	5
250-260	3	0	1
260-270	0	7	7
	34	55	56

Um Redundanzen zu vermeiden, werden in unserer Ergebnisdarstellung nur die Ergebnisse für Distanzkreise mit 5.000 und die 10.000m Radius, nicht aber jene für die 1.000 m Distanzkreise dargestellt.

Methodenbeschreibung Skyline

Die Klassifizierung der großräumigeren topographischen Gegebenheiten jedes Punktes wurde für diesen Ansatz mittels GIS analysiert. Um die Flughöhe der Vögel zu simulieren, wurden für jeden der Punkte virtuelle Punkte in den Höhen 500m und 1000 m erstellt (Punkte Z^{500} und Z^{1000}). Für jeden Z^{500} - bzw. Z^{1000} Punkt wurde mittels des Tools „Skyline“ (ArcGis 10.3; 3D Analyst) der Horizontverlauf berechnet. Die maximale Distanz der Skyline wurde auf 20 Kilometer begrenzt. Mittels des Tools „Construct Sight Lines“ (ArcGis 10.3; 3D Analyst) wurden Sichtlinien von jedem Punkt im Abstand von 500m (entlang der Skyline) zur jeweiligen Skyline erstellt. Für jede dieser Sichtlinien wurden die Länge und der vertikale Winkel berechnet. Die Sichtlinien wurden anschließend in 30° Sektoren zusammengefasst (siehe dazu Kapitel Methodenbeschreibung im Kapitel „Visuelle Erfassung des Tagvogelzugs“).



Grafik 3: Skyline-Auswertung: Skyline (schwarze Linie) und Sichtlinien (farbige Linien) für einen inneralpinen Punkt. Die Farbgebung der Sichtlinien stellt die Steigung der Sichtlinien dar. Rot entspricht sehr starken Steigungen, grün schwachen bis negativen Steigungen.

Dabei wurden die Parameter mittlerer vertikaler Winkel, maximaler vertikaler Winkel, minimaler vertikaler Winkel, maximale Länge, mittlere Länge und minimale Länge pro Segment gebildet. Des Weiteren wurden die Parameter eines Richtungssegments in Bezug zu den anderen Richtungssegmenten eines Punktes gesetzt. Als Bezugssegmente wurden aber nur Richtungssegmente der südlichen Hemisphäre des jeweiligen Erhebungspunktes genommen.

Des Weiteren wurden für jeden Punkt innerhalb eines 20 Kilometer-Puffers allgemeine Kennwerte wie Höhenvarianz, Spanne der Höhe, mittlere Höhe und die Majorität der Höhenwerte errechnet. Die für die Auswertung verwendeten Variablen sowie deren Definition sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Variablen, welche im Rahmen der Analyse der Topographie erstellt wurden und für die Auswertung verwendet wurden.

Variable	Beschreibung
Diff_Direction	Abweichung von der angenommen Vorzugsrichtung 220°
mean_angle	mittlerer vertikaler Winkel pro Segment
min_angle	Maximaler vertikaler Winkel pro Segment
max_angel	Minimaler vertikaler Winkel pro Segment
mean_length	Mittlere Länge der Sichtlinien pro Segment
min_length	Minimale Länge der Sichtlinien pro Segment
max_length	Maximale Länge der Sichtlinien pro Segment
rel_point_min_length	Verhältnis der minimalen Länge der Sichtlinien eines Segments zur minimalen Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
rel_point_max_length	Verhältnis der maximalen Länge der Sichtlinien eines Segments zur maximalen Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
rel_point_mean_length	Verhältnis der mittleren Länge der Sichtlinien eines Segments zur mittleren Länge der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_point_min_angle	Differenz vom minimalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum minimalen Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W

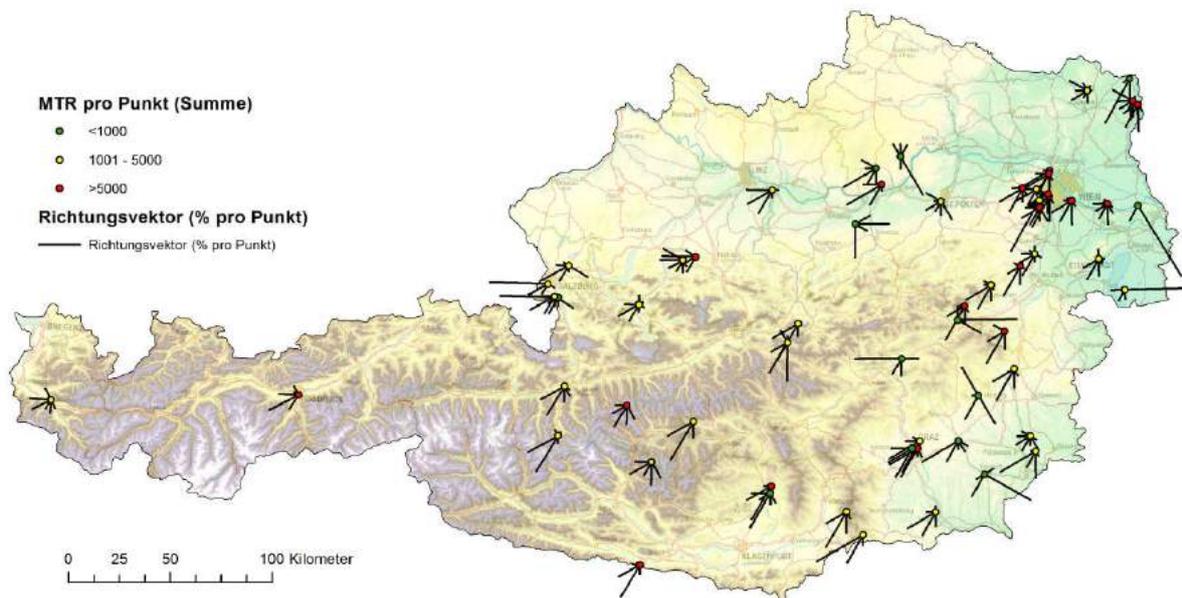
dif_point_mean_angle	Differenz vom mittleren Winkel der Sichtlinie eines Segments zum mittleren Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_point_max_angle	Differenz vom maximalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum maximalen Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
dif_min_to_mean_angle	Differenz vom minimalen Winkel der Sichtlinie eines Segments zum mittleren Winkel der Sichtlinien der Segmente O, SO, S, SW, W
X20kmHeight_variety	Höhenvarianz im 20 km Puffer
X20kmHeight_mean	mittlere Höhe im 20 km Puffer
X20kmHeight_range	Bandbreite der Höhe im 20 km Puffer
X20kmHeight_majority	Majority der Höhe im 20 km Puffer
X Koordinate	X Koordinate
Y Koordinate	Y Koordinate
Höhe	Höhe des Punktes

Der Einfluss der Topographie auf die Zugrichtungen wurde mittels eines Generalized Linear Modells (GLM) analysiert. Als abhängige Variablen wurde die MTR einer Richtungsgruppe deklariert. Die Summe aller Richtungsgruppen pro Punkt als „Offsets“ in das Modell einbezogen, um Unterschiede der Durchzugsraten zwischen den Punkten zu berücksichtigen. Es wurden dabei verschiedene Settings der Topographievariablen (Tabelle 3) verwendet, um ein bestmögliches Modell zu ermitteln. Sehr stark korrelierte Variablen wurden in Hinblick auf die Autokorrelations-Problematik der nicht gemeinsam verwendet.

4.4. Ergebnisse

Verteilung der beobachteten Flugrichtungen im Untersuchungsgebiet

Karte 2 zeigt die Verteilung der Flugrichtungen der erfassten Vögel in 30°-Sektoren (Vektorlänge: % Anteil an Gesamt-MTR pro Punkt) an den Beobachtungspunkten des Untersuchungsgebietes. Die Farben der Punkte geben die Beobachtungsfrequenz und MTR an (rot: hoch, MTR-Summe > 5.000, gelb: mittel, MTR-Summe 1.000 – 5.000, grün: gering, MTR-Summe < 1.000).



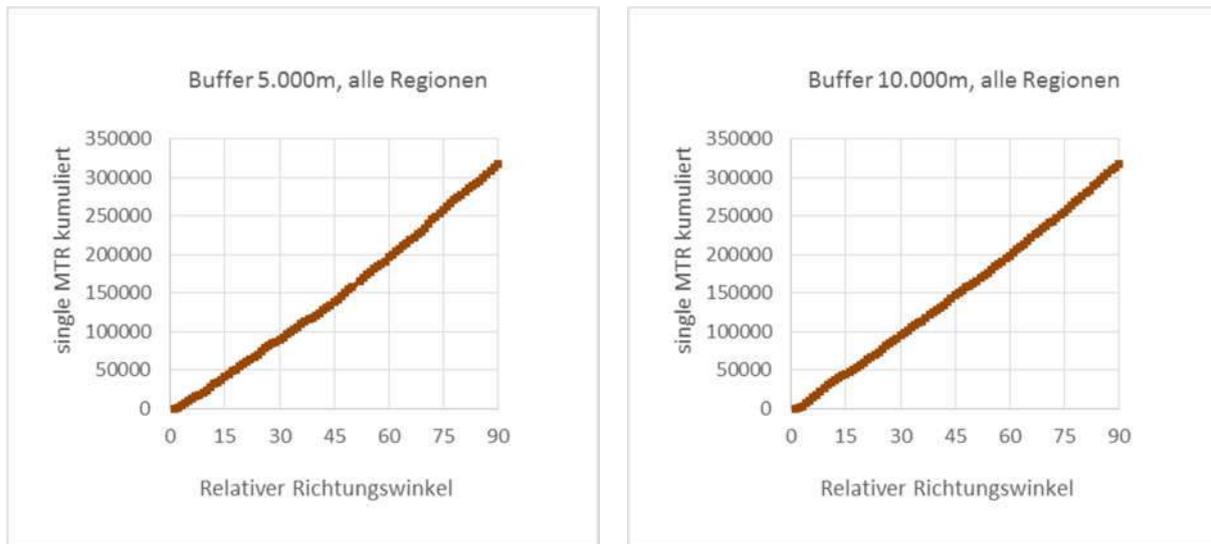
Karte 2: Moonwatching-Beobachtungspunkte (rot: hohe, gelb: mittlere, grün: geringe MTR-Summe) und beobachtete Flugrichtungen des nächtlichen Vogelzuges im Herbst (2005-2007). Die Länge der Richtungsvektoren entspricht der Summe der MTR innerhalb 30°-Sektoren

Basis-Azimuth

Wie bereits erwähnt, werden in unserer Ergebnisdarstellung nur die Ergebnisse für Distanzkreise mit 5.000 und 10.000m Radius, nicht aber jene für die 1.000 m Distanzkreise dargestellt. Die 1.000m-Distanzkreis-Ergebnisse haben kein abweichendes Bild erbracht. Die Flugrichtungen werden als relative Richtungen dargestellt, deren Winkel sich zwischen Flugrichtung und Basis-Azimuth ergeben.

Gesamtverteilung der relativen Flugrichtungen (regionsunabhängig)

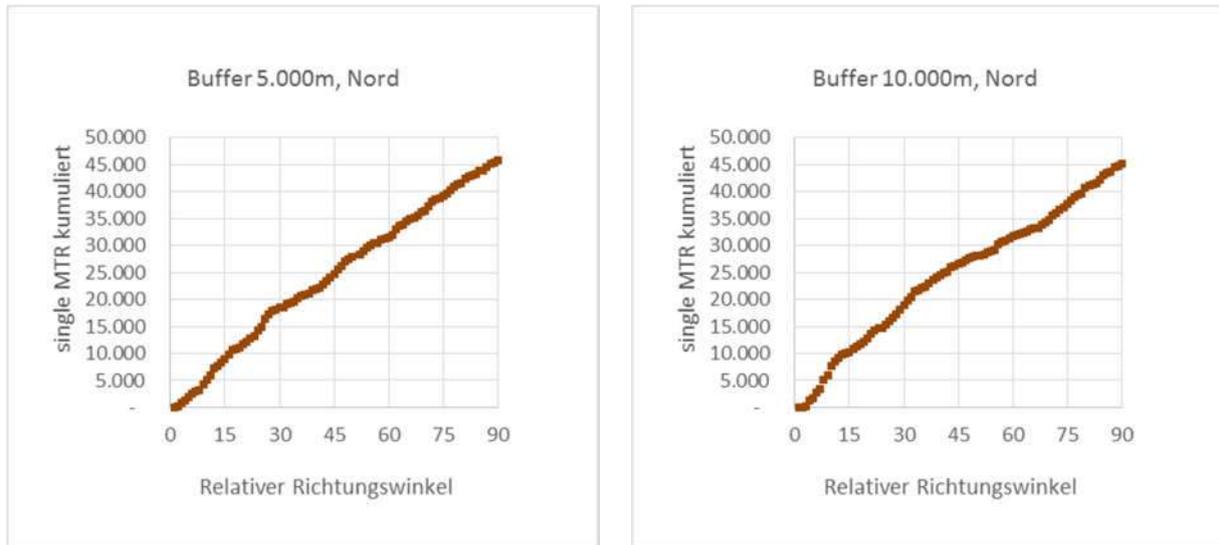
Die Gesamtheit der MTR-gewichteten Richtungen verteilt sich zufällig über alle relativen Winkel zwischen 0° und 90° (Grafik 4). Die kumulierten Kurven (MTR-Summen von 0° - 90°) entsprechen mit $R^2 > 0.99$ annähernd idealen Geraden.



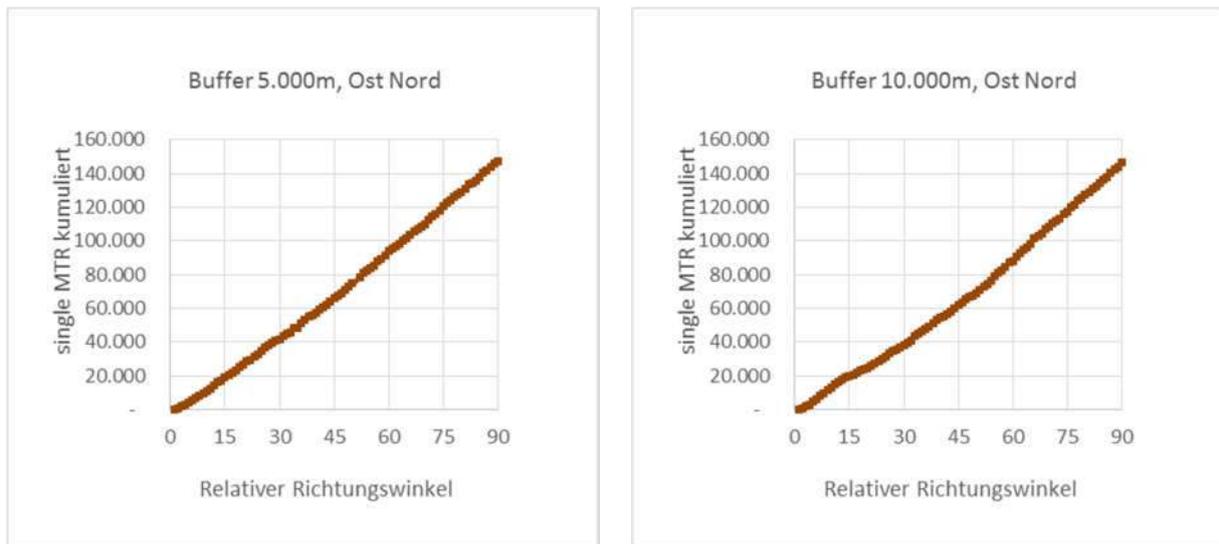
Grafik 4: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel (Basis-Azimet – Flugrichtung-Azimet) von 0 – 90° im gesamten Untersuchungsgebiet für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die Beobachtungspunkte. Die Gesamtbetrachtung aller relativen Flugrichtungen zum Basis-Azimet (alle fünf Regionen) zeigt annähernd ideale Geraden ($R^2 > 0.99$), somit eine zufällige Streuung über alle relativen Winkel, sowohl bei 5.000m als auch bei 10.000 m (Radius) Distanzkreisermittlung.

Verteilung der relativen Richtungen in den Regionen Nord, Ost-Nord, Ost-Süd, Süd und Alpen

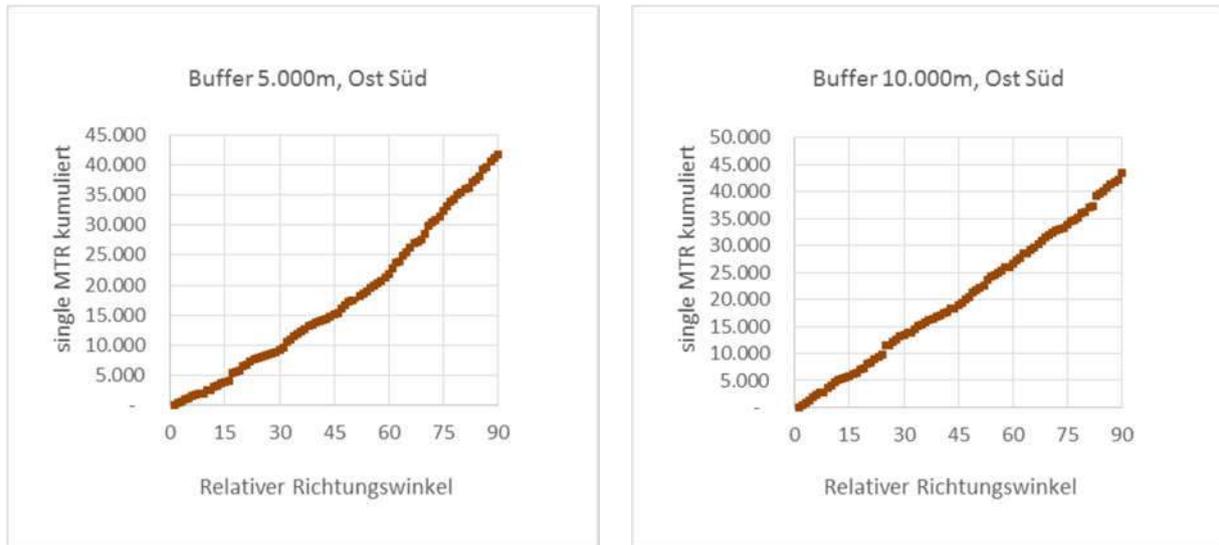
Mehr oder weniger identisch zur überregionalen Betrachtung sind die Ergebnisse in sämtlichen regionalen Analysen (Grafiken 5 bis 8). Die kumulierten MTR-gewichteten Summen relativer Richtungswinkel lassen in keinem Fall eine Kurve erkennen, die der erwarteten Verteilung Topographie-abhängigen Vogelzuges entspricht. Im Gegenteil ähneln die kumulierten Kurven durchwegs jenen Geraden, die für zufällige Verteilung der relativen Richtungswinkel erwartet werden (Grafik 2). Das Bestimmtheitsmaß (R^2) ist in allen Fällen größer als 0.93.



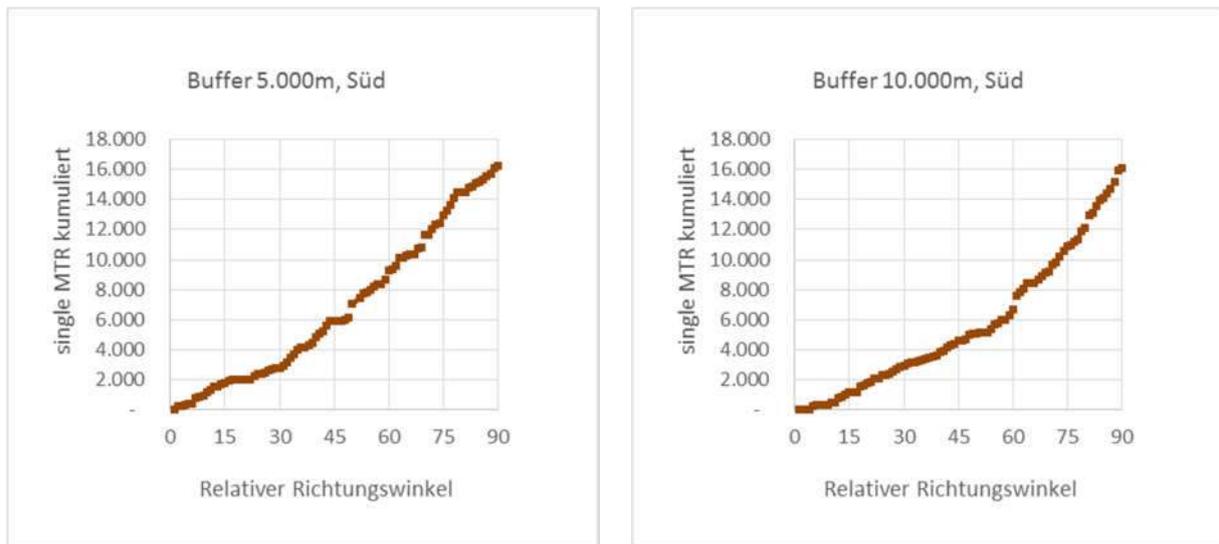
Grafik 5: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die Beobachtungspunkte im Donaauraum westlich von Wien und im nördlichen Alpenvorland. Die Topographie wird von Donau und aus den Alpen kommenden Zubringern bestimmt. $R^2 > 0.98$



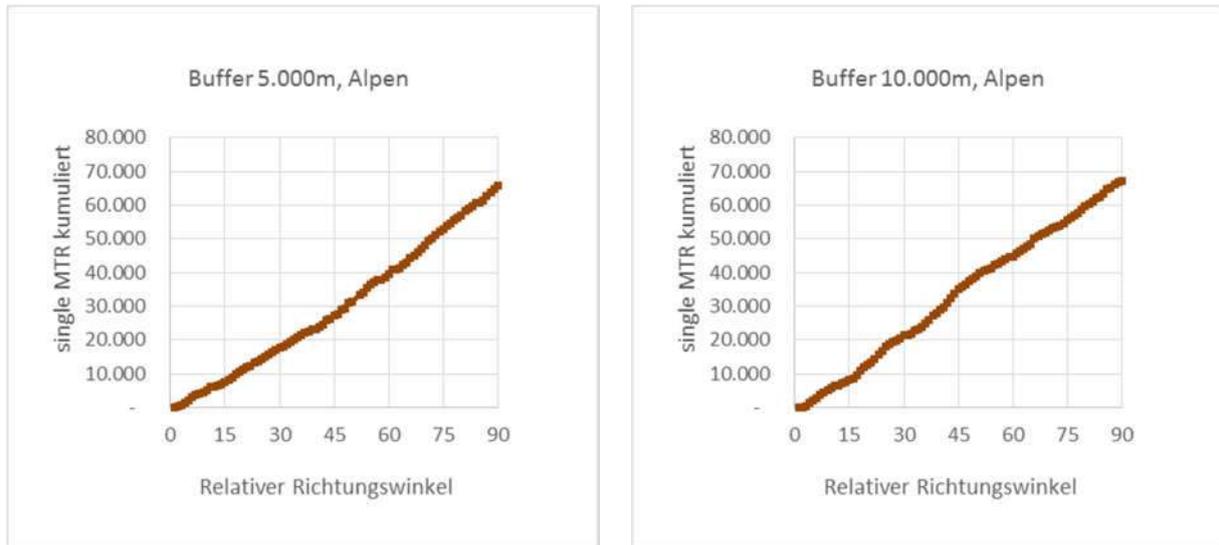
Grafik 6: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die Beobachtungspunkte um Wien und im Pannon nördlich und östlich von Wien. Die Topographie wird von Donau, March und Thaya und von Wienerwaldflüssen bestimmt. $R^2 > 0.99$.



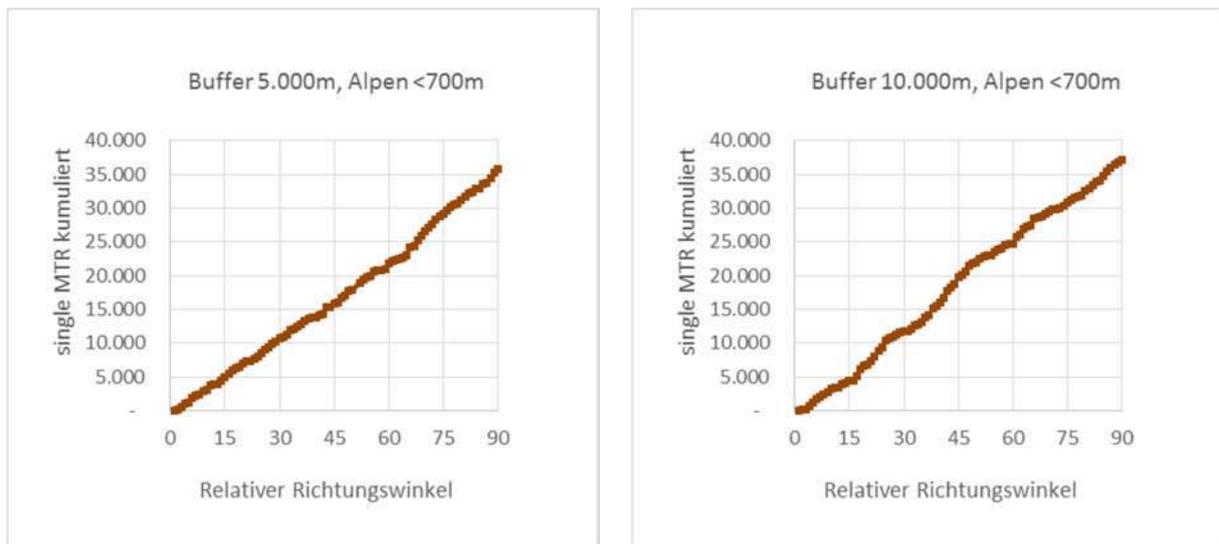
Grafik 7: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die Beobachtungspunkte am Alpenstrand und im Pannon südlich von Wien. $R^2 > 0.97$ bzw. $R^2 > 0.99$.



Grafik 8: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die Beobachtungspunkte im Grazer Becken. Die Topographie wird vom Verlauf der Mur und ihren Zubringern bestimmt. $R^2 > 0.97$, bzw. > 0.93 .



Grafik 9: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die inneralpinen Beobachtungspunkte. $R^2 > 0.99$.

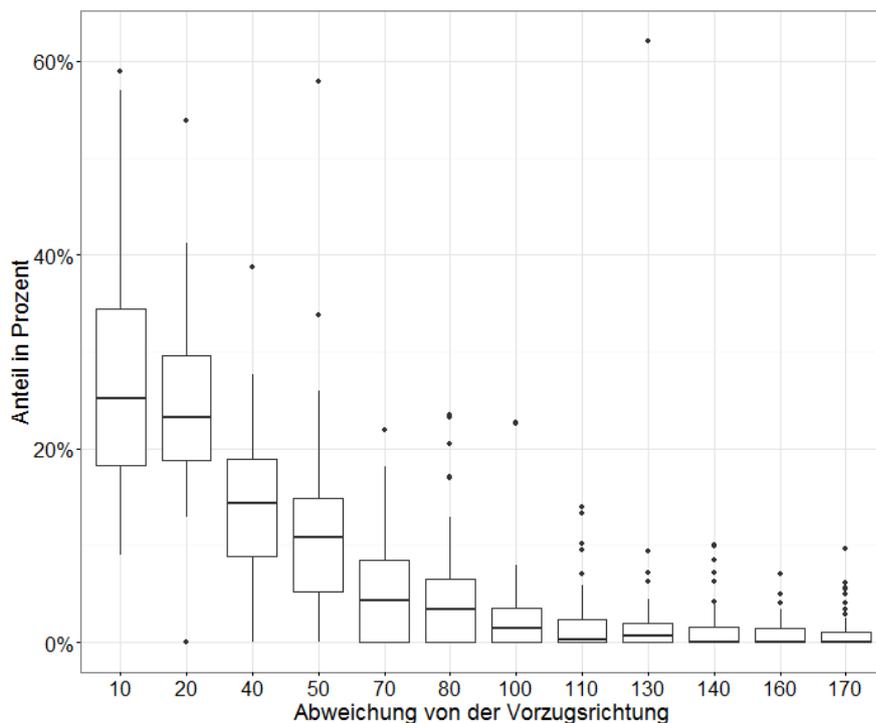


Grafik 10: Kumulierte MTR-gewichtete Häufigkeiten relativer Richtungswinkel für Distanzkreise mit Radius 5.000m (links) und 10.000m (rechts) um die inneralpinen Beobachtungspunkte unterhalb 700m Flughöhe über Grund. $R^2 > 0.99$.

Es wurden Weiters alle Kurven für 1.000m Distanzkreise berechnet und für die Region Alpen wurden einzelne Höhenstufen (<500m, <700m, >700m) analysiert, ohne in einem einzigen Fall der für Topographie-gebundenen Zug erwarteten Kurve näher zu kommen.

Skyline

Für keine der verwendeten Variablen-Settings kann ein signifikanter Einfluss auf die abhängige Variable „MTR 30° Sektor“ festgestellt werden. Es konnte mit dieser Methode der Topographie-Beschreibung und dem verwendeten Modell kein Zusammenhang zwischen der festgestellten Zugrichtung und der Topographie festgestellt werden. Vielmehr scheint die Abweichung von der Vorzugsrichtung den stärksten Erklärungswert für den Anteil des nächtlichen Vogelzuges in einer Richtung darzustellen. Grafik 11 zeigt für 30°-Sektoren einen Boxplot der jeweiligen Anteile des Zuges am Zugaufkommen an einem Punkt in Relation zur Abweichung von der angenommenen Vorzugsrichtung (220°).



Grafik 11: Boxplot des prozentuellen Anteils eines 30° Sektors pro Punkt in Abhängigkeit zur Abweichung von der angenommenen Vorzugsrichtung von 220°. Median (horizontale Linie), Bereich zwischen der 25% und 75% Perzentile (Box), Whiskers (1,5-Fache des Interquartilsabstands ($1,5 \times IQR$)) sowie Ausreißer (Punkte).

4.5. Schlussfolgerungen

Beide Methoden der Beschreibung der Topographie zeigen für die nach der Moonwatching Methode ermittelten Flugrichtungen (methodisch beschränkt auf Gut-Sicht-Wetterlagen) im Ostalpenraum keine Zusammenhänge mit dem Verlauf von Tälern, Kämmen und Skylines. Die beobachteten Verteilungen der relativen Winkel zu den ermittelten Basis-Azimutwinkeln lassen in keiner Weise erkennen, dass Gewässer bzw. Talräume im Umkreis von fünf bzw. zehn Kilometern des Beobachtungspunktes auf die Richtungswahl einen Einfluss hätten. Dies wurde auch mit demselben Ergebnis für den Nahraum der Beobachtungspunkte

(1.000m Radius) geprüft. Auch die Skyline steht in keinem Zusammenhang zur Wahl der Flugrichtung. Diesbezüglich konnte veranschaulicht werden, dass die Horizontlinien für Vögel, die sich in den Höhen die beim Moonwatching beobachtet wurden, fortbewegen, nur selten im Nahbereich visuelle, die Richtungswahl akut einschränkende, Hindernisse darstellen. Die Verteilung der erhobenen individuellen Flugrichtungen erklärt sich am besten aus der für den mitteleuropäischen Breitfrontzug charakteristischen Herbstrichtung nach SSW.

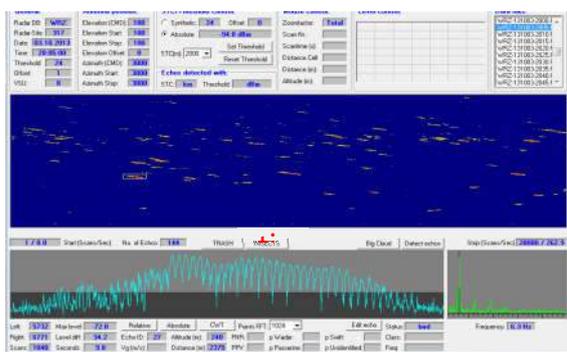
Bei der großräumigen Betrachtung sowohl mittlerer Zugrichtungen als auch auf die MTR in verschiedenen Regionen des Ostalpenraumes und seiner Randgebiete konnten auch in den Moonwatching-Ergebnissen des Netzwerkes Nächtlicher Vogelzug Ostalpen (Rössler & Schauer 2014) gewisse Einflüsse des Alpenraumes auf den Breitfrontzug beobachtet werden, was sich in leicht unterschiedlichen mittleren Richtungen, unterschiedlicher MTR und Bimodalität der Richtungsverteilung in der Region Nord ausdrückt. Ohne im Detail auf die Problematik der Erfassung geringer Flughöhen mit unterschiedlichen Erfassungsmethoden des nächtlichen Vogelzuges eingehen zu können, ist zu erwähnen, dass Moonwatching und Radar zu unterschiedlichen Höhenverteilungen kommen, wobei Radar größere Häufigkeiten in den unteren 300m ermittelt als Moonwatching. Diesen Zusammenhängen wurde bisher noch nicht ausreichend Aufmerksamkeit geschenkt, weder inwiefern dies durch Witterung, Detektionswahrscheinlichkeit, Algorithmen, etc. erklärt werden kann, noch inwieweit die MTR-Berechnung dadurch beeinflusst wird.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Moonwatching Ergebnisse ist es aber, zumindest in Zusammenhang mit dem nächtlichen Vogelzug, nicht sinnvoll, in den Ostalpen von Zugrouten zu sprechen. Es muss davon ausgegangen werden, dass im Ostalpenraum der nächtliche Breitfrontzug nicht kanalisiert wird. Da sich Moonwatch nicht für die Erfassung geringer Flughöhen eignet, was in gewissem Ausmaß zu Fehleinschätzungen der MTR in Höhen unter 300m führt, kann natürlich, speziell bei Wetterlagen, welche geringere Flughöhen bedingen, nichts über Bedeutung und Richtung des bodennahen Zuges ausgesagt werden.

4.6. Literatur

- BRUDERER, B. 1981. Stand und Ziele der Radarvogelzugforschung in der Schweiz. *Rev. Suisse Zool.* 88: 855-864.
- BRUDERER, B. 1982. Do migrating birds fly along straight lines? S. 3-14. In: F. PAPI & H. G. WALLRAFF (eds.): *Avian migration. International Symposium on Avian Navigation, Tirrenia (Pisa), 1981.* Springer, Berlin
- BRUDERER, B., T. STEURI, J. ASCHWANDEN & F. LIECHTI. 2012. Vom militärischen Zielfolgeradar zum Vogelradar. *Ornithologischer Beobachter* 109: 157.
- EMLEN, S. T. 1975. Migration: Orientation and navigation. S. 129-219 in: D. S. FARNER & J. R. KING (eds.): *Avian Biology Vol. V.* Academic Press London.
- LIECHTI, F. 2001. Calibrating the moon-watching method – chances and limits. *Avian Ecol. Behav.* 7: 27-40.
- LIECHTI, F., B. BRUDERER & H. PAPROTH. 1995. Quantification of Nocturnal Bird Migration by Moonwatching: Comparison with Radar and Infrared Observations. *Journal of Field Ornithology*: 457–468.
- LIECHTI, F., D. PETER, R. LARDELLI & B. BRUDERER. 1996. Die alpen, ein Hindernis im nächtlichen Breitfrontzug – eine großräumige Übersicht nach Mondbeobachtungen. *J. Ornithol.* 137: 337-356.
- RÖSSLER, M. & C. SCHAUER. 2014. Flugrichtungen und räumliche Verteilung des nächtlichen Vogelzuges über den Ostalpen: Mondbeobachtungen 2005–2007. *Der Ornithologische Beobachter* 111: 14.
- SCHMALJOHANN, H., F. LIECHTI, E. BÄCHLER, T. STEURI & B. BRUDERER. 2008. Quantification of bird migration by radar—a detection probability problem. *Ibis* 150: 342–355.

5. Erfassung des Vogelzugs mittels Fixbeam-Radar



VerfasserIn

Janine Aschwanden, Felix Liechti

unter Mitarbeit von

Thomas Steuri, Dieter Peter, Dr. Herbert Stark



vogelwarte.ch

5.1. Radarornithologie – Einsatzmöglichkeiten und Grenzen

Die Radartechnologie ist zurzeit die einzige zur Verfügung stehende Messtechnik, die eine Überwachung fliegender Vögel während des Tages und in der Nacht über alle relevanten Flughöhen erlaubt. Zudem ermöglicht ein automatischer Betrieb Aufzeichnungen von relativ großen Stichproben über lange Zeiträume. Zur Untersuchung des Vogelzugs mittels Radar können unterschiedliche Radarsysteme verwendet werden. Die Auswahl des Radarsystems hängt von der Fragestellung einer Untersuchung ab, da die verschiedenen Radarsysteme unterschiedliche Informationen liefern. So muss jeweils entschieden werden, ob eine quantitative Erfassung der Zugintensität oder die Erfassung einzelner Flugwege von Vögeln (2D oder 3D) im Vordergrund steht. Dieses Kapitel bezieht sich auf kleine mobile Radargeräte (ohne Wetterradar und sonstige großräumige Überwachungsradaranlagen).

5.1.1. Quantitative und qualitative Erfassung

Eine quantitative Erfassung der Zugintensität mittels Radar ist nur möglich, wenn bekannt ist, wie groß der Luftraum ist, der vom Radarsystem überwacht wird. Der überwachte Raum hängt dabei nicht nur von den Spezifikationen des Radargerätes ab, sondern auch von der Größe der untersuchten Objekte. Etwas vereinfacht dargestellt wird die Entdeckungswahrscheinlichkeit eines Vogels bestimmt durch die Intensität der abgestrahlte Energie, der Bündelung dieser Energie durch die Form der Antenne, die Distanz und Größe des Objektes und der Empfindlichkeit des Empfängers.

Die Form des Radarstrahls von Balkenantennen, wie sie bei handelsüblichen Schiffsradargeräten verwendet werden, die zunehmend bei ornithologischen Studien zum Einsatz kommen, ist in Bezug auf Vögel nur sehr vage bekannt. Quantitative Aussagen anhand der Daten solcher Radarsysteme sind daher kaum zulässig. Die Antennen dieser Systeme drehen und scannen die Umgebung kontinuierlich ab und machen damit die Flugbahnen einzelner Objekte sichtbar. Daher eignen sich diese Systeme hauptsächlich zur Erfassung qualitativer Daten wie Flugrichtungen und Zuggeschwindigkeiten, wodurch räumliche Konzentrationen von Flugwegen festgestellt werden können. Aufgrund der Form des Radarstrahls können mit dieser Art von Aufzeichnung Flugwege von Kleinvögeln bis ungefähr 500 m über Boden registriert werden.

Bei der Messmethode mit einem fixen Radarstrahl (Fixbeam-Methode, Bruderer et al. 2012) in Kombination mit einer Parabol- oder einer Hornantenne wird der Radarstrahl gebündelt und fix in eine Richtung gehalten (vergleichbar mit dem Strahl einer Taschenlampe, die in die Dunkelheit gerichtet wird). Während dieser Dauer werden sämtliche Objekte erfasst, die durch den Radarstrahl hindurch fliegen.

Durch den Einsatz unterschiedlicher Antennen, kann der überwachte Raum den Fragestellungen angepasst werden. Soll auf kurze Distanz (1 km) ein möglichst großer Raum überwacht werden, kommt eine Antenne mit einem großen Öffnungswinkel zum Einsatz (z.B. 60°, BirdScanMV1), müssen Große Höhen oder Distanzen überwacht (bis 6 km) werden, wird eine Antenne mit kleinem Öffnungswinkel verwendet (z.B. 3°, BirdScanMT1). Die Ausrichtung der Antenne ist bei Anlagen mit breitem Öffnungswinkel senkrecht nach oben. Bei engem Öffnungswinkel wäre bei senkrechter Ausrichtung der überwachte Raum im unteren Höhenbereich sehr klein. Damit der gesamte Luftraum systematisch abgetastet werden kann, werden Serien von Einzelmessungen mit unterschiedlichen Elevationen (Höhenwinkel) und Richtungen in Abständen von wenigen Minuten durchgeführt und die ganze Serie regelmäßig wiederholt (z.B. halbstündlich).

Für die beiden erwähnten Radarsysteme BirdScanMT1 und BirdScanMV1 sind Größe und Form des Radarstrahls in Abhängigkeit der Vogelgröße bekannt (Schmaljohann et al. 2008). Darum kann basierend auf den Radardaten stündlich eine quantitative Zugintensität berechnet werden, die in Form der MTR ausgegeben wird. Die Systeme eignen sich daher zur Wiedergabe des generellen saisonalen quantitativen Verlaufs des Vogelzugs insgesamt (BirdScanMT1) und mindestens im Höhenbereich der WEA (BirdScanMV1).

5.1.2. Bestimmung von Flugobjekten

Die große Herausforderung und Schwierigkeit bei der Erfassung von Vögeln mittels Radar ist die Bestimmung, ob es sich bei den auf dem Radarsystem sichtbaren Objekten (Echos) tatsächlich um Vögel handelt. So hinterlassen nicht nur Vögel sondern auch Insekten, Wolken, Störechos aus der Umgebung (Clutter) und sonstige Wetterphänomene Echos auf dem Radar. Dem Vorhandensein einer Möglichkeit zur Unterscheidung zwischen Vögeln und Nicht-Vögeln kommt daher größte Bedeutung zu.

Bei nicht modifizierten handelsüblichen Radarsystemen mit Balkenantenne können die Echos von Vögeln nur tagsüber mittels Sichtbeobachtungen identifiziert werden. Oftmals wird auch die Fluggeschwindigkeit eines Objekts für eine grobe Unterscheidung zwischen Vogel und Nicht-Vogel verwendet (z.B. nachts). Allerdings ist anzumerken, dass größere Insekten und kleine Singvögel sehr ähnliche Fluggeschwindigkeiten aufweisen können (Alerstam et al. 2011). Mit anderen Radarsystemen wie dem BirdScanMT1/MV1 erfolgt die Unterscheidung zwischen Vogel und Nicht-Vogel anhand der Schwankungen in der Echointensität eines Echos. Diese sogenannten Echosignaturen zeigen für Vögel meist ein charakteristisches Muster, welches Flügelschläge und somit die Flügelschlagfrequenz widerspiegelt. Die Art des Musters und die Höhe der Frequenz eines Musters erlauben die Bestimmung des Vogeltyps (Singvogel, Wasservogel, Segler) und die Größe des Vogels tags- und nachtsüber (Bruderer et al. 2010, Zaugg et al. 2008). Eine Bestimmung auf

Artniveau ist aber nicht möglich. Diese Information kann tagsüber mit zusätzlichen Sichtbeobachtungen gesammelt werden.

Nachts ziehen Vögel meist einzeln oder in genügend großen Abständen, so dass sie vom Radar als einzelne Echos erfasst werden können. Tagsüber fliegen viele Vogelarten allerdings dichter in kleineren Trupps bis großen Schwärmen, wodurch das Radar die Vögel nicht mehr einzeln erfassen kann. Ein Schwarm von Kleinvögeln reflektiert dabei häufig nur ein Echo. Bei quantitativen Tagzugraten muss daher berücksichtigt werden, dass die Werte als Minimalwerte zu verstehen sind. Eine Korrektur der Werte kann vorgenommen werden, wenn aufgrund von Sichtbeobachtungen Daten zur Größe von Vogelschwärmen vorliegen. Dieselbe Problematik besteht bei Systemen, die qualitative Daten liefern.

5.1.3. Bestimmung der Flughöhe von Objekten

Mit horizontal drehenden, handelsüblichen Radarsystemen mit Balkenantennen können aufgrund der Form des Radarstrahls keine Informationen zur Flughöhe von Objekten gesammelt werden. Durch eine 90° Drehung des Radargerätes kann eine vertikale Ebene überwacht werden, die es erlaubt Durchzugfrequenzen in verschiedenen Höhen zu messen (ohne Echoidentifikation, Richtungs- und Geschwindigkeits-Information). Die Fixbeam-Messmethode hingegen erlaubt zu bestimmen, in welchem Höhenintervall ein Vogel unterwegs war. Aufgrund dessen kann die Höhenverteilung der Vögel analysiert und bestimmt werden, welcher Anteil des Vogelzugs in einer bestimmten Höhe unterwegs war (z.B. in den untersten 200 m über Boden).

5.1.4. Grenzen der Radartechnologie

Die meisten der Schwierigkeiten und Grenzen der unterschiedlichen Radartechnologien wurden bereits in den vorangehenden Kapiteln angesprochen. Generell liegen die Probleme von Radargeräten bei folgenden Punkten:

- Generell Beeinträchtigungen durch Störechos aus der Umgebung – die handelsüblichen Radarsysteme verfügen über eingebaute Filter die solche Störechos unterdrücken. Allerdings werden dadurch in der Regel auch Vogelechos zu einem unbekanntem Anteil unterdrückt.
- „Blindheit“ der Radargeräte im Nahbereich, je nach System 30 bis 200 m (technische Gründe und häufig Störechos im Nahbereich, die Vogelechos überlagern)
- „Blindheit“ der Radargeräte bei Regen (Echos der Regenwolken überlagern Vogelechos)
- Unterscheidung zwischen Vögeln/Nicht-Vögeln
- Größe des überwachten Luftraums in Abhängigkeit der Vogelgröße
- Erfassung der Flughöhe
- Erfassung von Vogelschwärmen
- Sehr eingeschränkte Möglichkeit der Artbestimmung

5.2. Methode ViA

5.2.1. Prinzip des Vorgehens

Bevor Radarmessungen durchgeführt wurden, erstellten wir für das Land Österreich ein vorläufiges Vogelzugmodell basierend auf dem Schweizer Modell (Liechti et al. 2012). Anhand der Ergebnisse dieses Rohmodells wurde die Auswahl der Radarstandorte getroffen. Die Ergebnisse der Radarmessungen dienten danach zur Auswahl der für Österreich wichtigen Windsituationen in Zusammenhang mit den Zugintensitäten und zur Validierung der Modellergebnisse.

Die quantitativen Radarmessungen erfolgten im Herbst 2013. Gemessen wurde kontinuierlich 24 h während 100 Tagen vom 6.8.2013 bis 13.11.2013 in einem Referenzgebiet. Zusätzlich wurden in derselben Zeitperiode an vier weiteren Standorten nacheinander Radarmessungen durchgeführt („mobile“ Standorte). Hier wurde jeweils während 21-27 Tagen (Teilperioden) gemessen. Damit übertrifft die realisierten Messperiode die vertraglich vereinbarte Periode deutlich (60 Tage + 4x15 Tage).

Basierend auf diesen Daten wurden bezüglich des vom Radar überwachten Luftraum für 200 m-Höhenintervalle stündliche Zugintensitäten pro Kilometer und Stunde berechnet (MTR = Migration Traffic Rate). Um die Werte der Zugdichten direkt miteinander vergleichen zu können, wurden die Ergebnisse der an den „mobilen“ Standorten, wo jeweils nur eine Teilperiode gemessen worden ist, auf die ganze herbstliche Zugperiode hochgerechnet. Die hochgerechneten Werte der Standorte wurden zueinander ins Verhältnis gesetzt (z.B. im Referenzgebiet war die gemessene Zugdichte 2.5-mal höher als am Standort Planneralm). Bei der Validierung des Vogelzugmodells wurde schließlich überprüft, ob die modellierten Zugdichten dieselben Verhältniszahlen ergaben (z.B. im Referenzgebiet war die modellierte Zugdichte ebenfalls 2.5-mal höher als am Standort Planneralm).

5.2.2. Auswahl Radarstandorte

Zur Erfassung des Vogelzugs wurde ein Referenzgebiet in der Region südöstlich von Linz (Standorte Asang und Würzberg) und vier weitere Standorte („mobil“) im Süden (Arnoldstein), Westen (Schönberg im Stubaital), Osten (Neunkirchen) sowie im Zentrum (Planneralm) des Landes ausgewählt (Tab. 1 und Abb. 1). Die Auswahl der Standorte wurde anhand der durch das Rohmodell vorhergesagten Vogelzugintensitäten vorgenommen.

Tab. 1. Liste der Radarstandorte mit geographischen Angaben, Funktion Anzahl gemessener Tage sowie der Messperiode.

Nr.	Name	Koordinaten	m ü.M.	Funktion	Anzahl Messtage	Messperiode	
						Start	Ende
1a	Asang	48.10564/ 14.44997	330	Referenz	16	06.08.2013	21.08.2013
1b	Würzberg	48.08416/ 14.5096	360	Referenz	84	21.08.2013	13.11.2013
2	Arnoldstein	46.55204/ 13.68424	610	mobil	27	07.08.2013	02.09.2013
3	Planneralm	47.40061/ 14.21021	1'860	mobil	21	03.09.2013	23.09.2013
4	Schönberg	47.18322/ 11.40388	1'040	mobil	23	24.09.2013	16.10.2013
5	Neunkirchen	47.71479/ 16.06699	390	mobil	27	17.10.2013	12.11.2013

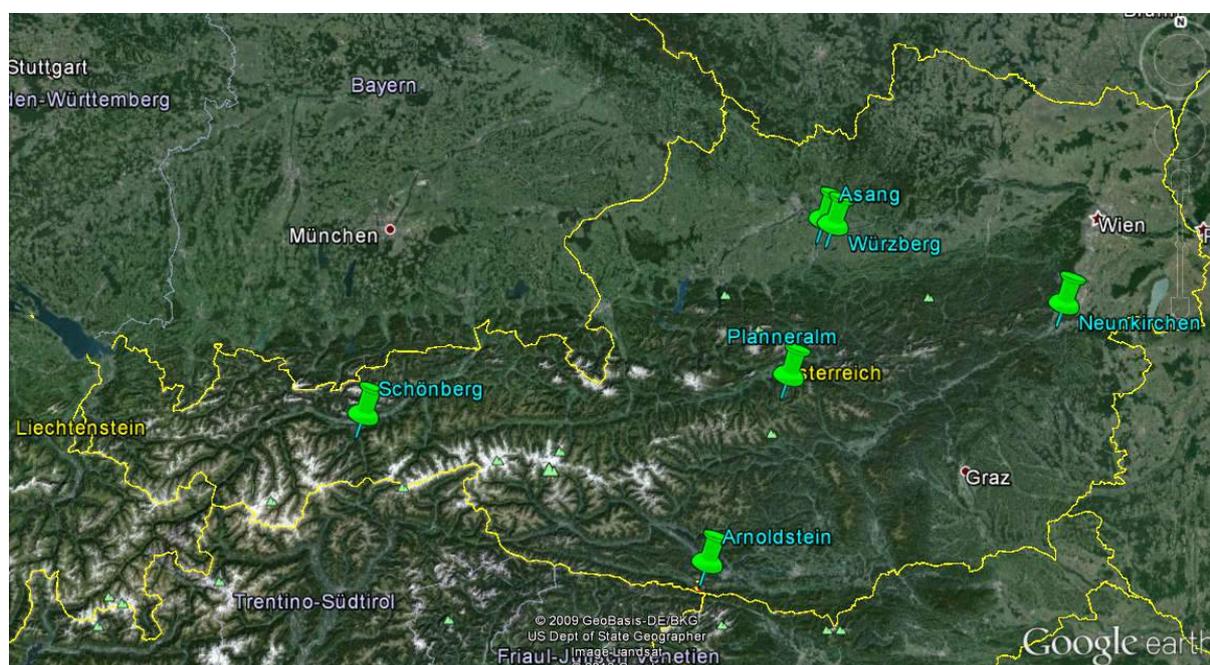


Abb. 1. Karte von Österreich mit den Radarstandorten (grüne Pins).

5.2.3. Referenzgebiet: Standorte Asang (a) und Würzberg (b)

Als Referenzgebiet wurde die topographisch wenig strukturierte Region an der Grenze zwischen Oberösterreich (Traunviertel, Bezirk Steyr-Land) und Niederösterreich (Mostviertel, Bezirk Amstetten) rund 25 km südöstlich von Linz ausgewählt (Abb. 2). Nachdem sich der erste Standort (Asang, 330 m ü.M., Traunviertel) aufgrund vieler Störechos nicht als optimal erwiesen hat, wurde die Radarstation nach 16 Tagen um 5 km nach Südwesten (Würzberg, 360 m ü.M., Mostviertel) verschoben.

Ziel der Auswahl des Referenzgebiets war die Erfassung von topographisch möglichst unbeeinflusstem Vogelzug. Dadurch kann der generelle Zugstrom (Breitfrontzug) gemessen werden, der schließlich auf den Alpenbogen trifft.



Abb. 2. Referenzgebiet mit den Radarstandorten Asang und Würzburg sowie den jeweiligen Messrichtungen. Die Radarstation von Asang wurde nach 16 Tagen an den Standort Würzburg verschoben

5.2.4. Radarstandort 2: Arnoldstein

Arnoldstein liegt im Süden des Landes im Bundesland Kärnten unmittelbar am Dreiländereck mit den Grenzen zu Italien und Slowenien 14 km südwestlich von Villach (Abb. 3). Bei Arnoldstein zweigt vom westlich gerichteten Gailtal ein südwestlich verlaufender Taldurchbruch nach Tarvis in Italien ab. Der Standort ist bekannt für einen starken Durchzug von Greifvögeln, speziell des Wespenbussards. Jährlich werden Sichtbeobachtungen dort gelegenen Raptor Migration Camp vorgenommen.

Der Radarstandort befand sich beim Raptor Migration Camp auf 610 m ü.M. Die Radarmessungen erfolgten in Richtung Nord und Richtung Südost.

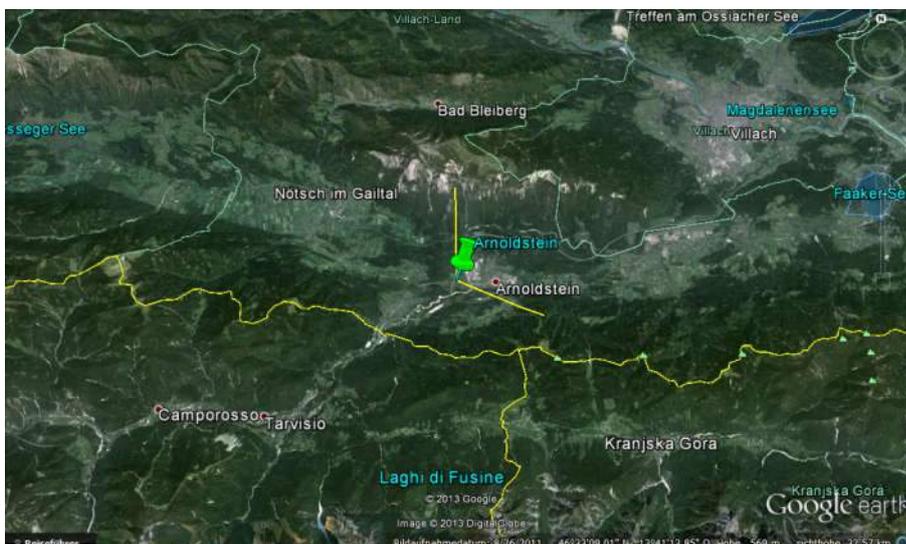


Abb. 3. Gebiet Arnoldstein mit dem Radarstandort (grün) und den beiden Messrichtungen.

5.2.5. Radarstandort 3: Planneralm

Die im Zentrum von Österreich liegende Planneralm befindet sich in den Wölzer Tauern des Bundeslands Steiermark rund 100 km südöstlich von Salzburg (Abb. 4). Das Ziel der Messungen an diesem Standort war die Erfassung desjenigen Vogelzugs, der über die Alpen hinweg zieht. Der Radarstandort lag auf ca. 1'860 m ü.M. und gemessen wurde in die Richtungen Nordwest und Nordost.

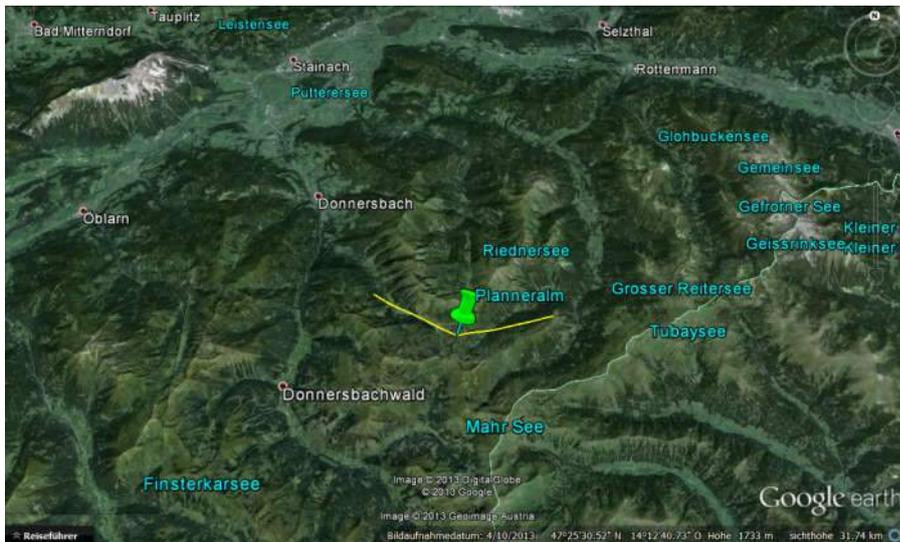


Abb. 4. Gebiet Planneralm mit dem Radarstandort (grün) und den beiden Messrichtungen.

5.2.6. Radarstandort 4: Schönberg im Stubaital

Der Radarstandort 4 lag im Bundesland Tirol ca. 10 km südlich von Innsbruck auf rund 1'040 m ü.M. bei Schönberg im Stubaital (Abb. 5). Bei Schönberg zweigt das Stubaital südwestlich ab, während sich das Wipptal südöstlich in Richtung Brenner fortsetzt. Interessant ist hier die Frage, ob sich der Vogelzug entlang der beiden Täler in unterschiedlicher Intensität bewegt. Gemessen wurde dementsprechend in nordwestlicher sowie in nordöstlicher Richtung.



Abb. 5. Gebiet Schönberg mit dem Radarstandort (grün) und den beiden Messrichtungen.

5.2.7. Radarstandort 5: Neunkirchen

Der Radarstandort 5 lag unmittelbar bei Neunkirchen im Bundesland Niederösterreich auf rund 390 m ü.M. am Alpenostrand (Abb. 6). Das Gebiet ist ein Ausläufer des Wiener Beckens und mündet südwestlich gerichtet via Ternitz, Gloggnitz und den Semmering in das Mürztal.

Die Lage des Standorts lässt gemäß Rohmodell eine hohe Vogelzugintensität erwarten. Gemessen wurde in Richtung Nordwest und Richtung Ost.

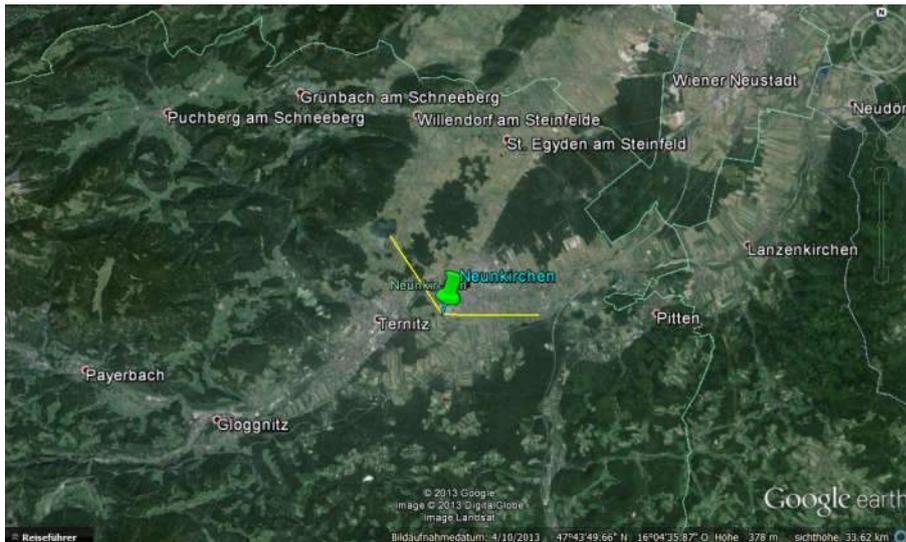


Abb. 6. Gebiet Neunkirchen mit dem Radarstandort (grün) und den beiden Messrichtungen.

5.2.8. Radarmessungen und Beschreibung des Radargerätes

Die Radardatenaufnahmen erfolgten im Herbst 2013 an 100 Tagen vom 06.08.2013 (20:00 Uhr) bis 14.11.2013 (05:00 Uhr) kontinuierlich während 24 h. Im Referenzgebiet wurde die ganzen 100 Tage über gemessen, während an den anderen vier Standorten („mobil“) nacheinander jeweils für 21-27 Tage gemessen worden ist.

Verwendet wurden zwei Fixbeam-Radargeräte Modell Swiss BirdScanMT1 (Bruderer et al. 2012; www.swiss-birdradar.com). Dieses Radarmodell ist ein für Vogelbeobachtungen modifiziertes Radar des Typs Sperry Marine Bridgemaster 65825H. Die Wellenlänge des Radars beträgt 3 cm (X-Band Radar), hat einen nominalen Peak Power Output von 25 kW und eine Pulsfrequenz von 1'800 Hz. Kleinvögel können bis auf eine Distanz von ca. 4 km und große Vögel sowie Schwärme auf eine Distanz von rund 6 km erfasst werden. Die Daten werden digital gespeichert.

Zur Überwachung des gesamten Luftraumes wurde der Radarstrahl alle vier Minuten auf eine andere Elevation (Höhenwinkel) eingestellt. Während den vier Minuten auf einer Elevation misst das Radar unverändert in eine Richtung (Abb. 7). Mit dieser Messmethode

wird der Vogelzug quantitativ erfasst und es können Zugraten auf unterschiedlichen Höhenstufen bestimmt werden.

Tab. 2. Liste der Radarstandorte mit den pro Messrichtung gemessenen Elevationen.

Nr. Standort	Name Standort	Messrichtungen (in Grad		Elevationen (°)
		(°) und Himmelsrichtung)		
1a	Asang	348.75	NW	2.8, 5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0
		123.75	SO	5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0, 67.5
1b	Würzberg	309.37	NW	2.8, 5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0
		146.25	SO	5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0, 67.5
2	Arnoldstein	2.81	N	5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0, 67.5
		118.12	SW	2.8, 5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 45.0
3	Planneralm	300.94	NW	5.6, 11.3, 16.9, 22.5, 28.1, 45.0
		78.75	NO	5.6, 8.4, 11.3, 16.9, 28.1, 45.0
4	Schönberg	298.12	NW	5.6, 16.9, 28.1, 33.8, 45.0, 67.5
		80.15	NO	5.6, 11.3, 16.9, 28.1, 33.8, 45.0
5	Neunkirchen	326.25	NW	5.6, 16.9, 28.1, 33.8, 45.0, 67.5
		89.99	O	5.6, 11.3, 16.9, 28.1, 33.8, 45.0

Die Wahl des Höhenwinkels muss so abgestimmt werden, dass eine Radarmessung auf einer bestimmten Elevation von möglichst wenigen Bodenechos beeinträchtigt wird. Bodenechos sind Reflektionen des Radarstrahls, die von der Umgebung selbst sowie von Objekten in der Umgebung zurückgeworfen werden. Sie sind unerwünscht, weil sie Vogelechos überlagern können. Die Bodenechos sind je nach Topographie der Umgebung unterschiedlich, wodurch für jeden Standort spezifische Elevationen gewählt werden müssen. Bei allen Radarstandorten wurde während einer Stunde jeweils in zwei Richtungen auf sechs Elevationen je eine Messung à vier Minuten durchgeführt. Pro Stunde wurde in der ersten halben Stunde jeweils in die eine Richtung und in der zweiten halben Stunde in die andere Richtung gemessen.

5.2.9. Auswertung der Radardaten

Das Datenauswertungsverfahren besteht aus mehreren Schritten. In einem ersten Schritt werden für jede Einzelmessung à vier Minuten die Boden- und sonstigen Störechos ausgeschieden (z.B. Regenwolken). Im nächsten Schritt werden die verbleibenden Echos mittels einer Software detektiert und klassiert. Bei der Klassierung wird entschieden, ob ein Echo von einem Vogel stammt oder nicht. Diese Klassierung beruht auf der Analyse der Schwankung der Echointensität in Form von „Flügelschlagmustern (Abb. 7 und Abb. 8; Zaugg et al. 2008; Bruderer et al. 2010).

Da sich das vom Radar überwachte Volumen des Luftraums auf die Vogelgröße bezieht (große Vögel können auf eine weitere Entfernung detektiert werden als kleine Vögel), wird der im Mittel überwachte Luftraum anhand der Verteilung der Vogelechogrößen bestimmt. Aus der Anzahl Vögel pro Zeit und überwachtem Raum wird die so genannte „Migration Traffic Rate“ (MTR) errechnet (Schmaljohann et al. 2008). Sie drückt aus, wie viele Vögel eine hypothetische Linie von einem Kilometer Länge senkrecht zur Zugrichtung während einer Stunde überfliegen (Anzahl Vögel/[km*h]).

Nachts ziehen Vögel meist einzeln oder in genügend großen Abständen, so dass sie vom Radar als einzelne Echos erfasst werden. Dementsprechend können die nächtlichen Zugraten als Abbild der absoluten Zahlen interpretiert werden. Tagsüber fliegen viele Vogelarten allerdings in kleineren Trupps bis großen Schwärmen, wodurch das Radar die Vögel nicht mehr einzeln erfassen kann. Ein Schwarm von Kleinvögeln reflektiert dabei meistens nur ein Echo. Infolgedessen sind die Tagzugraten relative Angaben der Zugintensität.

Als Grenze zwischen Tag- und Nachtzug gilt der Zeitpunkt des „civil twilight“ (Sonne 6° unter dem Horizont; Komenda-Zehnder et al. 2010).

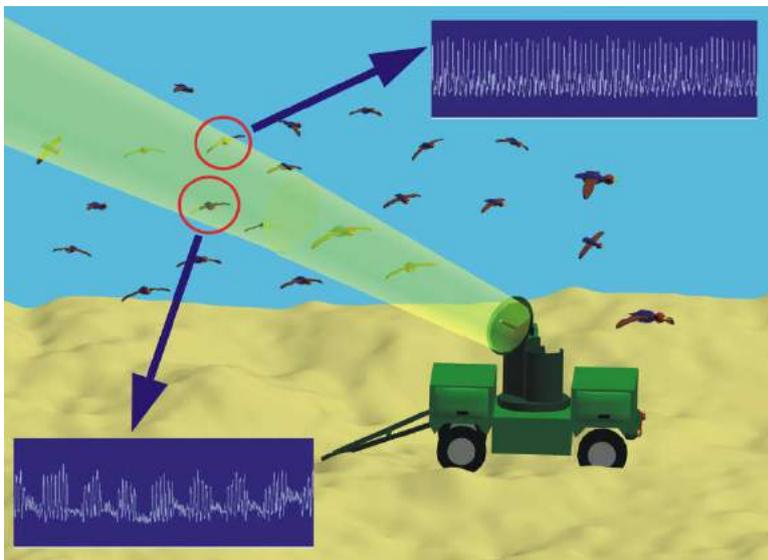


Abb. 7. Prinzip der Fixbeam-Messung. Das Radar strahlt unverändert in eine Richtung, und jeder Vogel, der durch den Radarstrahl fliegt, wird erfasst. Gleichzeitig wird das Flügelschlagmuster aufgezeichnet.

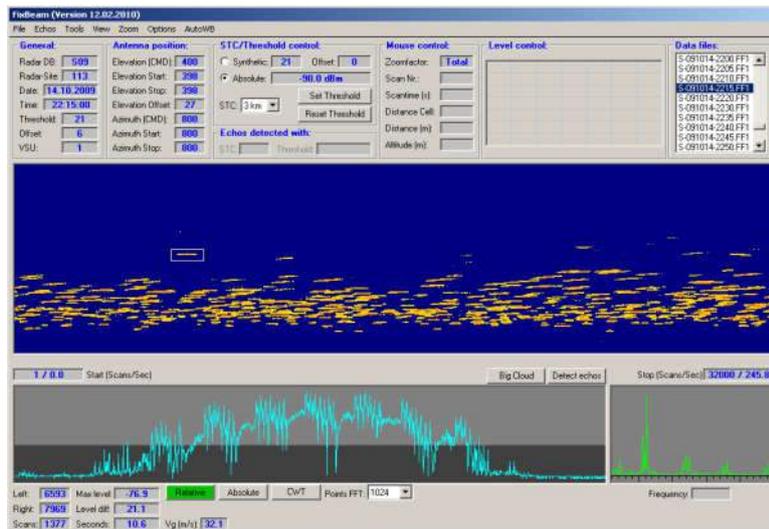


Abb. 8. Benutzeroberfläche der Auswertungssoftware. Das blau hinterlegte Fenster zeigt die Verteilung der Echos in der Distanz (von unten nach oben) und im zeitliche Verlauf (von links nach rechts). Orange dargestellt sind die Echos, die während einer Fixbeam-Messung à 4 Minuten aufgezeichnet worden sind. Von einem ausgewählten Einzelecho (eingerahmt) wird das Flügelschlagmuster (unten links, hellblau) und die Flügelschlagfrequenz (unten rechts, grün) aufgezeigt. Das Flügelschlagmuster des ausgewählten Echos ist typisch für einen Singvogel.

5.2.10. Hochrechnung der mit Radar gemessenen Zugintensitäten

Während die Zugdichtewerte des Referenzstandorts die ganze Herbstzugperiode abdecken (= 100 %), bilden die Zugdichtewerte der „mobilen“ Radarstandorte jeweils nur eine Teilperiode aus der gesamten Herbstzugperiode ab. Damit die gemessenen absoluten Werte der Standorte direkt miteinander verglichen werden können, wurden die Zugdichtewerte von Arnoldstein, Schönberg, Planneralm und Neunkirchen auf die ganze Herbstperiode hochgerechnet.

Zur Hochrechnung wurden die Zugdichtewerte des Referenzstandorts verwendet indem bestimmt wurde, welcher Anteil der Individuen innerhalb der Zeitfenster der einzelnen Teilperioden am Referenzstandort pro km durchgezogen ist. Dabei wurde angenommen, dass an den „mobilen“ Standorten zur gleichen Zeit derselbe Anteil des gesamten Vogelzuges pro km durchgezogen ist wie am Referenzstandort. Beispielsweise zogen am Referenzstandort in der Zeitperiode, wo gleichzeitig auf der Planneralm gemessen worden ist, 18 % der Individuen durch. Nun wird angenommen, dass auf der Planneralm während dieser Zeitperiode ebenfalls 18 % des gesamten Herbstzuges durchgezogen ist. Die Anzahl der Individuen pro km kann daher auf 100 % hochgerechnet werden. Dividiert durch die Anzahl der gemessenen Stunden ergibt sich wiederum die Zugdichte pro km und h (MTR).

5.3. Ergebnisse der Radarmessungen

5.3.1. Anzahl Radarmessungen

Im Verlauf der gesamten Feldsaison konnten total 53'564 einzelne Radarmessungen, von jeweils vier Minuten, aufgezeichnet werden. Im Referenzgebiet wurde an 100 Tagen und an den mobilen Standorten durchschnittlich an 24.5 (sd ± 3 Tage) Tagen gemessen.

Tab. 3. Liste der Radarstandorte mit den Anzahl Einzelmessungen à 4 Minuten pro Messrichtung.

<i>Nr. Standort</i>	<i>Name Standort</i>	<i>Messrichtungen (in Grad (°) und Himmelsrichtung)</i>		<i>Anzahl Einzelmessungen à 4 Minuten</i>
1a	Asang	348.75	NW	2'031
		123.75	SO	2'033
1b	Würzberg	309.37	NW	11'896
		146.25	SO	11'946
2	Arnoldstein	2.81	N	3'697
		118.12	SW	3'684
3	Planneralm	300.94	NW	2'765
		78.75	NO	2'774
4	Schönberg	298.12	NW	2'693
		80.15	NO	2'682
5	Neunkirchen	326.25	NW	3'683
		89.99	O	3'680

5.3.2. Vergleich der mittleren Zugraten und Verhältnisse

Mit Ausnahme von einer (Neunkirchen), wurden in allen einzelnen Teilperioden sowohl im ganzen Luftraum (alle Höhenintervalle) wie auch unter 200 m über Boden (Höhenintervall der WEA) am Referenzstandort höhere MTR-Werte gemessen, als am entsprechenden mobilen Standort (Tab. 4).

Die auf die gesamte Herbstperiode hochgerechneten Werte ergeben, dass am Standort Schönberg und Neunkirchen vergleichbar hohe MTRs wie am Referenzstandort auftraten (Tab. 5). Weniger hoch war die Zugdichte in Arnoldstein und am tiefsten auf der Planneralm. So waren die Zugdichten am Referenzstandort und in Neunkirchen rund 2.5-mal, in Schönberg zwei Mal und in Arnoldstein 1.7-mal höher als auf der Planneralm.

Berücksichtigt man nur den für Windturbinen relevanten Höhenbereich unterhalb von 200 m über Boden, ergeben sich etwas andere Resultate. Die höchsten Zugdichten wurden am Standort Neunkirchen gemessen (Tab. 5). Deutlich tiefer waren die Zugdichten in Arnoldstein und auf der Planneralm. So waren die Zugdichten unterhalb 200 m über Boden in

Neunkirchen rund 4.5 mal, am Referenzstandort 3.8 mal, in Schönberg 3.5 mal und in Arnoldstein zwei Mal höher als auf der Planneralm.

Tab. 4. Liste der mittleren MTR der einzelnen Teilperioden und aufgrund des Referenzstandorts berechneter prozentualer Anteil am Herbstzug über alle Höhenintervalle sowie unterhalb von 200 m über Boden (Höhenbereich der WEA). Zudem ist der Anteil am Herbstzug angegeben, der in der entsprechenden Teilperiode am Referenzstandort durchgezogen ist.

Höhenbereich	Standorttyp	06.08.-02.09. Arnoldstein	03.09.-23.09. Planneralm	24.09.-16.10. Schönberg	17.10.-12.11. Neunkirchen
bis 3000 m	Referenz	830 Vögel/km ² *h	540 Vögel/km ² *h	940 Vögel/km ² *h	300 Vögel/km ² *h
	Mobiler Standort	590 Vögel/km ² *h	220 Vögel/km ² *h	884 Vögel/km ² *h	340 Vögel/km ² *h
	Anteil am Herbstzug	36 %	18 %	30 %	14 %
< 200 m über Boden	Referenz	160 Vögel/km ² *h	145 Vögel/km ² *h	265 Vögel/km ² *h	80 Vögel/km ² *h
	Mobiler Standort	115 Vögel/km ² *h	35 Vögel/km ² *h	215 Vögel/km ² *h	90 Vögel/km ² *h
	Anteil am Herbstzug	20 %	27 %	28 %	26 %

Tab. 5. Liste der mittleren MTR pro Standort über die gesamte Beobachtungsperiode (für die mobilen Standorte hochgerechnet entsprechend dem Anteil am Gesamtzug des Referenzstandortes). Aufgeführt sind die MTR's über alle Höhenintervalle sowie unterhalb von 200 m über Boden (Höhenbereich der WEA). Zudem sind die Verhältniszahlen der Zugdichten bezüglich des Standorts Planneralm wiedergegeben.

Standort	bis 3000 m		< 200 m über Boden	
	Mittlere MTR	Verhältnis	Mittlere MTR	Verhältnis
Referenz	650 Vögel/km ² *h	2.37	165 Vögel/km ² *h	3.82
Arnoldstein	470 Vögel/km ² *h	1.72	90 Vögel/km ² *h	2.15
Planneralm	280 Vögel/km ² *h	1.00	45 Vögel/km ² *h	1.00
Schönberg	600 Vögel/km ² *h	2.20	145 Vögel/km ² *h	3.41
Neunkirchen	730 Vögel/km ² *h	2.65	200 Vögel/km ² *h	4.61

5.3.3. Saisonaler Verlauf der Zugraten

Zur Darstellung des saisonalen Verlaufs der Zugintensitäten wurden die Zugraten über alle Höhenintervalle summiert und pro Datum über die Stunden sowie über die beiden Messrichtungen gemittelt (Abb. 9 bis Abb. 16). Die markantesten Zugpeaks mit einer mittleren, nächtlichen Zugrate von rund 5'000 Vögeln/km²*h traten am Standort Schönberg in den Nächten vom 01.10./02.10.2013 und 06.10./07.10.2013 auf.

Referenzgebiet

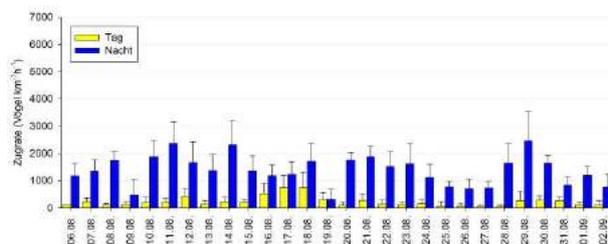


Abb. 9. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für das Referenzgebiet, Zeitperiode 06.08.-02.09.2013 (vom 06.08.-21.8.2013 befand sich der Radar am Standort „Asang“). Die Zeitperiode entspricht der Messperiode in Arnoldstein.

„Mobile“ Standorte

Arnoldstein

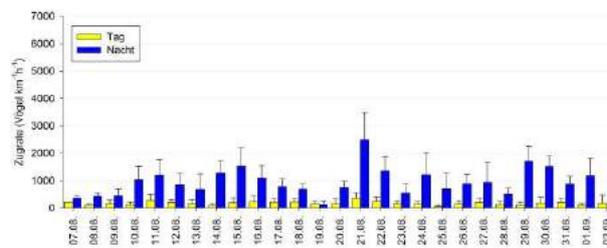


Abb. 10. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für den Standort Arnoldstein, Messperiode 07.08.-02.09.2013.

Referenzgebiet

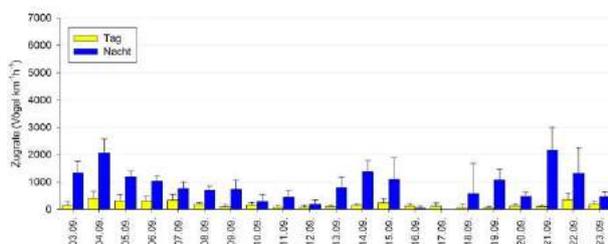


Abb. 11. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für das Referenzgebiet, Zeitperiode 03.09.-23.09.2013. Die Zeitperiode entspricht der Messperiode auf der Planneralm.

„Mobile“ Standorte

Planneralm

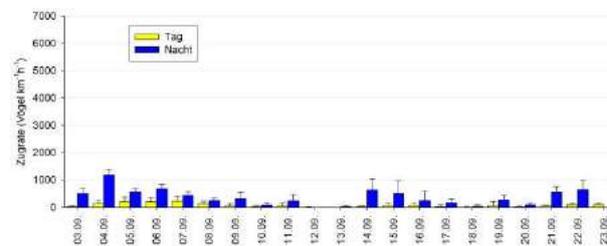


Abb. 12. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für den Standort Planneralm, Messperiode 03.09.-23.09.2013.

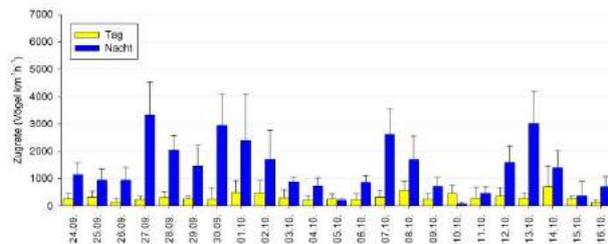


Abb. 13. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für das Referenzgebiet, Zeitperiode 24.09.-16.10.2013. Die Zeitperiode entspricht der Messperiode bei Schönberg.

Schönberg

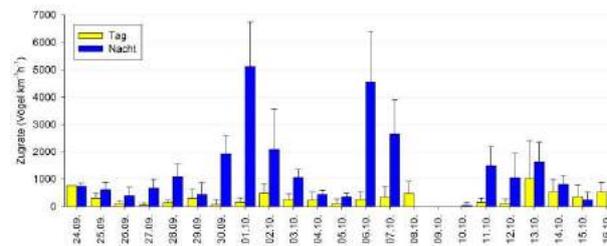


Abb. 14. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für den Standort Schönberg im Stubaital, Messperiode 24.09.-16.10.2013. Aufgrund technischer Probleme besteht zwischen dem 8.10.2013 und 10.10.2013 eine Datenlücke.

Neunkirchen

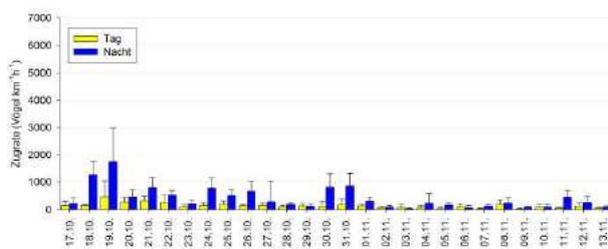


Abb. 15. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für das Referenzgebiet, Zeitperiode 17.10.-13.11.2013. Die Zeitperiode entspricht der Messperiode bei Neunkirchen.

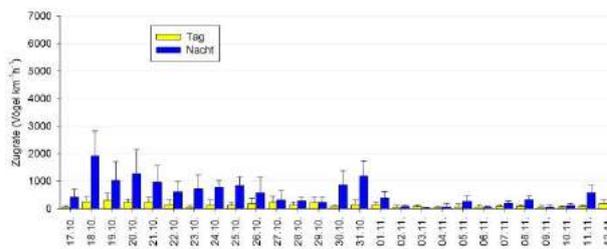


Abb. 16. Mittlere Zugraten pro Datum (mit Standardabweichung), aufgeteilt nach Tag und Nacht für den Standort Neunkirchen, Messperiode 17.10.-12.11.2013.

5.3.4. Höhenverteilungen

Zur Analyse der Höhenverteilung wurden die Zugraten für jedes Höhenintervall von 200 m über die jeweiligen Messperioden und über die beiden Messrichtungen gemittelt (Abb. 17 bis Abb. 21). Im Referenzgebiet bewegte sich rund 45 % des Tag- und 20 % des Nachtzugs im Höhenbereich unterhalb von 200 m über Boden. Diese Werte lagen für die Teilperiode in Arnoldstein tagsüber im Mittel bei knapp 40 % und nachtsüber bei 15 %. Auf der Planneralm fanden sowohl tags wie auch nachts rund 15 % des Vogelzugs im Höhenbereich unterhalb von 200 m über Boden statt. Bei Schönberg nutzte 25 % des Tag- und 20 % des Nachtzugs das unterste Höhenintervall. Bei den Messungen in Neunkirchen waren tagsüber 55 % und nachtsüber 20 % des Vogelzugs im Höhenbereich der WEA unterwegs.

Referenzgebiet

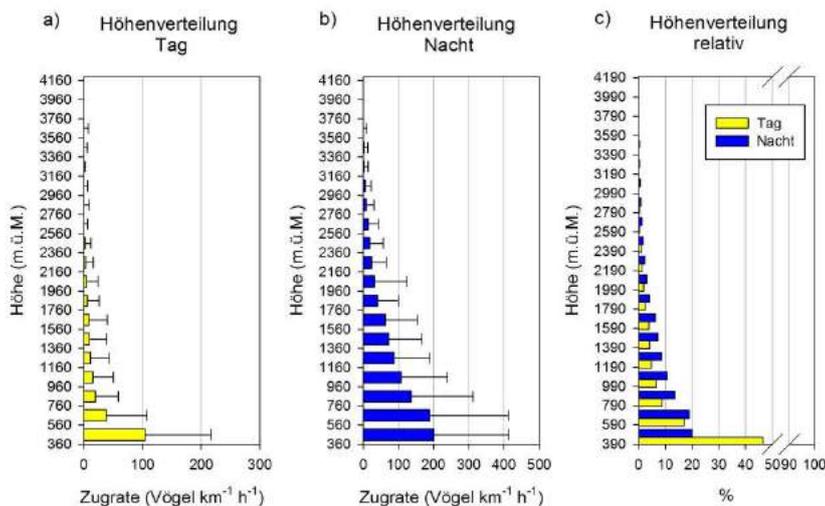


Abb. 17. Mittlere Tag- (a) und Nachtzugraten (b) pro Höhenintervall (mit Standardabweichung) und Anteil der Tag- und Nachtzugraten an der mittleren Zugrate der gemessenen Zeitperiode 06.08.-21.08.2013 (c).

Arnoldstein

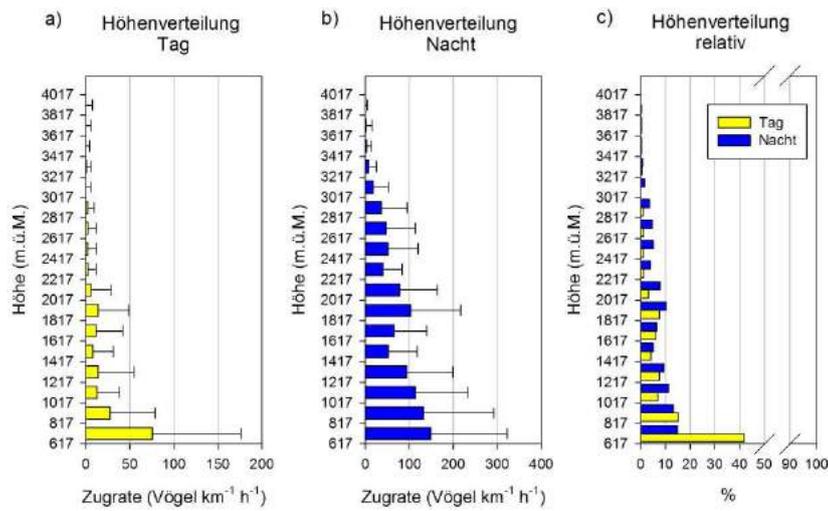


Abb. 18. Mittlere Tag- (a) und Nachtzugraten (b) pro Höhenintervall (mit Standardabweichung) und Anteil der Tag- und Nachtzugraten an der mittleren Zugrate der gemessenen Zeitperiode 07.08.-02.09.2013 (c).

Planneralm

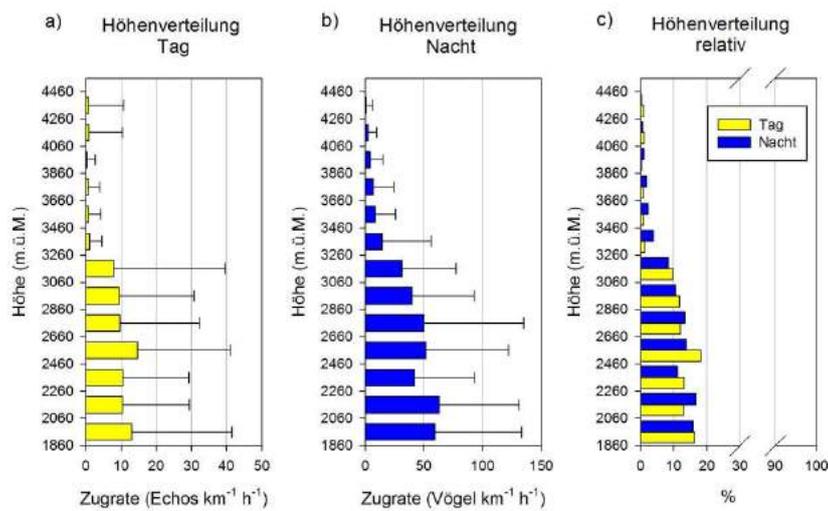


Abb. 19. Mittlere Tag- (a) und Nachtzugraten (b) pro Höhenintervall (mit Standardabweichung) und Anteil der Tag- und Nachtzugraten an der mittleren Zugrate der gemessenen Zeitperiode 03.09.-23.09.2013 (c).

Schönberg im Stubaital

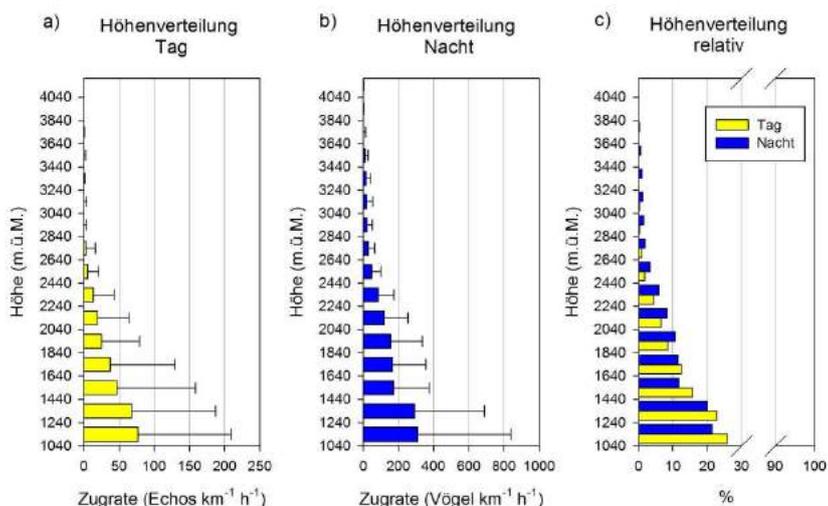


Abb. 20. Mittlere Tag- (a) und Nachtzugraten (b) pro Höhenintervall (mit Standardabweichung) und Anteil der Tag- und Nachtzugraten an der mittleren Zugrate der gemessenen Zeitperiode 24.09.-16.10.2013 (c).

Neunkirchen

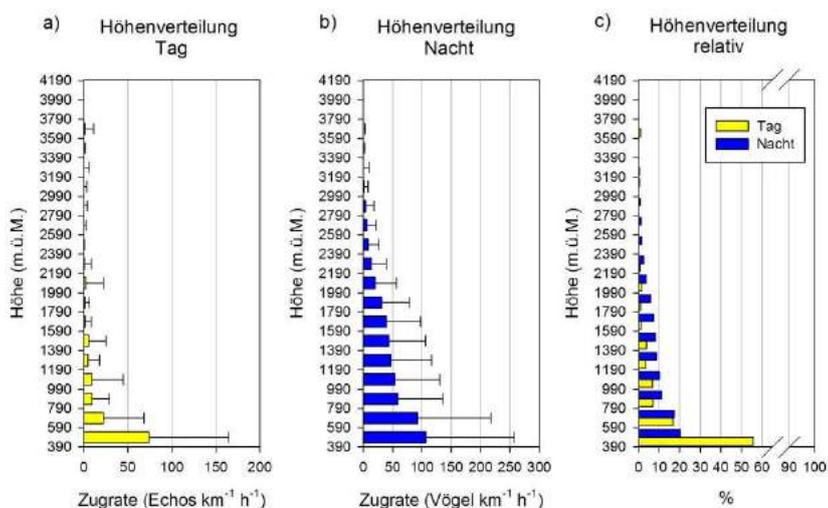


Abb. 21. Mittlere Tag- (a) und Nachtzugraten (b) pro Höhenintervall (mit Standardabweichung) und Anteil der Tag- und Nachtzugraten an der mittleren Zugrate der gemessenen Zeitperiode 17.10.-12.11.2013 (c).

5.3.5. Tageszeitlicher Verlauf der Zugrate

Zur Untersuchung des tageszeitlichen Verlaufs der Zugrate wurde die Zugrate aller Höhenintervalle pro Tagesstunde und über die beiden Messrichtungen gemittelt (Abb. 22 und Abb. 26). Die Muster im tageszeitlichen Ablauf sind an allen Standorten ähnlich.

Referenzgebiet

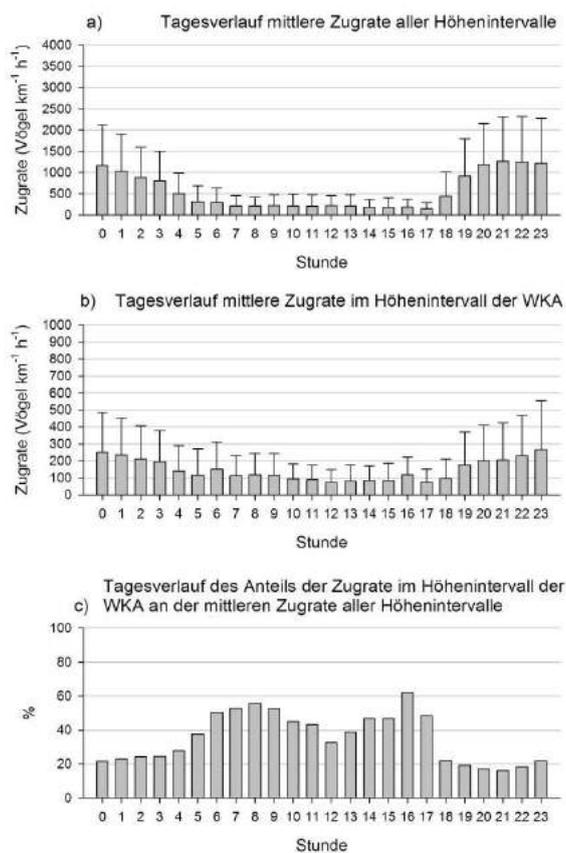


Abb. 22. Tagesverlauf der mittleren stündlichen Zugraten (mit Standardabweichung) aller Höhenintervalle im Referenzgebiet, Messperiode 06.08.-13.11.2013.

Arnoldstein

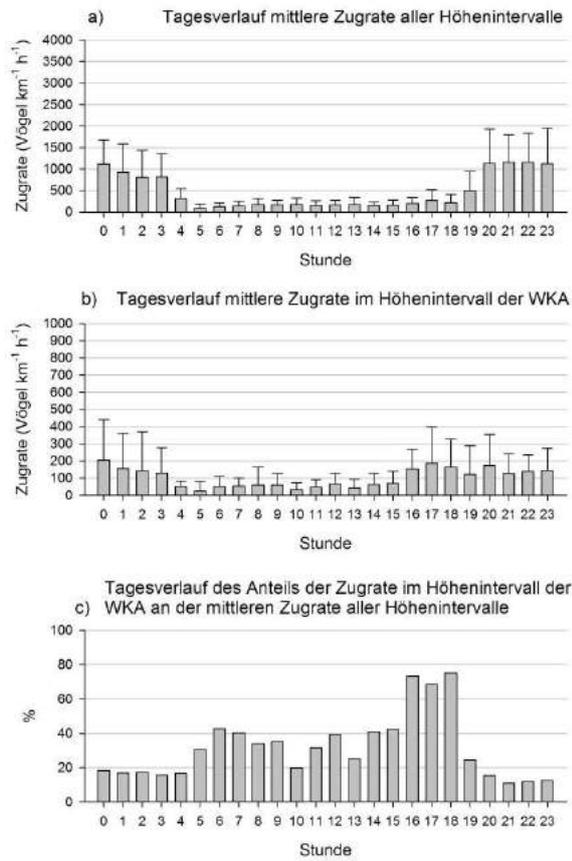


Abb. 23. Tagesverlauf der mittleren stündlichen Zugraten (mit Standardabweichung) aller Höhenintervalle am Standort Arnoldstein, Messperiode 07.08.-02.09.2013.

Planneralm

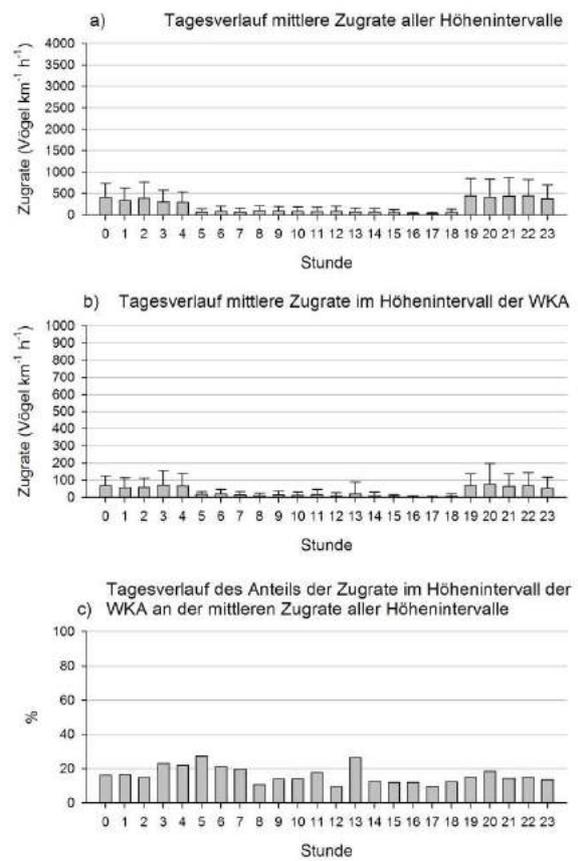


Abb. 24. Tagesverlauf der mittleren stündlichen Zugraten (mit Standardabweichung) aller Höhenintervalle am Standort Planneralm, Messperiode 03.09.-23.09.2013.

Schönberg

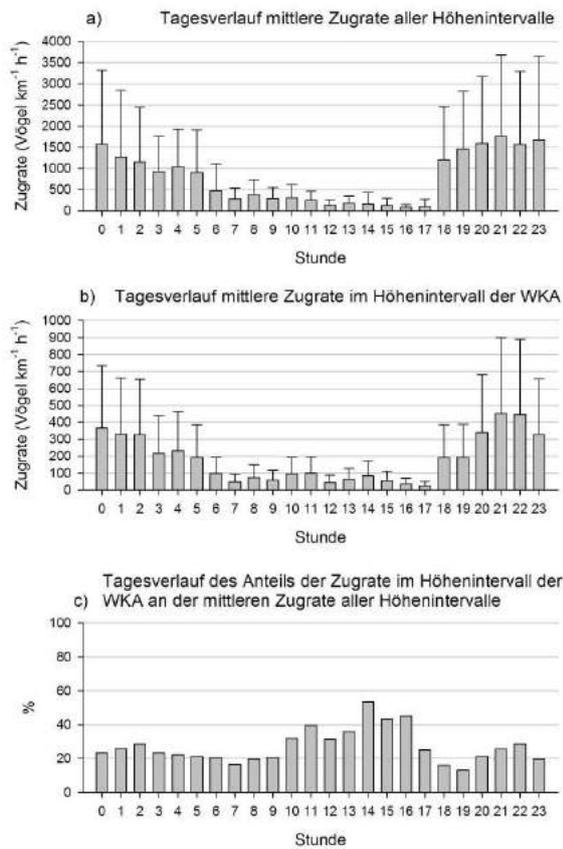


Abb. 25. Tagesverlauf der mittleren stündlichen Zugraten (mit Standardabweichung) aller Höhenintervalle am Standort Schönberg, Messperiode 24.09.-16.10.2013.

Neunkirchen

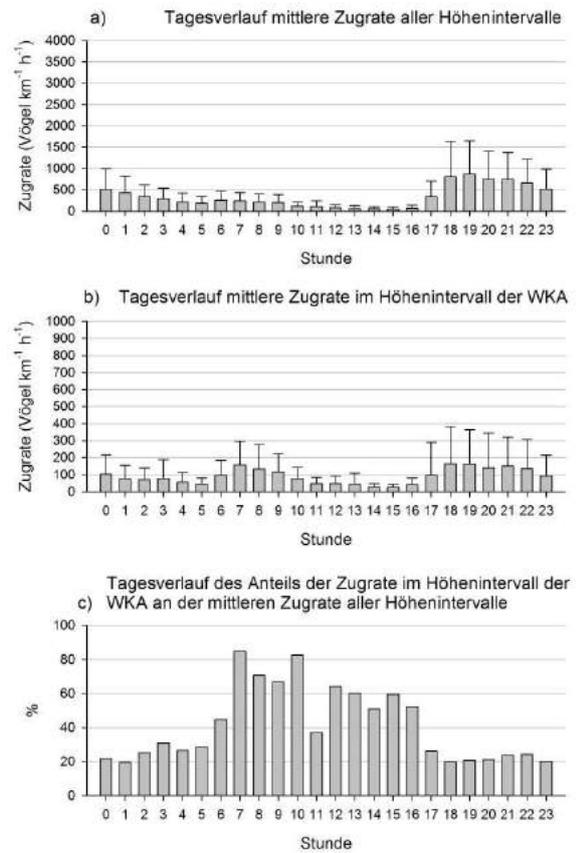


Abb. 26. Tagesverlauf der mittleren stündlichen Zugraten (mit Standardabweichung) aller Höhenintervalle am Standort Neunkirchen, Messperiode 17.10.-12.11.2013.

5.3.6. Literatur

- ALERSTAM, T., J.W. CHAPMAN, J. BÄCKMAN, A.D. SMITH, H. KARLSSON, C. NILSSON, ET AL. 2011. Convergent patterns of long-distance nocturnal migration in noctuid moths and passerine birds. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*: rspb20110058.
- BRUDERER, B. & F. LIECHTI. 1990. Richtungsverhalten nachziehender Vögel in Süddeutschland und der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Windeinflusses. *Ornithol. Beob* 87: 271–293.
- BRUDERER, B., D. PETER, A. BOLDT & F. LIECHTI. 2010. Wing-beat characteristics of birds recorded with tracking radar and cine camera. *Ibis* 152: 272–291.
- BRUDERER, B., T. STEURI, J. ASCHWANDEN & F. LIECHTI. 2012. Vom militärischen Zielfolgeradar zum Vogelradar. *Ornithologischer Beobachter* 109: 157.
- KOMENDA-ZEHNDER, S., L. JENNI & F. LIECHTI. 2010. Do bird captures reflect migration intensity?—Trapping numbers on an Alpine pass compared with radar counts. *Journal of avian biology* 41: 434–444.
- LIECHTI, F., J. GUÉLAT, S. BAUER & M. MATEOS [online]. 2012. Konfliktpotenzialkarte Windenergie—Vögel Schweiz: Teilbereich Vogelzug.
- SCHMALJOHANN, H., F. LIECHTI, E. BÄCHLER, T. STEURI & B. BRUDERER. 2008. Quantification of bird migration by radar—a detection probability problem. *Ibis* 150: 342–355.
- ZAUGG, S., G. SAPORTA, E. VAN LOON, H. SCHMALJOHANN & F. LIECHTI. 2008. Automatic identification of bird targets with radar via patterns produced by wing flapping. *Journal of The Royal Society Interface* 5: 1041–1053.

6. Zusammenfassung der Erkenntnisse über den herbstlichen Vogelzug über den österreichischen Alpen

Durch die verschiedenen Studienteile des Projekts konnten eine Reihe von grundlegenden Erkenntnissen über das Vogelzuggeschehen in Österreich und im Speziellen im österreichischen Alpenraum erbracht werden, welche sich wie folgt zusammenfassen lassen.

- Die Hauptdurchzugsrichtung in Österreich und den österreichischen Alpen ist Südwest. Dies gilt sowohl für den Tagvogelzug als auch den nächtlichen Vogelzug. Tagvogelzug findet aber zudem in beträchtlichem Ausmaß in Richtung Süden und Westen statt.
- Bei den tagziehenden Arten ist im Süden und Osten von Österreich die Süd-Komponente stärker ausgeprägt. Nördlich der Alpen und in den westlichen Bereichen der Alpen ist die West-Komponente stärker ausgeprägt.
- Südöstlicher Zug findet vor allem im Osten – und dort auch nur in geringem Ausmaß (ca. 10%) statt. Dies gilt sowohl für den Tagvogelzug als auch den nächtlichen Vogelzug.
- Für nächtlichen Vogelzug konnten keine lokalen Einflüsse der Topographie festgestellt werden und die gemessenen Durchzugsraten werden vor allem von der Vorzugsrichtung bestimmt.
- Für den Tagvogelzug konnte ein Einfluss der Topographie auf die Richtungsverteilung festgestellt werden. Zumindest für die Richtungen Süd und Südwest ist der Anteil des in dieser Richtung stattfindenden Vogelzugs an einem Punkt durch die Topographie beeinflusst. Je höher und näher eine „Barriere“ ist, desto geringer ist der Anteil des Zuggeschehens in diese Richtung.
- Die untersten 200m über Grund weisen bei den Radarmessungen beim Tagvogelzug an allen Standorten die höchsten Durchzugsraten auf. Am Alpennordrand, Alpenostrand sowie am Messpunkt südlich des Alpenhauptkammes zogen zwischen 40 und 55 % aller am tagziehenden Vögel in diesem Bereich. Innerhalb der Alpen betrug dieser Wert um die 30 %. Da Radargeräte in niedrigen Höhen eine geringere Detektionsgenauigkeit aufweisen und tagziehende Kleinvögel oft in Trupps ziehen, kann angenommen werden, dass diese Messergebnisse den Anteil in den unteren Regionen am Gesamtzugaufkommen unterschätzen.

- Beim Nachtzug konnten an vier der fünf Radarstandorte die höchsten mittleren Durchzugsraten in den untersten 200m über Grund gemessen werden. Dies ist aber weniger ausgeprägt als beim Tagvogelzug und beinhaltet zwischen 15 und 20 % des Gesamtzugaufkommens.
- Am Alpenostrand konnten die höchsten Durchzugsraten sowohl mittels Radar als auch bei der visuellen Erfassung des Tagvogelzugs gemessen werden. Dies entspricht auch den Ergebnissen der Modellierung.
- Innerhalb der Alpen konnte zumindest an einem Punkt nur geringfügig geringerer Zug als am Alpennord-Rand festgestellt werden. Das bedeutet, dass auch beträchtlicher Vogelzug sowohl während des Tages als auch der Nacht innerhalb der Alpen stattfinden kann.
- Der vermeintliche Widerspruch zwischen nicht festgestellten Topographie-Einflüssen beim Nachtzug (Moonwatch) und der gemessenen Verdichtung des nächtlichen Vogelzugs am Alpenostrand, könnte sich durch die eingeschränkte Übereinstimmung der Erfassung geringer Flughöhen erklären. Weitere diesbezügliche Analysen sind aber notwendig.
- Vorhersagbare gravierende räumliche Ungleichverteilung des nächtlichen Vogelzuges wie „Zugrouten“ und „Zugschneisen“ und im Umkehrschluss Zonen geringen Zugaufkommens konnten nicht gefunden werden.
- Aufgrund der Höhenverteilung und der Durchzugsraten sind Konflikte mit der Windkraft standortbedingt innerhalb der Alpen gegeben, da sowohl am Tag als auch in der Nacht ein beträchtlicher Teil des Vogelzugs in den dafür relevanten Höhen fliegt bzw. fliegen kann.

Aufbauend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen des Projekts konnten das Gesamt-Zugaufkommen sowie in gewissem Ausmaß Durchzugszahlen auf Artniveau abgeschätzt werden. Dadurch war es möglich, Kollisionsrisiken abzuschätzen, welche die Grundlage für eine Bewertungen von Windkraftstandorten im Alpenraum darstellen. Ein wesentliches – naturschutzfachlich relevantes - Ergebnis des Projekts ist daher der Leitfaden für die Erfassung des Vogelzugs im Alpenraum inklusive Schwellenwerte für eine Bewertung von Windkraft-Standorten.

7. Bewertung von Windkraft-Standorten in Hinblick auf die Gefährdung von Zugvögeln



Empfehlungen zur Erhebungsmethodik und der Interpretation der Ergebnisse

Verfasser

Matthias Schmidt, Remo Probst & Gábor Wichmann



7.1. Präambel

Ziel des Dokuments ist die Zurverfügungstellung einer Methode, welche aus Sicht von BirdLife Österreich notwendig ist, um im Rahmen von Umweltverfahren die Auswirkungen von Windkraftprojekten auf den Vogelzug im österreichischen Alpenraum (Abbildung 27, Abgrenzung nach der Alpenkonvention) abschätzen zu können. Grundlage stellen dabei stringente Erhebungsmethoden dar, welche einen Vergleich zwischen Standorten zulassen. Die dabei vorgeschlagenen Erhebungsmethoden sind hinsichtlich deren Umfangs als Mindeststandards zu verstehen. Darüber hinaus werden für die Interpretation methodenspezifische Durchzugszahlen als Richtwerte für die Beurteilung des Standorts genannt. Die Erstellung der Richtwerte bezieht sich in erster Linie in Hinblick die Problemfelder Kollision und Barrierewirkung von Windkraftanlagen für Zugvögel. Der Aspekt eines möglichen Lebensraumverlustes für Zugvögel (Rastplätze) wird nicht oder nur indirekt behandelt.

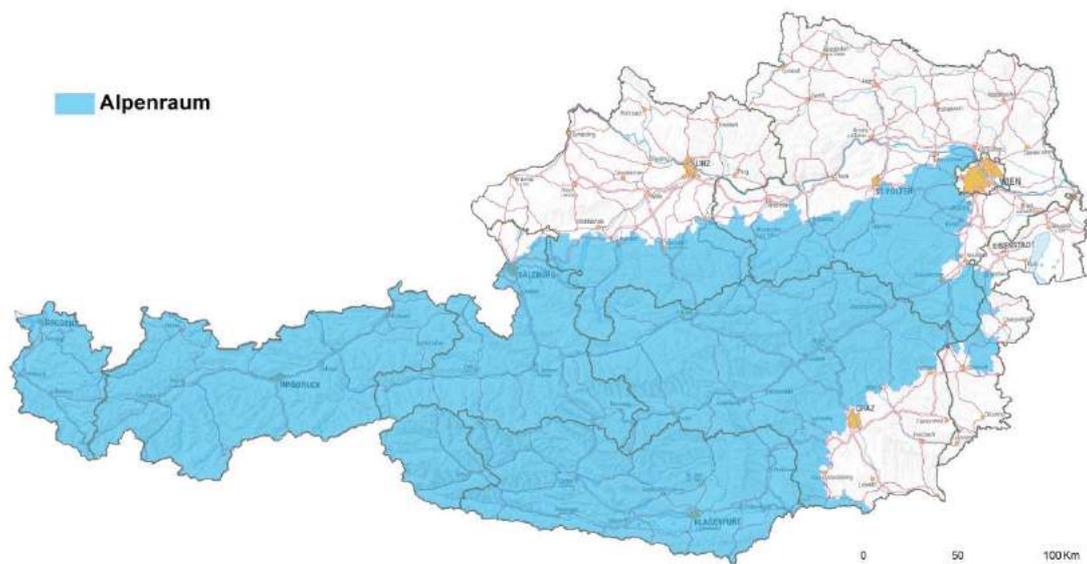


Abbildung 27: Karte mit der für das vorliegende Dokument gültigen Abgrenzung des Alpenraums. Die Abgrenzung erfolgte nach der Definition der Alpenkonvention (<http://www.alpconv.org/de/AlpineKnowledge/Perimeter.html>)

Das vorliegende Dokument basiert auf dem aktuellen Wissenstand für den Vogelzug im österreichischen Alpenraum und die Empfehlungen sind für den in Abbildung 27 definierten Alpenraum gültig. Auch außerhalb dieses Raumes kann starker Vogelzug auftreten (z.B. Böhmisches Masse) und dies muss bei den behördlichen Verfahren gegebenenfalls berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass andere Aspekte zur Bewertung von Windkraftstandorten nicht Gegenstand dieses Dokuments sind. Welche weiteren Erhebungen durchgeführt werden müssen sind im jeweiligen Naturschutzverfahren abzuklären.

Sofern zukünftige Erkenntnisgewinne in Hinblick auf den Vogelzug eine Adaptierung nötig erscheinen lassen, muss dies bei der Anwendung des Dokuments berücksichtigt werden. Da Daten und Ergebnisse im Rahmen von Windkraft-Planungen durchgeführter Erhebungen öffentlich zugänglich gemacht werden müssen (im Rahmen der UVE bzw. via das Umweltinformationsgesetz), können diese genützt werden um den Kenntnisstand über das Vogelzuggeschehen im Alpenraum zukünftig weiter zu verbessern. Eine bestmögliche Datengrundlage für die Bewertung von Standorten ist von öffentlichem Interesse und kommt letztendlich allen Akteuren im Bereich Windkraft sowie dem Vogelschutz zu Gute. In diesem Sinne wird BirdLife Österreich das vorliegende Dokumente nötigenfalls an neue Erkenntnisse aktualisieren und anpassen.

Für die Anwendung ist die letztgültige Version des Dokuments zu nutzen, welche auf der Homepage von BirdLife Österreich (<http://www.birdlife.at/ueberuns/positionen.html>) zum Download bereit steht.

7.2. Anmerkung zum Frühjahrszug

Der Kenntnisstand über den Verlauf des Frühjahrszugs über den österreichischen Alpen ist sehr gering und detaillierte Empfehlungen zu dessen Erfassung sind zum aktuellen Zeitpunkt nur schwer zu geben. Für die Erfassung des Kleinvogelzugs ist sicherlich der Einsatz von Fixbeam-Radargeräte die geeignetste Methode, welche aufgrund fehlenden Wissens über die Phänologie über den gesamten Zeitraum des Frühjahrszugs (zumindest Mitte Februar bis Mitte Mai) betrieben werden sollten. Allerdings fehlen Erfahrungswerte für eine Evaluierung und die Bildung von Schwellenwerten oder Richtwerten zum aktuellen Zeitpunkt nicht sinnvoll.

Noch schwieriger ist es für die Erfassung des Greif- und Großvogelzugs. Unzureichende Daten für die Definierung von Schwellenwerten sowie die problematische Erreichbarkeit vieler Beobachtungspunkte aufgrund von Schneelagen erschweren die Erstellung von klaren Vorgaben. Die Erstellung einer detaillierten Erhebungsmethodik ist daher zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich. Es wird aber empfohlen sich bezüglich der prinzipiellen Methode sowie des Aufwands an den jener zur Erfassung des herbstlichen Groß- und Greifvogelzugs zu orientieren.

Das vorliegende Dokument bezieht sich daher in erster Linie auf die Erfassung des herbstlichen Vogelzuges. Anzumerken ist aber, dass sofern im Rahmen der Umsetzung eines Windparks Abschaltungen bei hohem Zugaufkommen vorgesehen sind, diese jedenfalls auch während der Phase des Frühjahrszuges zum Einsatz kommen sollten (Mitte Februar bis Mitte Mai).

7.3. Grundlegendes

7.3.1. Wahl der Erfassungsmethoden

Eine Beurteilung von Standorten für die Windkraftnutzung in Hinblick auf die Auswirkungen auf den Vogelzug erfolgt sinnvollerweise auf zwei Betrachtungsebenen. Einerseits muss der gesamte Windparkplanungsbereich und andererseits Teilbereiche des geplanten Windparks bzw. der Bereich einzelner Windkraftanlagen bewertet werden. Letzteres ist sinnvoll um durch eine gute Platzierung der Anlagen („micro-siting“) das Risiko für Auswirkungen auf den Vogelzug zu minimieren (Drewitt und Langston 2006; Ferrer et al. 2012; Schaub 2012).

Grundlage für beide Betrachtungsebenen müssen aussagekräftige Daten über Intensität, Phänologie und Höhenverteilung des Vogelzugs sein. Dafür sind Maßzahlen, welche eine Vergleichbarkeit zwischen Standorten gewährleisten und somit die Grundlage für eine Bewertung darstellen, wesentlich. Im Zuge der quantitativen Erfassung des Vogelzugs ist die Einheit der „Migration Traffic Rate“ **[MTR]** ein etabliertes Maß um Durchzugsraten zu messen (Schmaljohann et al. 2008; Bruderer et al. 2012). Sie beschreibt die Anzahl an Vögel, welche pro Stunde eine gedachte Linie von einem Kilometer Länge queren. Wenn nicht anders angegeben, ist dabei der überwachte Raum nach oben hin offen. In Abhängigkeit der Fragestellung als auch der angewandten Erhebungsmethoden ist eine Einschränkung des vertikalen Bereichs auf einzelne Höhenbereiche aber sinnvoll.

Generell schwanken Durchzugsraten zumeist sehr stark und werden neben den spezifischen Standortseigenschaften maßgeblich von einer Reihe von weiteren Faktoren wie Jahreszeit, Tageszeit und Witterungsverhältnisse beeinflusst. Um das Durchzugsgeschehen an einem Standort werten zu können, stellt der Parameter der **mittleren Durchzugsrate pro Kilometer und Stunde (mittlere MTR)** eines definierten Zeitraumes für ein bestimmtes Höhenintervall ein gutes Maß dar. Der Betrachtungszeitraum und der vertikale Betrachtungsraum sind dabei von entscheidender Bedeutung. Eine Vergleichbarkeit zwischen den Standorten ist nur gegeben, wenn die Zeiträume (tageszeitlich als auch jahreszeitlich) und der vertikale Erhebungsraum entsprechend definiert und vergleichbar sind.

Neben dem Betrachtungszeitraum ist zudem die Erhebungsmethode relevant. Keine Methode kann exakte Durchzugsraten ermitteln und vor allem in Hinblick auf die vertikale Erfassungsreichweite bestehen starke Unterschiede. Bei jedem Vergleich und der Interpretation von mittleren Durchzugsraten ist die Erfassungsmethode daher zu berücksichtigen.

Aufgrund der Komplexität des Phänomen Vogelzugs (jahreszeitliche und tageszeitliche Muster, Vielzahl der betroffenen Arten) muss bei der Erfassung bzw. Bewertung des herbstlichen Zugesgeschehens zwischen den Aspekten

- **Groß- und Greifvogelzug,**
- **Kleinvogelzug bei Tag und**
- **Vogelzug bei Nacht**

unterschieden werden. Die jeweiligen Aspekte weisen unterschiedliche Herausforderungen zu deren quantitativen Erfassung auf und die Anwendung unterschiedlicher Methoden bzw. eine Kombination deren ist für eine seriöse Erfassung des Vogelzuggeschehens notwendig. Eine Auswahl der Stärken und Schwächen der Methoden ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Vergleich der vorgeschlagenen Methoden zur quantitativen Erfassung des Vogelzugs

Methoden	Visuelle Tagvogelzug- beobachtung	Messung Fixbeam-Radargerät
Quantitative Erfassung des Tagvogelzugs	für niedrige Höhen geeignet	geeignet
Quantitative Erfassung des Nachtvogelzugs	nicht möglich	geeignet
Erfassung von Groß- und Greifvögeln bis 1.000 m	geeignet	nicht möglich
Erfassung Kleinvögel < 50 m	geeignet	nur sehr eingeschränkt möglich
Erfassung Kleinvögel 50 – 200 m	geeignet	geeignet
Erfassung Kleinvögel > 200 m	eingeschränkt möglich	geeignet
Erfassung der Richtung	geeignet	nicht möglich
Bestimmung von Truppgrößen	geeignet	nicht möglich
Klassifizierung auf Artniveau	geeignet	nicht möglich (nur in Ausnahmefällen)

Für die Erfassung des Vogelzugs mit einem naturschutzfachlich akzeptablen Messfehler als Grundlage für die Bewertung eines Standorts ist aus Sicht der Verfasser eine Kombination des Einsatzes

- **eines Fixbeam-Radargeräts zur Erfassung des Nachtvogelzugs sowie des Kleinvogelzugs am Tag, sowie**
- **die visuelle Erfassung des Groß- und Greifvogelzugs durch Punkttaxierung**

während definierter Zeiträume zwingend nötig.

Sofern eine Erfassung mittels Fixbeam-Radargerät nicht möglich ist, muss zumindest eine visuelle Erfassung des sichtbaren Kleinvogelzugs durch Punkttaxierung durchgeführt werden. Da diese Methode im Vergleich zur Erfassung mittels Fixbeam-Radargerät deutliche Schwächen – z.B. keine Aussagen über den nächtlichen Vogelzug - aufweist, müssen im Falle der Nichtanwendung eines Radargeräts plausible Gründe dargelegt werden. Hinsichtlich des Umfangs der Erhebungen sollten die in der Arbeit von Schmidt et al. in prep. dargestellten Mindeststandards angewandt werden. Neben den methodischen Schwächen

dürfte sich die visuelle Erfassung des sichtbaren Kleinvogelzugs in der Regel kostenintensiver als der Einsatz von Radargeräten erweisen.

7.3.2. Richtwerte

Grundlage für die Definierung der Richtwerte stellen die im Rahmen des ViA-Projekts von BirdLife Österreich festgestellten Durchzugshäufigkeiten für einzelne Arten bzw. Artengruppen dar. Anhand der Durchzugshäufigkeiten wurden Durchzugszahlen für Gesamtösterreich abgeschätzt. Des Weiteren wurden Kollisionshäufigkeiten in zwei Ansätzen und nach mehreren Szenarien modelliert (Band et al. 2007; Scottish Natural Heritage 2010; Liechti et al. 2013). Die Ergebnisse der Modellierungen wurden hinsichtlich deren Plausibilität geprüft und mit Literaturwerten verglichen. Darauf aufbauend wurden die Richtwerte für die Bewertung definiert.

Es ist anzumerken, dass die Richtwerte für die Beurteilung der Standorte gelten und nicht mit Richtwerten für kollisionsmindernde Maßnahmen, wie etwa die Abschaltung von Windkraftanlagen bei hohem Zugaufkommen, zu verwechseln sind (siehe z.B. Erkenntnis des Bundesverwaltungsgerichts, 22.01.2016, W113 2017242-1/66E).

Da auch nicht in Betrieb befindliche Windkraftanlagen eine Barriere für Zugvögel darstellen und Kollisionen verursachen können, sind unabhängig von etwaigen kollisionsmindernden Maßnahmen Standorte mit hohem Aufkommen von Zugvögeln per se aus Sicht des Vogelschutzes für die Windkraftnutzung abzulehnen.

7.4. Erfassung des Groß- und Greifvogelzugs

Ziel ist die Erfassung des Groß- und Greifvogelzugs im Bereich eines geplanten Windparks bzw. in einzelnen Teilbereichen dessen. Die dafür als relevant eingestuftten Arten sowie ein Zuordnung für die Bewertung finden sich in der Artenliste im Anhang. Die Beobachtungen müssen standardisiert von Beobachtungspunkten aus erfolgen (Punkttaxierung). Einerseits sollen anhand der Beobachtungen Durchzugsraten berechnet werden, um das Konfliktpotentials des gesamten Windparks bzw. Teile dessen einzuschätzen. Andererseits sollen durch die Erfassung der genauen Zugwege, kleinräumig Information für die Bewertung bzw. Standortwahl einzelner Windkraftanlagen gesammelt werden („micro-siting“).

Es ist daher nötig, dass jede Beobachtung einer Zielart vor Ort mit einer Flugwegskizze dokumentiert wird. Diese Erkenntnisse sollten im Falle einer Genehmigung in die Detailstandortplanung einfließen um die Auswirkungen so gering als möglich zu halten.

Ergänzend sollten eine Reihe von weiteren Parametern wie Flughöhe über Grund, Richtung, Nutzung des windkraftrelevanten Höhenbereichs etc. sowie Witterungsverhältnisse protokolliert werden (siehe Anhang). Für die Berechnung der mittleren Durchzugsrate durch Sichtbeobachtungen (**mittlere MTR^{vis}** = mittlere MTR der visuellen Erfassung) ist ein räumlicher Bezug nötig, welcher in Form eines Standardkreises von 1.000 m Radius um den Beobachtungspunkt definiert wurde. Da sich die MTR^{vis} auf einen Kilometer bezieht, errechnet sie sich aus der Anzahl der Individuen pro Stunde welche den Standardkreis durchfliegen durch zwei.

$$MTR^{vis} = \frac{\text{Anzahl Individuen pro Stunde innerhalb des Standardkreises}}{2}$$

Standortwahl & Anzahl Beobachtungspunkte

Prinzipiell muss durch die Lage der Beobachtungspunkte eine Beurteilung der Windparkflächen möglich sein. Dies bedeutet, dass sämtliche geplanten Anlagen innerhalb des Standardkreises (1.000 m) eines Beobachtungspunktes liegen sollen und visuell erfasst werden können müssen. Daraus resultiert auch die nötige Anzahl an Beobachtungspunkten für die Bewertung einer Windparkplanungsfläche. Der einzelne Beobachtungspunkt sollte so platziert sein, dass möglichst gute Sichtverhältnisse – vor allem in Richtung der zu erwartenden Hauptzugsachse(n) (Richtungen aus der die Vögel erwartet werden) – gegeben sind.

Für jeden Beobachtungsstandort ist die Lage (Koordinaten & Seehöhe) sowie dessen Habitat-Eigenschaften zu dokumentieren. Darüber hinaus ist festzuhalten, welche Bereich

von dem Beobachtungspunkt überblickt bzw. eingesehen werden können und welche nicht („Sichtigkeit des Punktes“; %-Wert).

Erfassungszeitraum und Aufwand

Die Empfehlung für den nötige Beobachtungsaufwand zur Abschätzung des herbstlichen Groß- und Greifvogeldurchzugs an einem Punkt basiert im Wesentlichen auf der Arbeit von Probst und Korner (2014). Probst und Korner (2014) erarbeiteten anhand von realen Zählenden die Anzahl notwendiger Erhebungstage für 15 Tage-Perioden (Tabelle 7) um eine Abweichung von 50 bis 200 % vom tatsächlichen Wert nicht zu überschreiten. Nach Möglichkeit sollten sich die Erhebungen über zumindest zwei Jahre erstrecken und einjährige Untersuchung vermieden werden. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den Angaben um Mindeststandards handelt und dass bereits Untersuchungen mit nur einem geringfügig niedrigeren Aufwand keine Vergleiche bzw. eine Bewertung zulassen.

Tabelle 7: Anzahl der notwendigen Erhebungstage innerhalb einer 15 Tage Periode anhand von Probst & Korner (2015) für eine Abweichung vom tatsächlichen Wert von 50 bis 200%.

	Abweichung vom tatsächlichen Wert 50 bis 200 %
Einjährige Erhebung	1x 8 Tage
Zweijährige Erhebung	2x 4 Tage
Dreijährige Erhebung	3x 3 Tage

Da eine vollständige Erfassung des herbstlichen Groß- und Greifvogelzugs äußerst aufwendig ist, wurden stellvertretenden zwei Zeiträume definiert, welche aus derzeitiger Sicht für eine Bewertung eines Standorts ausreichend sind. Der erste Zeitraum bezieht sich auf den Wespenbussard und umfasst dessen Hauptdurchzugszeit (20.8.-2.9.). Der zweite Zeitraum legt den Fokus auf den spätherbstlichen Groß- und Greifvogelzug, welcher sich aus einer Reihe von Arten zusammensetzt und sich von 7.10. bis 5.11 erstreckt. Während beim ersten Zeitraum die Art Wespenbussard im Fokus steht, dient der zweite Zeitraum zur Identifikation von generellen Zugrouten von Groß- und Greifvögeln.

Die beiden Zeitfenster sowie der dafür nötige Erhebungsaufwand sind in Tabelle 8 ersichtlich. Dabei ist zu beachten, dass während jeder Hälfte (7.10.-22.10 & 23.10.-5.11) des 30 Tage andauernden Zeitfensters für den spätherbstlichen Groß- und Greifvogelzug je 2 x 4 Tage (8 Tage bei einjährigen Studien) erhoben werden müssen.

Tabelle 8: Mindesterhebungsaufwand pro Zeitraum. Die Zahlen in Klammer stellen die nötigen Erhebungsaufwand bei einjährigen Studien (nicht empfohlen) dar.

	August			September			Oktober			November		
	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek
Wespenbussard			2 x 4 Tage (8 Tage)									
Spätherbstliche Groß- und Greifvogelzug							2 x 4 Tage (8 Tage)	2 x 4 Tage (8 Tage)				

Generell sollte die Erhebungen an Tagen mit brauchbaren bis guten Bedingungen für den Greif- und Großvogelzug erfolgen. Beobachtungstage, die wegen schlechtem Wetter abgesagt werden, sind an einem anderen Tag zu nachzuholen.

Aufgrund der tageszeitlichen Phänologie des Groß- und Greifvogelzugs sollte tägliche Beobachtungszeit während der Monate August und September von 9 bis 17 Uhr (MESZ) und nach der Umstellung auf die Winterzeit von 8:00 bis 16:00 Uhr (MEZ) erfolgen (Gatter 2000; Petutschnig & Probst 2010). Sollten mehrere Punkte für die Bewertung eines Windpark nötig sein, so ist es in Hinblick auf die Platzierung der Windkraftanlagen („micro-siting“) sinnvoll die Erhebungen zeitgleich durchzuführen.

BeobachterInnenqualität & Ausrüstung

Die Erfassung sollte durch gut geschulte FreilandornithologInnen durchgeführt werden, welche einschlägige Kenntnis sowie Erfahrung in der Bestimmung von Groß- und Greifvogelarten aufweisen müssen. Die notwendige Ausrüstung sollte zumindest einen Feldstecher, ein Spektiv sowie Bestimmungsliteratur umfassen. Die Geräte sollten hinsichtlich ihrer Eigenschaften den gängigen Standards für freilandornithologische Erhebungen entsprechen. Des Weiteren sollten für die Richtungsfindungen ein Kompass verwendet werden. Für die Dokumentation der Witterungsverhältnisse sind Wind- und Temperaturmessgeräte zu empfehlen. Kameras für die Dokumentation und etwaige Nachbestimmung von Vögeln sind empfehlenswert, aber nicht unabdingbar.

Für jeden Standort ist entsprechendes Kartenmaterial im Feld mit sich zu führen. Auf den Karten müssen der Standort sowie der Standardkreis (1.000 m Radius) zur horizontalen Entfernungseinschätzung eingezeichnet sein.

Erfassung und Dokumentation von Groß- und Greifvögeln

Prinzipiell müssen alle Groß- und Greifvögel welche von der / dem ErfasserIn registriert werden auch dokumentiert werden. Dies gilt auch für nicht auf Artniveau bestimmbare Groß-

bzw. Greifvögel. Für jede Beobachtung ist eine Flugwegskizze anzufertigen, welche Rückschlüsse auf die Raumnutzung innerhalb des Standardkreises ermöglichen müssen.

Diese stellen die Grundlage für eine Verminderung des Kollisionsrisikos durch „micro-siting“ dar. Des Weiteren sind Angaben über die Beobachtungsbedingungen und Witterungsbedingungen zu führen. Im Anhang (a) sind Empfehlungen für die zu erhebenden Parameter dargestellt.

Für die Wertung wird zwischen dem Wespenbussard, der Gruppe vorwiegend in Trupp ziehende Großvögel sowie sämtlichen anderen Groß- und Greifvogelarten unterschieden (siehe dazu Anhang). Lokale Vögel, bei welchen das Zuggeschehen ausgeschlossen werden kann, können aus der Wertung exkludiert werden, sind aber gesondert darzustellen.

Mindestdarstellung der Ergebnisse

- Erhebungstermine und tatsächlicher Aufwand pro Termin sowie Witterungsverhältnisse
- Erhebungsperson
- Artenliste inklusive Anzahl an festgestellten Individuen
- Anzahl Wespenbussarde pro Erhebungsstunde und Kilometer (MTR^{vis}) zur Wespenbussard-Zugzeit (20.8.-2.9.)
- Anzahl an in Trupp ziehender Großvögel pro Erhebungsstunde und Kilometer (MTR^{vis}) während des Zeitraumes des spätherbstlichen Groß- und Greifvogelzug (7.10.-5.11.).
- Anzahl an Groß- und Greifvögel pro Erhebungsstunde und Kilometer (MTR^{vis}) während des Zeitraumes des spätherbstlichen Groß- und Greifvogelzug (7.10.-5.11.).
- Art und Anzahl an als lokale Vögel eingestufte Groß- und Greifvögel, welche aus der Auswertung exkludiert wurden.

Interpretation

Die in Tabelle 9 dargestellten Schwellenwerte entsprechen Durchzugszahlen von etwa 60 Wespenbussarden, ca. 360 in Trupp ziehende Großvögel sowie ca. 240 Groß- bzw. Greifvögel während der jeweils definierten Zeiträume. Dies bezieht sich auf all jene Vögel welche den Standardkreis queren. Dies ist unabhängig von der Flughöhe, da es vor allem um das Identifizieren von Zugwegen für Groß- und Greifvögel geht.

Sollte einer der angeführten Schwellenwerte überschritten werden, ist aus Sicht von BirdLife Österreich eine Genehmigung von Windkraftanlagen an diesem Standort nicht möglich.

Tabelle 9: Schwellenwerte für die Genehmigung von Windkraftstandorten in Hinblick auf den Groß- und Greifvogelzug im Alpenraum. Bei Überschreitung von einem der Werte ist aus Sicht von BirdLife Österreich eine Genehmigung nicht möglich.

	mittlere MTR ^{vis}
MTR ^{vis} Wespenbussard im Zeitraum von 20.8.-2.9.	0,5
MTR ^{vis} in Trupp ziehende Großvögel im Zeitraum von 7.10.-5.11.	1,5
MTR ^{vis} Groß- und Greifvögel im Zeitraum von 7.10.-5.11.	1

7.5. Erfassung des Vogelzugs mittels Fixbeam-Radargerät

Ziel ist die quantitative Erfassung des Vogelzugs während des Tages und der Nacht in unterschiedlichen Höhenstufen im Bereich der gesamten geplanten Windparkfläche.

Technische Anforderungen

Aktuell findet sich eine Reihe von Radargeräten zur Erfassung von Vögeln am Markt. Dabei ist zu beachten, dass die Geräte in Abhängigkeit ihrer technischen Eigenschaften stark unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten aufweisen. Für die Bewertung von Windkraftstandorten ist eine quantitative Erfassung des Vogelzugs unabdingbar und somit können nur diesbezüglich geeignete (und auch geprüfte!) Geräte verwendet werden. Wesentlich dafür ist, dass ein Gerät zwischen Vögeln und anderen Objekten unterscheiden kann und Klarheit über den überwachten Raum herrscht. Des Weiteren muss das Gerät auch den Vogelzug in den für die Bewertung von Windkraftstandorten relevanten niedrigen Höhen messen und dies auch darstellen können. Weitere Details zu den technischen Anforderungen finden sich in Aschwanden & Liechti 2016.

Nach aktuellem Wissensstands werden diese technischen Anforderungen nur von Fixbeam-Radargeräten ausreichend erfüllt bzw. ist die Funktionalität dieser Geräte diesbezüglich belegt (Schmaljohann et al. 2008; Zaugg et al. 2008; Bruderer et al. 2012). Daher ist der Einsatz von solchen Geräten für die Bewertung von Windkraftstandorten zu empfehlen.

Standortwahl

Da die Funktionalität von Radargeräten sehr stark von den kleinräumigen und auch großräumigen Eigenschaften der unmittelbaren Umgebung des Einsatzortes abhängt („Groundclutter“, sonstige Störsignale), sollten der Standort so gewählt werden, dass möglichst gute Messergebnisse erzielt werden können und die Messrichtungen entweder direkt im oder zumindest entlang der zu erwartenden Hauptzugachse „vor“ dem geplanten Windpark liegen. Die dafür notwendige Positionierung kann in Abhängigkeit des Gerätetyps variieren. Wesentlich ist, dass das überwachte Volumen für den zu bewertenden Standort repräsentativ ist.

Erfassungszeitraum und Aufwand

Um den für die Bewertung wesentlichen Verlauf des herbstlichen Vogelzugs zu erfassen, sollte sich der Untersuchungszeitraum vom 15.8. bis zum 31.10. erstrecken. Während dieses Zeitraums muss das Radargerät 24 Stunden am Tag in Betrieb sein. Aufgrund der Unterschiede in der Artenzusammensetzung sind Tagvogelzug und Nachtvogelzug bei der Bewertung von Windkraftstandorten voneinander zu unterscheiden. Als Grenze für die beiden Auswertungen dient dabei die bürgerliche Dämmerung (gerundet auf Stundenbasis).

Tabelle 10: Erhebungszeitraum für den Einsatz von Fixbeam-Radargeräten.

	August			September			Oktober			November		
	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek	1. Dek	2. Dek	3. Dek
Messzeitraum Tagvogelzug				15.8. - 31.10.								
Messzeitraum nächtlicher Vogelzug				15.8. - 31.10.								

Mindestdarstellung der Ergebnisse

Für die Bewertung eines Standorts sollten die Maßzahlen **mittlere MTR der unteren 200 Meter (MTR²⁰⁰) pro Tag, mittlere MTR²⁰⁰ pro Nacht**, angegeben werden. In Abhängigkeit der genauen Lokalisation des Radargeräts ist zu beachten, dass sich der gemessene Raum der MTR²⁰⁰ mit dem für den Windkraftstandort relevanten Raum deckt.

Zudem ist eine Darstellung der **mittleren MTR pro Tageszeit für den gesamten Höhenbereich** sinnvoll, um das potentielle Risiko von Zugvogelkonzentrationen bei bestimmten Witterungsverhältnissen, in welchen es zu einer Verlagerung des Zuges in tiefere Lagen kommen kann, abzuschätzen. Aufgrund des begrenzten Untersuchungszeitraumes sollte diese Möglichkeit zumindest in Betracht gezogen werden. Für diesen Wert wurde allerdings aktuell kein Schwellenwert definiert.

Für jeden Standort sollten zudem die Mess- und Witterungsbedingungen während des Untersuchungszeitraumes dokumentiert werden und dargestellt (z.B. visuelle Darstellung des Groundclutters) werden.

Interpretationsmatrix

Die Schwellenwerte wurden anhand von Berechnungen für die Anzahl an durchziehenden Kleinvögeln während der Herbstzugperiode festgelegt. Da das mittlere festgestellte Verhältnis zwischen Tag- und Nachtzug in den unteren 200 m etwa 1:2,25 beträgt und unterschiedliche Arten betroffen sind, ist es in Hinblick auf die Auswirkungen von Kollisionen notwendig die Schwellenwerte in etwa um diesen Faktor anzupassen. Eine mittlere MTR²⁰⁰ von 35 während des Tages entspricht ~ 33.000 Vögel, welche über die gesamte Messperiode (15.8.-31.10.) während des Tages den Standort durchfliegen. Eine mittlere MTR²⁰⁰ von 80 während des Nachtzuges entspricht ~ 75.000 Vögel welche im Herbst während der Nacht den Standort durchfliegen.

Sollte einer der beiden Schwellenwerte überschritten werden, ist aus Sicht von BirdLife Österreich eine Genehmigung von Windkraftanlagen an diesem Standort nicht möglich.

Tabelle 11: Schwellenwerte für die Genehmigung eines Standorts zur Windkraftnutzung in Hinblick auf den herbstlichen Vogelzug. Bei Überschreitung eines der beiden Werte ist aus Sicht von BirdLife Österreich eine Genehmigung nicht möglich.

	Mittlere Migration Traffic Rate der unteren 200 m (MTR ²⁰⁰)
Schwellenwert Tagvogelzug	> 35
Schwellenwert Nachtvogelzug	> 80

7.6. Literatur

- BAND, W., M. MADDERS & D.P. WHITFIELD. 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In *Birds and Windfarms: Risk Assessment and Mitigation*. Quercus, Madrid pp. 259–275.
- BRUDERER, B., T. STEURI, J. ASCHWANDEN & F. LIECHTI. 2012. Vom militärischen Zielfolgeradar zum Vogelradar. *Ornithologischer Beobachter* 109: 157.
- DREWITT, A.L. & R.H. LANGSTON. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- FERRER, M., M. DE LUCAS, G.F.E. JANSSE, E. CASADO, A.R. MUÑOZ, M.J. BECHARD & C.P. CALABUIG. 2012. Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms: EIA does not predict mortality in wind farms. *Journal of Applied Ecology* 49: 38–46.
- GATTER, W. 2000. Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa: 30 Jahre Beobachtung des Tagzugs am Randecker Maar. Aula-Verlag.
- LIECHTI, F., J. GUÉLAT & S. KOMENDA-ZEHNDER. 2013. Modelling the spatial concentrations of bird migration to assess conflicts with wind turbines. *Biological Conservation* 162: 24–32.
- PETUTSCHNIG, D. & R. PROBST. 2010. Wieviele Greifvögel ziehen tatsächlich durch das Untere Gailtal? *Carinthia II* 120: 133–142.
- PROBST, R. & P. KORNER. 2014. Wie viel Beobachtungsaufwand ist nötig, um den Greifvogeldurchzug zuverlässig zu erfassen? – Das Beispiel Greifvogelcamp Arnoldstein. *Carinthia II* 124: 573–584.
- SCHAUB, M. 2012. Spatial distribution of wind turbines is crucial for the survival of red kite populations. *Biological Conservation* 155: 111–118.
- SCHMALJOHANN, H., F. LIECHTI, E. BÄCHLER, T. STEURI & B. BRUDERER. 2008. Quantification of bird migration by radar—a detection probability problem. *Ibis* 150: 342–355.
- SCOTTISH NATURAL HERITAGE (ed) [online]. 2010. Bird collision risks guidance. <<http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind/bird-collision-risks-guidance/>>.
- ZAUGG, S., G. SAPORTA, E. VAN LOON, H. SCHMALJOHANN & F. LIECHTI. 2008. Automatic identification of bird targets with radar via patterns produced by wing flapping. *Journal of The Royal Society Interface* 5: 1041–1053.

7.7. Anhang

(a) Empfehlung für im Rahmen der Erfassung des Groß- und Greifvogelzugs zu erhebenden Parameter.

Für jeden **Erhebungstag** sind folgende Parameter zu erheben:

- Datum: TT.MM.JJJJ
- Start und Endzeit: Beginn und Ende der Erhebungen
- Unterbrechungen: Start und Ende möglicher Unterbrechung(en)
- Effektive Erhebungsdauer: in Stunden
- Witterungsverhältnisse:

Die Witterungsverhältnisse sind so zu dokumentieren, dass Rückschlüsse auf die Zugbedingungen getroffen werden können.

Es wird empfohlen einmal pro Erhebungsstunde und immer zur halben Stunde (d. h. z. B. um 10:30 h, 11:30 h etc.) die folgenden Wetterparameter zu erfassen. Bedeckungs- / Bewölkungsgrad (in Achteln), Windstärke (mit Messgerät, in Beaufort) und Windrichtung (woher der Wind kommt) sowie Niederschlag (nur deskriptiv) und Temperatur.

Für jede Beobachtung muss eine **Flugwegskizze** angefertigt **sowie folgende Parameter** angegeben werden. Wenn nicht anders angegeben, sind die Angaben obligat.

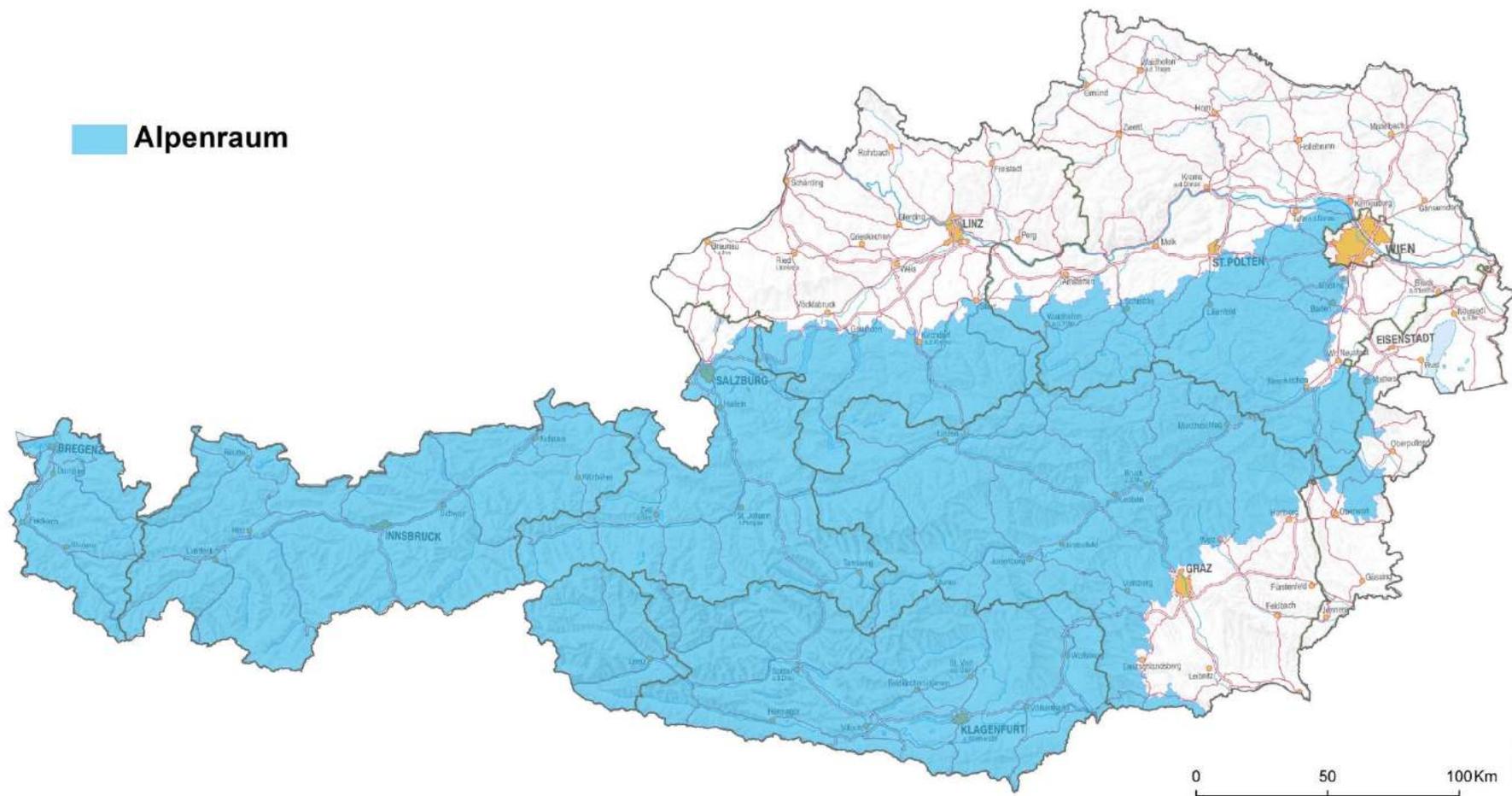
- Datum: TT.MM.JJJJ
- Ort: Bezeichnung des Beobachtungspunktes
- Beobachter: Name des / der Beobachter
- Uhrzeit: Die Uhrzeit der Erstansprache eines Vogels wird in Echtzeit festgehalten (HH:MM).
- Art: Artname
- Anzahl: Anzahl durchziehender Individuen. Bei Unsicherheiten ist die sicher festgestellte Mindestanzahl zu nennen (nur konkrete Zahlen, keine von – bis Angaben).
- Alter & Geschlecht (fakultativ): Wenn möglich sollten die durchziehenden dem Alter bzw. Geschlecht zugeordnet werden.
- Flugrichtung: Richtung in der der Vogel fliegt, nach den Richtungen der 8-teilige Windrose (= N, S, O, W, NW, SW, SO & NO). Von genaueren Angaben ist abzuraten, da diese meist eine Scheingenaugigkeit darstellen und zudem nicht für Auswertungen nach der 8-teiligen Windrose verwendet werden können.
- Standardkreis: Hier ist anzugeben ob der 1000m Standardkreis durchflogen wurde. Nutzte der Vogel nicht den Standardkreise ist dies ebenfalls zu dokumentieren („a“ für außerhalb).
- Flughöhe: Minimale Flughöhe über Grund anzuführen innerhalb des Standardkreises
- Nutzung des windkraftrelevanten Höhenbereichs: Angabe ob sich der Vogel zu irgendeinem Zeitpunkt auf seinem bekannten Flugweg in der Höhe von 50 bis 200 m über Grund (= hohes Kollisionsrisiko bei Windkraftanlagen) befand.
- Anmerkungen: Für zusätzliche Informationen (besondere Vorkommnisse, Mauserstatus, Truppgrößen, gemischte Gruppen etc.) ist ein Anmerkungsfeld bereitzustellen.

(b) Artenliste für die Definition von Groß- und Greifvögeln sowie die Kategorisierung für die Bewertung von WKA

Name	Wissenschaftlicher Artnamen	Kategorie für die Bewertung
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	in Trupp ziehende Großvögel
Seidenreiher	<i>Egretta garzetta</i>	Groß- und Greifvögel
Silberreiher	<i>Casmerodius albus</i>	Groß- und Greifvögel
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	Groß- und Greifvögel
Purpureiher	<i>Ardea purpurea</i>	Groß- und Greifvögel
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	Groß- und Greifvögel
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	Groß- und Greifvögel
Löffler	<i>Platalea leucorodia</i>	Groß- und Greifvögel
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>	Groß- und Greifvögel
Saatgans	<i>Anser fabalis</i>	in Trupp ziehende Großvögel
Bläßgans	<i>Anser albifrons</i>	in Trupp ziehende Großvögel
Graugans	<i>Anser anser</i>	in Trupp ziehende Großvögel
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	Wespenbussard
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	Groß- und Greifvögel
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	Groß- und Greifvögel
Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Groß- und Greifvögel
Bartgeier	<i>Gypaetus barbatus</i>	Groß- und Greifvögel
Gänsegeier	<i>Gyps fulvus</i>	Groß- und Greifvögel
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	Groß- und Greifvögel
Kornweihe	<i>Circus cyaneus</i>	Groß- und Greifvögel
Wiesenweihe	<i>Circus pygargus</i>	Groß- und Greifvögel
Habicht	<i>Accipiter gentilis</i>	Groß- und Greifvögel
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	Groß- und Greifvögel
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	Groß- und Greifvögel
Rauhfußbussard	<i>Buteo lagopus</i>	Groß- und Greifvögel
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i>	Groß- und Greifvögel
Schelladler	<i>Aquila clanga</i>	Groß- und Greifvögel
Kaiseradler	<i>Aquila heliaca</i>	Groß- und Greifvögel
Steinadler	<i>Aquila chrysaetos</i>	Groß- und Greifvögel
Fischadler	<i>Pandion haliaetus</i>	Groß- und Greifvögel
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	Groß- und Greifvögel
Rotfußfalke	<i>Falco vespertinus</i>	Groß- und Greifvögel
Merlin	<i>Falco columbarius</i>	Groß- und Greifvögel
Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	Groß- und Greifvögel
Sakerfalke	<i>Falco cherrug</i>	Groß- und Greifvögel
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	Groß- und Greifvögel
Kranich	<i>Grus grus</i>	Groß- und Greifvögel

(c) Karte mit der für das vorliegende Dokument gültigen Abgrenzung des Alpenraums.

Die Abgrenzung erfolgte nach der Definition der Alpenkonvention (<http://www.alpconv.org/de/AlpineKnowledge/Perimeter.html>).



8. Repowering von Windkraftanlagen und Vogelschutz – eine Literaturstudie



DI Manuel Denner
Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und –
pflege,
Untere Laaerstraße 18, 2132 Hörsdorf
manueldenner@gmx.at
0650/956 52 92



8.1. Einleitung

In Österreich drehten sich mit Stand 4.9.2015 insgesamt 1.043 Windkraftanlagen (WKA; www.igwindkraft.at), wobei sich der Großteil der Windparks im östlichen Flachland Niederösterreichs sowie dem Nordburgenland konzentriert. In Niederösterreich wurden mit Inkrafttreten des Sektoralen Raumordnungsprogramms zur Nutzung von Windkraft in Niederösterreich im Mai 2014 die potenziell zur Verfügung stehenden Gebiete auf 1,5% der Landesfläche begrenzt. Auch im Burgenland kam es 2009 zu einer ähnlichen Zonierung (Dvorak et al. 2009; Wichmann et al. 2009). Die somit begrenzt zur Verfügung stehende Fläche zum Ausbau der Windenergie einerseits sowie die teils ambitionierten Ziele zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien andererseits bedingen u.a. eine effizientere Nutzung der noch verbliebenen Landschaftsräume.

Die Erhöhung der durch WKA produzierten Strommenge wird daher in Zukunft nicht nur durch Neuerrichtung oder Erweiterung von Windparks erfolgen, sondern auch durch Repowering. Es wird damit das Ersetzen alter WKA durch modernere und effizientere Anlagen bezeichnet (IG Windkraft 2013).

Repowering betrifft in erster Linie die älteren Windparks, wobei ein solches Vorhaben bereits auch solche WKA betreffen kann, die jünger als 15 Jahre alt sind. Der Zeitpunkt des Repowerings hängt in erster Linie von wirtschaftlichen Überlegungen der Betreiber ab (H. Überacker, EVN naturkraft, schriftl.). Dieser Zeitraum von angenommenen 10-15 Jahren ist in Zeiten rascher technologischer Weiterentwicklung der WKA sowie artspezifischer Arealverschiebungen windkraftrelevanter Vogelarten von zentraler Bedeutung:

- Veränderung der Dimension der Anlagen

Die um das Jahr 2000 errichteten WKA mit einer Nennleistung von 1 MW hatten einen Rotordurchmesser von ca. 60 m (z.B. Enercon E-58: 58 m) mit Nabenhöhen von 60-70 m (z.B. WP Simonsfeld, Baujahr 1998, Nabenhöhe 63 m (wksimonsfeld.at), WP Bruck/Leitha, Baujahr 2000, Nabenhöhe 65 m (imwind.at)). Die Gesamthöhe lag daher in der Regel deutlich unter 150 m.

Die aktuell errichteten WKA sind jedoch bereits deutlich größer dimensioniert und erreichten 2013 erstmals eine Gesamthöhe von über 200 m mit einem Rotordurchmesser von 112 m (Windpark Poysdorf-Wilfersdorf III, WK Simonsfeld). Mit zunehmender Höhe sind jedoch auch größere Abstände zwischen den Anlagen erforderlich, was in manchen Fällen eine geringere Anzahl an Windrädern zur Folge haben kann, aber nicht zwangsläufig muss (z.B. Repowering-Projekt „Prinzendorf III“ mit gleichbleibender Anzahl von neun ersetzten WKA sowie einer zusätzlichen, neu errichteten Anlage).

- Bestandszunahme und Arealausweitung windkraftrelevanter Vogelarten

Im Rahmen von Windkraftzonierungen in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Burgenland erstellte BirdLife Österreich diverse Fachberichte (Dvorak et al., 2009; Rössler, 2002; Wichmann et al., 2012, 2009, 2009; Wichmann und Denner, 2013), deren Ergebnisse in die Zonierungsprozesse einfließen. In diesen Berichten finden sich auch Auflistungen all jener Vogelarten, die aufgrund spezifizierter Gründe (z.B. Kollisionsgefährdung, Rote Liste, etc.) als windkraftrelevant gelten. Zu den Arten, die bislang zu Konflikten zwischen Vogelschutz und Windkraftnutzung führten, zählen v.a. Rotmilan, Kaiseradler und Schwarzstorch, aber auch Seeadler, Wiesenweihe, Raubwürger und Sakerfalke. Weitere Arten oder Artengruppen wie Großstrappe oder Wasservogel besiedeln überwiegend solche Gebiete, die von vornherein von Windkraftnutzung ausgenommen sind (z.B. Natura2000-Gebiete).

Aufgrund von länderübergreifenden Schutzmaßnahmen kam es in den vergangenen 10-15 Jahren zur Wiederbesiedelung Österreichs (z.B. Kaiseradler, erste Brut 1999 (Wichmann 2009)) oder zu einer deutlichen Arealausweitung wie z.B. beim Rotmilan (Archiv BirdLife Österreich). Letzterer zeigt seit spätestens 2011 ein kontinuierliches Vorrücken der Brutplätze von den March-Thaya-Auen ausgehend ins nordöstliche Weinviertel. Dies hat zur Folge, dass sich Windkraftstandorte, die vor 15-20 Jahren bebaut wurden und zu damaliger Zeit als - aus ornithologischer Sicht - unbedenklich galten, mittlerweile in einem für den Vogelschutz wichtigen Gebiet befinden.

8.2. Repowering in Österreich

Ob und welche Windparks in den kommenden Jahren modernisiert werden, ist durch Recherche nicht vollständig zu erfassen, da solche Informationen v.a. in den frühen Planungsstadien nicht zur Verfügung stehen. Für das Burgenland hat der Raumplanungsbeirat Ende 2014 einen Masterplan Repowering für bestehende Windparks auf der Parndorfer Platte beschlossen (Österreichisches Institut für Raumplanung, www.oir.at/de/node/884). Dieser Masterplan umfasst 118 WKA in sechs Windparks. In Niederösterreich sind nach Angaben von Mitarbeitern von Windkraftbetreibern aufgrund der unklaren künftigen Tarife derzeit (Stand September 2015) nur sehr wenige Repowering-Projekte in Vorbereitung oder Umsetzung (z.B. Prinzendorf III, Schrick I-III).

8.3. Position europäischer NGO's

In der zuletzt von BirdLife International durchgeführten Analyse über die Auswirkungen von WKA auf Vögel (Gove et al. 2013) findet sich nur ein kurzer Absatz zum Thema Repowering. In dieser wird auf die hier später noch besprochenen Publikationen von (Krijgsveld et al.

2009) und (Smallwood & Karas 2009) verwiesen, in denen ein verringertes Kollisionsrisiko nach dem Repowering festgestellt wurde.

Als einzige nationale NGO hat Scottish Natural Heritage (SNH) eine Richtlinie für ornithologische Untersuchungen bei Repowering herausgegeben (Scottish Natural Heritage 2014a). Als solches werden jedoch ausschließlich Projekte bezeichnet, bei denen es zu keiner räumlichen Ausweitung des bestehenden Windparks sowie der Zufahrtswege kommt, andernfalls sind sie wie neue Projekte zu behandeln. Dies gilt auch für den Fall, dass Natura2000-Gebiete betroffen sind.

Ornithologische Daten, die für das ursprüngliche Windkraftprojekt erhoben wurden, werden von SNH zwar als nützlich für die Gesamtbewertung betrachtet, können aber für die Neubewertung des Standortes nicht herangezogen werden, weil sie

- älter als fünf Jahre alt sind
- möglicherweise nicht unter den aktuell geltenden Methodenstandards erhoben wurden
- die viel größere Dimension der WKA zu damaliger Zeit nicht bewerten konnten
- Änderungen im Verbreitungsbild windkraftrelevanter Vogelarten nicht widerspiegeln können

SNH empfiehlt als Methodenstandards jene von ihr 2014 erarbeiteten Richtlinien (Scottish Natural Heritage 2014b). Für Repowering-Projekte wird jedoch in der Regel ein Untersuchungszeitraum von einem Jahr als ausreichend erachtet. Die in Standarduntersuchungen durchgeführten Punkttaxierungen in bereits errichteten Windparks werden als ungeeignet angesehen, um das künftige Kollisionsrisiko abschätzen zu können. Für Brutvögel wird eine Horstkartierung empfohlen, jedoch ohne nähere Angaben zur Maximaldistanz rund um den Windpark.

Alte Daten können zwar für die neue Bewertung eines Standortes nicht herangezogen werden, sollten aber dennoch nicht unbeachtet bleiben, auch hinsichtlich der Angaben zu Flughöhen aus der Zeit vor Errichtung des Windparks.

Ebenso als sinnvoll erachtet wird das Miteinbeziehen von vorausgesagten bzw. berechneten Kollisionsraten aus Voruntersuchungen von Standorten mit großdimensionierten Anlagen, vorausgesetzt das Gebiet ist naturräumlich und ornithologisch vergleichbar.

In vielen jener europäischer und nordamerikanischer Länder, in denen bereits verstärkt auf Windenergie gesetzt wird, ist oder war Repowering noch kein Thema eingehender Studien. In folgenden Ländern wurden die BirdLife-Partner oder bekannte Studienautoren kontaktiert und um eine Einschätzung oder Untersuchungen der Situation vor Ort gebeten: Schottland, Deutschland, Schweden, Rumänien, Türkei, Polen, Irland, Norwegen, Belgien, Griechenland, Italien, Spanien, Kanada und USA.

Wichtige Ansprechpartner waren Hermann Hötker aus Deutschland, von dem eine der ersten umfassenden Studien erstellt wurde (Hötker 2006), sowie Jochen Bellebaum. Veröffentlichte Studien zum Thema Repowering liegen demnach aus Deutschland nicht vor, lediglich Gutachten oder Prognosen über ein noch nicht durchgeführtes Repowering-Projekt.

K.S. Smallwood, ebenfalls Autor einer relevanten Studie (Smallwood & Karas 2009) aus den USA, konnte keine weiteren neueren Studien nennen, auch sei er der seines Wissens einzige, der derzeit zum Thema Repowering arbeite. Zu den kalifornischen Windparks sei jedoch auch hinzugefügt, dass es sich bei den WKA um deutlich andere Modelle handelt als in Österreich und die Ergebnisse seiner Untersuchung daher nur bedingt übertragbar sind.

Um in Nordamerika zu bleiben sei kurz auf die Situation in Kanada eingegangen. Nach Angaben von Ron D'Entremont hinkt Kanada in der Windkraftnutzung hinterher. Nur sehr wenige Windparks werden in den kommenden Jahren jenes Alter erreicht haben, in denen Repowering relevant sein wird. Entsprechend dieser Situation fehlen Studien.

In der Türkei ist die Windkraftnutzung zunehmend Thema. Es betrifft dies aktuell jedoch neu errichtete Windparks und noch kein Repowering. Der Schwerpunkt liegt daher auf einer geordneten Raumplanung und möglichen Vermeidung mit Konflikten im Bereich von Important Bird Areas (I. L. Erkol, schriftl.).

In Teilen Griechenlands existieren Windparks, die vermutlich in Kürze entweder repowert oder abgetragen werden (N. Katsimanis, schriftl.). Angedachte oder begonnene Begleituntersuchungen sind jedoch nicht bekannt.

In Italien werden aufgrund bürokratischer Auflagen sowie geringen öffentlichen Förderungen nur sehr wenige Repowering-Projekte durchgeführt (C. Nava, schriftl. via J. Frühauf). Nähere Informationen zu repowerten Windparks blieben jedoch rar, publizierte oder sonstig zugängliche Untersuchungen zu diesem Thema liegen nicht vor.

8.4. Publikationen

Trotz intensiver Recherche und Befragung von mit dieser Thematik befassten Ornithologen ist die Literaturliste mehr als überschaubar. Tatsächlich existieren aktuell nur eine Handvoll Untersuchungen, die die Thematik des Repowering versuchen, aufzuarbeiten.

Die ersten Publikationen zum Thema Repowering stammen aus dem Altamont Pass Wind Resource Area in Kalifornien, in dem es alljährlich zu tausenden Kollisionsoffern kommt (Smallwood & Karas 2009). In Smallwood & Neher (2004) geht es in erster Linie darum, aufgrund von zuvor untersuchten Wechselwirkungen zwischen der Geomorphologie und der vorherrschenden Windrichtung jene Bereiche zu lokalisieren, die von den windkraftrelevanten Vogelarten am wahrscheinlichsten aufgesucht werden. Darauf basierend

sollen nun Gebiete definiert werden, die einerseits für die Windkraftbetreiber rentabel sind, andererseits jedoch nur zu einem geringen Teil von kollisionsgefährdeten Arten frequentiert werden.

Aus demselben Areal stammt eine weitere Untersuchung (Smallwood & Karas 2009), in der Kollisionsraten aus den Jahren 1998-2003 und 2005-2007 verglichen wurden, und zwar aus einem alten sowie einem repowerten Windpark. Die Umrechnung auf den Windpark mit alten Anlagen ergab, dass im Falle eines Repowerings die Kollisionsrate bei Greifvögeln um 54 % bzw. bei Vögeln generell um 65 % gesenkt werden könnte.

Diese Ergebnisse können jedoch nur sehr bedingt auf österreichische Verhältnisse umgelegt werden, vor allem weil es sich bei den verglichenen WKA um sehr alte Modelle aus den 1980er Jahren mit einer Nennleistung von zumeist 100-150 kW handelte, die bei uns nicht eingesetzt wurden. Auch die viel größere Ausdehnung der Windparks, das Geländere Relief sowie die unterschiedliche Vegetationsdecke erschweren Vergleiche mit österreichischen Windparks.

Die erste umfassende Studie aus Europa stammt von (Hötker 2006). Es werden darin die Ergebnisse von 45 neueren Untersuchungen zu den Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse zusammen mit jenen in Hötker et al. (2005) ausgewertet. Mittels Modellrechnung wurde versucht, zu erwartende Reaktionen verschiedener Vogelarten durch Repowering abzuleiten. Diese Berechnungen schlossen jedoch nur Anlagen bis max. 2 MW Leistung ein, wie sie bis zum Jahr 2006 üblich waren. Die seit 2013 in Niederösterreich und dem Burgenland errichteten WKA haben jedoch bereits eine Nennleistung von ca. 3 MW und sind daher bereits weitaus größer dimensioniert als jene in der besprochenen Studie. Ebenso wurden nur Szenarien verglichen, wie sie in Ostösterreich für die kommenden Jahre nicht zu erwarten sind (z.B. Repowering eines Windparks mit 0,3 MW-Anlagen durch 2 MW-Anlagen).

Dennoch sollten die Ergebnisse nicht gänzlich unbeachtet bleiben, geben sie doch mögliche Hinweise auf Störeinflüsse auf bestimmte, naturschutzrelevante Vogelarten. Hinzugefügt werden soll hier jedoch, dass von NICHT genannten Arten nicht automatisch auf eine Unbedenklichkeit durch Repowern rückgeschlossen werden darf, da Arten wie Kaiseradler oder Sakerfalke in Deutschland nicht vorkommen oder es keine Windparks in Großtrappen-Vorkommensgebieten gibt, die folglich auch nicht untersucht werden konnten.

Bei folgenden Arten, die auch für Österreich von Relevanz sind, wurden negative Auswirkungen durch Repowering modelliert:

- Brutzeit: Blaukehlchen und Kiebitz
- Außerbrutzeitlich: Gänse, Schwäne, Möwen bzw. Lachmöwen, Kiebitz, Goldregenpfeifer, Turmfalke und Mäusebussard

Nicht in dieser Studie behandelt wurden jedoch gerade die in Ostösterreich relevanten Arten Rotmilan und Seeadler, es fehlen Aussagen zu diesen beiden Arten. Hinsichtlich Kollisionsoffer zeigen die Ergebnisse der Modellberechnungen, dass ein Repowering in allen Fällen negative Auswirkungen hatte; große WKA verursachen mehr Kollisionsoffer als kleine WKA. Es wird jedoch festgehalten – und das ist auch für Österreich ein wesentliches Kriterium – dass die möglichen Störwirkungen je nach der Zusammensetzung des am Standort vorhandenen Artinventars unterschiedlich beurteilt werden müssen.

Eine holländische Studie (Krijgsveld et al. 2009) verglich die Kollisionsraten dreier Windparks mit 1,65 MW-Anlagen mit WKA älterer Bauart. Trotz größerem Rotordurchmesser hatten die neueren Anlagen eine in etwa gleich hohe Kollisionsrate als alte WKA mit geringerer Rotorlänge. Zurückgeführt wird dies auf mehrere Faktoren. Die größere Nabenhöhe der neuen Anlagen erlaubt es tiefer fliegenden Vögeln, ungefährdet den Windpark zu passieren. Auch positiv bewertet wird in der Studie der größere Abstand zwischen den Windrädern mit zunehmender Höhe der Anlagen. Es können dadurch mehr Vögel den Windpark unter kolportierter geringerer Gefährdung durchfliegen. Weiters halten sich die lokalen Vögel überwiegend in Höhen unter 70-100 m auf, was das Kollisionsrisiko bei höheren Anlagen vermindert. Hier setzt jedoch einer der Hauptkritikpunkte an, nämlich die kurze Untersuchungsdauer von nur drei Monaten im Herbst und Winter (Oktober bis Dezember 2004). Es fehlt der wichtige Aspekt ziehender Arten, die sich meist in größeren Höhen bewegen als die lokalen Vögel. Ebenso wird argumentiert, größere Anlagen drehen sich langsamer als kleinere. Dem widersprechen auch Vertreter von Windkraftbetreibern, da sich die Rotorspitzen geschwindigkeit bei geringerer Umdrehungszahl durch die längeren Rotoren nicht automatisch verringert, sondern gleich bleibt. Es sprechen auch die publizierten Angaben gegen diese These. Die weltweit leistungsfähigsten Anlagen mit einer Nennleistung von 7,5 MW befinden sich im burgenländischen Potzneusiedl. Die Energie Burgenland als Betreiber dieser Anlagen nennt als Spitzengeschwindigkeit der Rotorblätter bis zu 300 km/h (energieburgenland.at, Abfrage vom 7.9.2015). Zieht man zum Vergleich eine alte Anlage heran, z.B. Enercon E 48 mit 0,8 MW (Rotordurchmesser 48 m, höchste Umdrehungszahl 31 U/min), so liegt die maximale Rotorspitzen geschwindigkeit bei ca. 280 km/h, also sogar noch ein wenig unter jener der größten Anlagen. Bei den derzeit standardmäßig errichteten WKA mit einer Leistung von ca. 3 MW (z.B. Enercon E 101, Rotordurchmesser 101 m, höchste Umdrehungszahl 14,5 U/min) erreichen die Rotorspitzen eine Geschwindigkeit von ca. 275 km/h. Vereinfacht kann daher gesagt werden, dass sich die Rotorspitzen geschwindigkeit mit zunehmender Anlagengröße nicht verändert.

Sehr kontroversiell diskutiert wird eine umfangreiche Untersuchung zu den Auswirkungen des Repowerings von Windenergieanlagen am Beispiel der Hellwegbörde in Nordrhein-

Westfalen (Ecoda & Loske 2012), die von „Energie: Erneuerbar und Effizient e. V.“ beauftragt, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert und zwei Ingenieurbüros durchgeführt wurde. Auf insgesamt 323 Seiten wird in mehreren Kapiteln die Thematik behandelt:

- Vorher-Nachher-Untersuchungen in drei Windparks
- Erfassung rastender Goldregenpfeifer und Kiebitze in der Hellwegbörde
- Auswertung von Daten zu Wiesenweihe und Windenergienutzung
- Standardisierte Beobachtungen zur Raumnutzung und zur Kollisionsgefahr von Greifvögeln
- Schlagopfer-Monitoring von Greifvögeln in verschiedenen Windparks
- Auswirkungen des Repowerings auf die Kollisionsgefahr von Greifvögeln
- Standardisierte Beobachtungen an Rotmilan-Schlafplätzen

(Illner & Joest 2013) von der Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. üben jedoch Kritik an sämtlichen Kapiteln und führen in ihrer 33seitigen Stellungnahme teils sehr detailliert oft gravierende Mängel an, von der Methode bis hin zur Interpretation der Daten. Bezüglich der Wiesenweihe teilt auch L. Sachslehner (Sachslehner, schriftl.) die Kritik und weist ebenfalls auf methodische Mängel sowie Schwächen in der Interpretation hin.

Um einen Eindruck der Ergebnisse aus (Ecoda & Loske 2012) zu bekommen, werden die Ergebnisse der einzelnen Kapitel kurz zusammengefasst dargestellt sowie allfällige Kritik aus Illner und Joest (2013) angeführt.

Kapitel IV: Vorher-Nachher-Untersuchungen in drei Windparks:

Vor der Errichtung von zwei Windparks wurde die Avifauna mittels Revierkartierung erfasst, bei einem zusätzlichen Windpark kam es zur Erfassung des Wachtelkönigs. Diese Ergebnisse wurden mit Erhebungsdaten verglichen, die nach Errichtung der WKA gewonnen wurden. Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Besiedlung durch die Avifauna vor und nach Inbetriebnahme der Windparks. Es unterschieden sich die Artenzahlen planungsrelevanter und gefährdeter Arten vorher und nachher kaum. Messbare positive Effekte auf Arteninventar und Dichte zeigten sich am ehesten bei den Gehölzbrütern, die von neu entstandenen Strukturen profitierten. Als empfindlich gegenüber WKA eingestufte Arten traten in der Vorher-Untersuchung nur in so geringen Zahlen auf, dass keine statistische Analyse möglich war. Gegenüber WKA als empfindlich eingestufte Arten wie Feldlerche, Mäusebussard, Kiebitz, Rohrweihe, Rotmilan, Steinkauz, Turmfalke, Wiesenpieper und Wiesenweihe wurden durch die Windparks nicht vertrieben. Die Wiesenweihe brütete zuletzt in 240 m Distanz zu einem Windrad, der Wachtelkönig rief ca. 150m entfernt. Mäusebussard und Feldlerche nahmen „nachher“ in einem der Windparks zu. Eine Kiebitzkolonie behielt „nachher“ in etwa ihre räumliche Lage (trotz unmittelbarer Nähe zu einigen WKA). Die Kolonie brach jedoch dennoch zusammen, es wird dies jedoch nicht mit dem Windpark in Zusammenhang gebracht. Es besteht daher aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchung

insgesamt kein Grund zu der Annahme, dass das geplante Repowering in der Hellwegbörde negative Auswirkungen auf die hier untersuchten Brutvogelarten haben könnte. Mit Ausnahme der Wachtel gab es keine Hinweise, dass Vogelarten durch die Windparks vertrieben oder deutlich beeinträchtigt wurden.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

Kritisiert wird die fehlende methodisch zu fordernde parallele Untersuchung von Kontrollflächen ohne Eingriff, um vom Windpark unabhängige Ereignisse Veränderungen beurteilen zu können. Die geringen Brutbestände lassen, wie in der Fehlerdiskussion angemerkt, kaum fundierte Aussagen zu über den tatsächlichen Einfluss der WKA. Diese Einschätzung muss daher für den gesamten Aussagewert der Vorher-Nachher-Untersuchung gelten.

Die Zunahme zum Teil häufiger Arten (Gehölzbrüter) nach Errichtung der WKA ändert nichts an der Tatsache, dass die Errichtung von Windparks auf andere Arten, die aufgrund ihrer Seltenheit, etc. besondere Bedeutung haben, durchaus negative Wirkungen haben können. Ein Gegeneinander-Aufrechnen von Arten ist nicht angebracht.

Die Aussage, dass „gegenüber WKA als empfindlich eingestufte Arten wie Feldlerche, Mäusebussard, Kiebitz, Rohrweihe, Rotmilan, Steinkauz, Turmfalke, Wiesenpieper und Wiesenweihe durch die Windparks nicht vertrieben wurden“ stützt sich auf statistisch nicht auswertbare, da zu geringes Material. Für den Kiebitz wird anhand von Beobachtungen in nur drei Jahren in einem einzigen Windpark konstatiert, dass keine Beeinträchtigung gegeben sei. Dieser Aussage widersprechen neuere Auswertungen, die durchaus auf ein Meideverhalten im Nahbereich verweisen.

Für Arten wie den Rotmilan ist gerade die Tatsache, dass die kein Meideverhalten zeigen, der Grund für das hohe Kollisionsrisiko. Zur Wiesenweihe wird auf das jeweilige Kapitel verwiesen. Auch zum Wachtelkönig kommen Illner und Joest (2012) zu einer anderen Einschätzung: Anhand diverser Literatur wird eine völlige Meidung des unmittelbaren Umfeldes der WKA bis 100 m angeführt, auch das weitere Umfeld wird überwiegend gemieden, was vor allem mit dessen Lärmempfindlichkeit erklärt wird. Völlig offen bleibt die für die Zielsetzung relevante Frage, wie sich die Lärmemissionen von mit dem Repowering verbundenen größeren Anlagen auf den Wachtelkönig auswirken können. Auch zur Frage des Kollisionsrisikos werden keine Aussagen gemacht.

Kapitel V: Erfassung rastender Goldregenpfeifer und Kiebitze in der Hellwegbörde

Als ein Teilaspekt der Studie wurden die Vorkommen rastender Goldregenpfeifer und Kiebitze 2008-2011 auf 17.240 ha erfasst. Es standen drei Fragen im Mittelpunkt:

1. Wo liegen die Schwerpunkte des Vorkommens rastender Goldregenpfeifer in der Hellwegbörde?

2. Welche Feldfluren besitzen eine besondere, allgemeine oder geringe Bedeutung?
3. Gibt es Indizien, dass die Verteilung der Goldregenpfeifer von bestehenden Windparks beeinflusst wurde oder wird?

Insgesamt wurden 1.497 Goldregenpfeifer registriert, nur zwei davon auf dem Wegzug. Sie traten unregelmäßig und in meist kopfstarken Trupps auf. Kiebitze waren wesentlich häufiger mit insgesamt 24.536 Individuen. Auch hier war der Herbstzug geringer als der Frühjahrszug, wobei letzterer jedoch deutlich rascher von statten ging.

Hinweise darauf, dass traditionelle Rastplätze des Goldregenpfeifers durch die Errichtung von WKA beeinträchtigt wurden, lassen sich aus dieser Untersuchung nicht ableiten. Sofern sich ein Repowering auf die derzeit schon durch Windenergie genutzten Bereiche beschränken wird, ist daher nicht zu erwarten, dass es zu Beeinträchtigungen von Goldregenpfeifer-Rastplätzen kommen wird.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

Ein Meideverhalten von rastenden Kiebitzen und Goldregenpfeifern gegenüber WKA ist bekannt und wird auch in der vorliegenden Studie angenommen. Dabei gibt es Hinweise darauf, dass die Meidedistanz mit zunehmender Höhe zunimmt. Über die Rastgebiete des für die Schutzziele des VSG bedeutenden Mornellregenpfeifers werden keine Aussagen gemacht. F

Für den Goldregenpfeifer wird dargestellt, dass die Art auf dem Wegzug nicht in nennenswerter Zahl auftritt. Die Im mitteleuropäischen Binnenland durchziehenden Jungvögel erreichen das Maximum Anfang November. Deren Zahl wurde vermutlich unterschätzt, da die Zählungen in der Studie mit Ende Oktober abgeschlossen wurden. Der Frühjahrszug ist bei beiden Arten stark von der Witterung abhängig und kann sowohl sehr rasch, als auch sehr dicht erfolgen. Dieses dynamische Zuggeschehen kann bei einer geringen Zahl von Kontrollen nicht annähernd vollständig erfasst werden.

Aussagen über die räumliche Verteilung der Rastgebiete des Goldregenpfeifers werden kritisch gesehen. Die Wahrscheinlichkeit einer Feststellung hängt stark von zufälligen Faktoren ab. Es kann daher allenfalls ein positiver Nachweis einer Nutzung des Gebiets erfolgen, der Nachweis einer geringen Nutzung ist ohne Berücksichtigung der Beobachtungsintensität nicht möglich. Dadurch sind für weite Gebiet der Hellwegbörde keine Aussagen möglich.

Kapitel VI: Wiesenweihen und Windenergienutzung – Auswertung der Daten aus dem Weihenschutzprogramm

In dieser Untersuchung wurde den Fragen nachgegangen, ob die Errichtung und der Betrieb von WKA zu Lebensraumverlusten für Wiesenweihen führen kann und ob eine zunehmende

Windenergienutzung einen negativen Einfluss auf die Bestandsentwicklung der Wiesenweihe haben kann. Dazu wurden die Lage der Neststandorte, die Bestandsentwicklung und der Reproduktionserfolg modellhaft analysiert. Im Rahmen der Analyse zeigte sich, dass die Errichtung und der Betrieb keine Auswirkungen auf die Wahl der Neststandorte von Wiesenweihen hatten. Es ergab sich kein Zusammenhang zwischen der Errichtung und der Inbetriebnahme von WKA mit der Besiedlung bzw. Nicht-Besiedlung von Brutbereichen. Der in der Hellwegbörde festgestellte Bestandsrückgang der Wiesenweihe lässt sich ursächlich nicht auf die verstärkte Nutzung durch Windenergie zurückführen. Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass Repowering-Vorhaben im Bereich bestehender Windenergieanlagen-Standorte in der Hellwegbörde (und wahrscheinlich auch in anderen Regionen) keine nachhaltigen negativen Auswirkungen auf Wiesenweihen-Populationen haben werden. Unabhängig davon wird empfohlen, auch zukünftig bedeutende Brutbereiche der Wiesenweihe von WKA freizuhalten.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

Diese Untersuchung entspricht im Wesentlichen den Auswertungen, die im Rahmen des BMU-Projekts Greifvögel und Windenergie durchgeführt wurden (Joest et al. 2009). Beide kommen übereinstimmend zu dem Schluss, dass die Nutzung im jetzigen Ausbaustand keine erkennbaren Auswirkungen auf den Bestand der Wiesenweihe in der Hellwegbörde hat. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei bisherigen Planungen erfolgreich versucht wurde, die räumliche Trennung der WKA von den Brutgebieten der Wiesenweihe Konflikte weitgehend zu vermeiden. Eine Extrapolation dieser Ergebnisse für zuverlässige Vorhersagen für den weiteren Ausbau der Nutzung der Windenergie ist daher nicht möglich. Selbst wenn Bruten auch in größerer Nähe zu WEA stattfanden, wurden Minimalabstände unter 500 m in der Hellwegbörde nur sehr vereinzelt festgestellt. Darüber hinaus spricht die Meidung vertikaler Landschaftsstrukturen dafür, dass WKA als hohe vertikale Elemente den Lebensraum der Wiesenweihe beeinträchtigen können.

Falls Wiesenweihen keine Meideverhalten zeigen, ginge wie beim Rotmilan damit ein höheres Risiko einher, mit den Rotoren von WEA zu kollidieren. Vor allem im Umfeld des Brutplatzes finden im Laufe der Brutzeit viele Flugbewegungen in Höhenbereichen sich bewegender Rotoren statt. Gemäß der Untersuchung in norddeutschen Windparks fanden etwa 5% aller Flüge in 30 bis 100m Höhe statt. Von den 23 bisher bekannt gewordenen an WKA in Spanien und Deutschland waren unter neun sicher als Altvögel bestimmten Vögeln acht Männchen und nur ein Weibchen, was auf eine besondere Schlaggefährdung der Männchen während der Brutzeit hindeutet. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der erste Fund in Ostfriesland in einem kurz zuvor mit modernen Anlagen repowerten Windpark erfolgte.

Kapitel VII: Standardisierte Beobachtungen zur Raumnutzung und zur Kollisionsgefahr von Greifvögeln

Die vorliegende Untersuchung verfolgt das Ziel, Erkenntnisse über die Auswirkungen von WKA auf die vier Zielarten Rot- und Schwarzmilan sowie Rohr- und Wiesenweihe zu gewinnen. Dabei stehen Fragen zum Meideverhalten/betriebsbedingter indirekter Lebensraumverlust sowie zur Kollisionsgefahr im Vordergrund.

In Übereinstimmung mit bereits vorliegenden Studien zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung, dass die vier Zielarten weder bei der Jagd noch auf dem Streckenflug in der Nähe von WKA meiden. Die beobachteten Tiere nutzten auch die Nahbereiche der WKA – teilweise sogar in höherer Intensität als weiter entfernt liegende Bereiche. Eine nennenswerte Verhaltensanpassung im Nahbereich der WKA, etwa eine regelmäßige Änderung der Flughöhe, zeigte sich bei keiner der vier Arten. Einzelne Beobachtungen weisen darauf hin, dass von den Brachen im Bereich der Mastfüße von WKA phasenweise eine gewisse Attraktionswirkung auf Rohr- und Wiesenweihen ausgehen kann. Mehrere Einzelfunde von Brutplätzen weisen – wie die Mehrzahl der vorliegenden Studien – daraufhin, dass keine der vier Zielarten bei der Brutplatzwahl ein nennenswertes Meideverhalten gegenüber WKA zeigt. Lediglich bei der Rohrweihe existieren Hinweise auf eine kleinräumige Meidung (bis 200 m) von Windrädern bei der Brutplatzwahl. Auf der Grundlage der bislang vorliegenden Erkenntnisse sowie der aktuellen Ergebnisse wird somit gefolgert, dass der Betrieb von WKA in der Regel nicht zu einem relevanten Lebensraumverlust für eine der vier Zielarten führt.

Die Beobachtungen erfolgten an einer Vielzahl von unterschiedlichen Anlagentypen mit unterschiedlichen Größen. Selbst innerhalb eines Untersuchungsraums befanden sich teilweise verschiedene Anlagentypen, so dass es sehr schwer ist, etwaige existierende oder fehlende Auswirkungen in Bezug zum Anlagentyp oder zur Größe zu setzen. Es ergaben sich jedoch – unabhängig vom Anlagentyp oder Größe – in keinem Fall deutliche Auswirkungen. Somit erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass auch moderne WKA (Nabenhöhe über 100 m, Rotordurchmesser etwa 100 m), die derzeit im Rahmen des Repowerings verwendet werden, betriebsbedingt keinen relevanten Lebensraumverlust der vier Zielarten verursachen.

Etwa 78% aller Flugsichtungen von Rotmilanen erfolgten in Höhen unterhalb von 60 m, nur 12 % fielen in den Bereich über 90 m. Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit nimmt somit in größeren Höhen deutlich ab, es verringert sich somit die Kollisionsgefahr mit zunehmender Nabenhöhe (zumindest bei gleichbleibender Rotorfläche). Sofern die Kollisionsgefahr für Rotmilane im Zusammenhang mit der Nahrungssuche stehen sollte, die überwiegend in Höhen unter 60 m stattfindet, ist die Kollisionsgefahr an modernen WKA niedriger

einzuschätzen als an kleineren. Ähnliches wird für den Schwarzmilan konstatiert, bei dem mit 28 % lediglich für ausgeflogene Jungvögel in der Nähe des Brutplatzes eine höhere Aufenthaltsdauer über 90 m nachgewiesen wurde. Bei der Rohrweihe lagen allein 87 % aller Beobachtungen in Höhenbereichen bis 30 m, von der Wiesenweihe liegen die Sichtungen über 60 m bei lediglich 1 %. Somit wird die Gefahr für die beiden letztgenannten Arten, mit einer modernen WKA zu kollidieren (zumindest abseits des Brutplatzes) als sehr gering eingestuft.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

A) Auswahl von Zielarten, Beobachtungsgebieten und Erfassungszeiträumen

1. Es fand eine Beschränkung auf wenige und eher seltene Arten im Zeitraum April/Mai bis August statt. Dadurch blieben Wintergäste wie Kornweihe und Merlin sowie die Zugzeit der entsprechenden Greifvogelarten unberücksichtigt. Auch wurden generell Uhu, Wespenbussard, Wanderfalke und Kornweihe ausgeklammert.
2. Die Untersuchungszeiträume sind zu kurz gegriffen, die Beobachtungen wurden entweder Ende März/Anfang April oder Anfang Mai begonnen, wesentliche Zeitphasen der Balz werden somit nicht erfasst. Auch für die Abdeckung der Flüge in Zusammenhang mit den nachbrutzeitlichen Schlafplätzen des Rotmilans ist das Ende der Freilandfassung mit Ende August zu kurz gegriffen.
3. Das Auswahlverfahren für die acht Windparks ist nicht transparent, augenscheinlich auch nicht repräsentativ für den gesamten Untersuchungsraum. Im Umfeld der meisten der untersuchten Windparks gab es offenbar keine Brutvorkommen der Zielarten. Alle vier Zielarten zeigen vor allem am Brutplatz häufig hohe Flüge, dies gilt besonders für Weihen.
4. Die Autoren erwähnen nur ein Auswahlkriterium, das besagt, dass mindestens eine Zielart in dem zu untersuchenden Windpark stetig zu erwarten war, es stellt sich aber die Frage nach weiteren Kriterien. So bleibt unklar, warum nicht auch Windparks untersucht wurden, in denen Schlagopfer unter Greifvögeln schon vorher bekannt waren oder in deren Nähe brüteten.
5. In dieser Studie wurden überwiegend Windparks mit alten und kleinen WKA untersucht. Durch diese weitgehende Beschränkung auf kleine WKA wurde die Chance vertan, modernere und größere WKA in ausreichendem Umfang zu untersuchen, die hinsichtlich der Auswirkungen von großen Repoweranlagen realitätsnähere Vergleichsergebnisse hätten erwarten lassen.
6. Es fanden keine Vergleichsuntersuchungen zur dreidimensionalen Raumnutzung in Brutdichtezentren statt.

B) Methodik

1. Höhen- und Distanzschätzungen von Vögeln nur per Augenschein und Einsatz eines Fernglases sind sehr fehlerbehaftet. Besonders problematisch ist die individuelle, systematische Über- und Unterschätzung der Flughöhen. Die Verhaltensbeobachtungen in dieser Studie wurden von verschiedenen Personen durchgeführt. Es wird jedoch nicht angegeben, wer die Beobachtungen wo und wann durchgeführt hat.

2. Eine Befragung unter Experten ergab, dass zB bei Zugvogelerfassungen selbst größere Arten wie Greifvögel schon ab Flughöhen von etwa 100 m generell zunehmend von Ornithologen nicht mehr erfasst werden, also unterrepräsentiert sind.
3. Da bei den Freiland-Erfassungen keine exakten Messgeräte verwendet wurden, ist davon auszugehen, dass die geschätzten Flughöhen wie oben beschrieben stark fehlerbehaftet sind und größere Flughöhen ab etwa 100 m sehr wahrscheinlich systematisch unterschätzt wurden.
4. In diesem Zusammenhang ist das Phänomen der Ermüdung zu vergegenwärtigen, das sich generell umso eher bei einem Beobachter einstellen dürfte, je länger er unter anstrengenden Bedingungen beobachtet. Die Autoren machen allerdings keine klärenden Aussagen zu den möglichen, insbesondere systematischen Erfassungsfehlern als Folge von Ermüdung und individuellen Unterschieden bei Seh- und Hörvermögen.
5. Wegen der besonders schwierigen rein visuellen Höheneinschätzung, insbesondere im nicht ebenen Gelände, wurde von einem führenden Experten, Dr. Smallwood, vorgegeben, nur Beobachtungen von Greifvögeln in Entfernungen von max. 250 m von fixen Beobachtungspunkten zugrunde zu legen. Die Autoren haben offenbar Greifvögel bis in Entfernungen von über 1 km protokolliert.
6. Aufgrund der Angaben in der Studie ist eine Einschätzung der Zuverlässigkeit der Beobachtungsdaten hinsichtlich der Höhen- und Entfernungsschätzung nicht möglich.
7. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit der verwendeten Erfassungsmethode sehr wahrscheinlich u.a. die Flughöhen der Greifvögel ab etwa 100 m Höhe über Grund zunehmend untererfasst wurden. Dass den Autoren dieses Problem nicht ganz unbewusst war, zeigt sich daran, dass sie bei den Erfassungen bis 100 m Höhe 10 m-Klassen und über 100 m 20m-Klassen bildeten und dass sie bei den Auswertungen 30 m-Höhenklassen bis zu einer Höhe von 120 m verwendeten, alle Beobachtungen über 120 m geschätzter Höhe aber poolten.
8. Die Autoren meinen, den Schätzfehler der Flughöhen dadurch klein gehalten zu haben, dass ihnen die Höhen der bestehenden WKA bekannt waren. Sie verkennen anscheinend dabei einfache geometrische Tatsachen. Die Beobachter konnten von den festen Beobachtungspunkten die horizontalen Entfernungen nur schätzen. Aber auch diese Schätzungen können stark fehlerbehaftet sein, insbesondere bei großen Flughöhen und Flugdistanzen.
9. Ähnliche Einwendungen sind hinsichtlich der Distanzschätzungen fliegender Vögel zu machen. Es wird dabei verkannt, dass bei höher fliegenden Vögeln, die sich also nicht vor einem Baum oder einer bekannten anthropogenen Struktur, deren genaue Lage bekannt ist, abheben, solche Strukturen kein zuverlässiges Hilfsmittel zur Entfernungsschätzung darstellen können.
10. In diesem Zusammenhang zeigt sich auch der Nachteil der Beobachtungsmethode von fixen Punkten ohne Verwendung von Hilfsmitteln wie Laser und Winkelmesser oder eines vorherigen Trainings hinsichtlich der Höhen- und Entfernungsschätzung, denn eine Nachprüfung von geschätzten Entfernungen und damit indirekt auch der Höhenschätzung ist bei fixen Beobachtungspunkten nicht möglich. Die Autoren erwähnen auch nicht, dass sie

außerplanmäßig solche Nachprüfungen der Entfernungsschätzungen durch schnelles Aufsuchen des Vogels vorgenommen haben, dessen Entfernung und Höhe aus größerer Entfernung geschätzt wurde.

11. Abgesehen von obigen Einwänden ist festzustellen, dass den Autoren längst nicht bei allen fixen Beobachtungspunkten bzw. nicht in allen Richtungen aus das „Hilfsmittel“ stehende WKA bei der Höhenschätzung zur Verfügung stand.
12. Die Datengrundlage (Summe „Gesamt-Aufenthaltsdauer“ einzelner Individuen) pro Untersuchungsfläche und Jahr ist bis auf wenige Ausnahmen gering bis äußerst gering.

Beim Rotmilan waren es nur in einem Gebiet mehr als sechs Stunden, ansonsten meist unter zwei Stunden. Beim Schwarzmilan waren es nur in einem Gebiet mehr als eine Stunde. Bei der Rohrweihe waren es meist weniger als drei Stunden „Gesamtaufenthaltsdauer“ pro Untersuchungsgebiet. Bei der Wiesenweihe waren diese am geringsten, mit einer Ausnahme betragen sie weniger als eine Stunde. Der Datenmangel zu den ausgewählten Zielarten wird auch daran deutlich, dass die entsprechenden Arten in drei UGs so selten beobachtet wurden, dass diese Gebiete im Jahr 2011 aus dem Untersuchungsprogramm gestrichen wurden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bis auf wenige Ausnahmen alle vier untersuchten Vogelarten deutlich weniger als 3 Std. pro Untersuchungsgebiet und Jahr beobachtet wurden. Allein vom Datenumfang her betrachtet sind die erzielten Ergebnisse in der Regel als nicht annähernd repräsentativ für die einzelnen Gebiete oder Arten einzustufen, zumal die meisten Beobachtungen wahrscheinlich nur auf einzelne Individuen zurückgehen (solche Mehrfachbeobachtungen einzelner Individuen werden im Fachjargon Pseudoreplication genannt).

13. Diese geringen Beobachtungszahlen sind auch der Grund dafür, dass die Aussagen bei den beiden Milanarten, es wären keine Kollisionen an WKA beobachtet worden, überflüssig (womit aber ein falscher Eindruck erweckt wird), weil sie ohne Aussagekraft sind.
14. Eine für die Schlussfolgerungen zur potenziellen Kollisionsgefahr nicht ausreichende Datengrundlage gilt auch für die über die Untersuchungsgebiete und Jahre gepollten Ergebnisse, weil
 - a. die Windparks nicht zufällig oder konsequent nach wissenschaftlichen Erwägungen ausgesucht wurden
 - b. die Datenumfänge pro UG sehr unterschiedlich groß waren
 - c. die meisten Beobachtungen offenbar auf Mehrfachbeobachtungen von nur wenigen Individuen zurückgehen
15. Es ist ein Trugschluss der Autoren anzunehmen, systematische Fehler bei der Schätzung von Flughöhen ließen sich durch breitere Höhenklassen in der Auswertung reduzieren.
16. Die Autoren vertreten die Auffassung, durch die gewählte Methode vor systematischen Fehlern gewappnet zu sein. Aber auch bei dieser Methode ist zB die systematische Mindererfassung großer Flughöhen durchaus wahrscheinlich.

17. Insbesondere Weihen werden wahrscheinlicher beim niedrigen Jagdflug als in größeren Höhen entdeckt.
18. Weihen bleiben nach erfolgreicher Jagd in der Regel einige Minuten kröpfend sitzen. Bei der „animal-focus-sampling“-Methode würde ab diesem Zeitpunkt die Suche nach neuen Greifvögeln beginnen, hierbei bliebe das Aufsteigen der Weihen in größere Höhen beim Beutetransport jedoch unbeobachtet, zumindest wenn zwischenzeitlich ein anderer Greifvogel entdeckt worden wäre.
19. Für die Beurteilung der wichtigen Frage, ob die Erfassung auch hinsichtlich Tageszeit und Wetter repräsentativ waren, fehlen entsprechende Angaben.
20. Die Autoren geben auch nicht an, ob eine Repräsentativität der Ergebnisse für einen bestimmten Raum bzw. eine Grundgesamtheit angestrebt oder angenommen wird.
21. Es fehlen Angaben zu Angaben und Geschlecht. Bei einem hohen Nichtbrüteranteil würden zB die hohen Balzflüge entfallen, was für die Beurteilung jedoch wesentlich wäre.
22. Bei den beiden Weihenarten wurden durchschnittlich die meisten Flugsequenzen im Mäuse-Gradationsjahr 2010 ermittelt. Die weiten, häufiger hohen Flüge zum Jagdgebiet und zurück treten jedoch eher in mäusearmen Jahren auf.
23. Nichtbrüter treten in mäusereichen Jahren häufiger auf als in mäusearmen Jahren. Diese wurden daher wahrscheinlich überproportional häufig erfasst, was daher zu keinen repräsentativen Ergebnissen zu den Flughöhen von Weihen insgesamt und noch weniger nur von brütenden Weihen führt.
24. Auch bleibt völlig im Unklaren, was im statistischen Sinn die Grundgesamtheit (Zielpopulation) dieser Studie sein soll und ob die untersuchten Vögel eine adäquate Stichprobe davon ausmachen.
25. Alleine schon wegen des geringen und heterogenen Datenmaterials überrascht nicht, dass die Autoren ihre Ergebnisse keinem statistischen Test unterziehen.

C) Ergebnisse und Diskussion

1. Die obigen Darlegungen haben gezeigt, dass das zugrundeliegende Untersuchungsdesign sowie die Erfassungs- und Auswertungsmethodik weder den wissenschaftlichen Ansprüchen an Präzision und Genauigkeit, noch denen an Datenumfang/qualität und Repräsentativität gerecht werden, die an Untersuchungen anzulegen sind, die den Anspruch haben, aussagekräftige Ergebnisse zu den Auswirkungen von WEA auf die Raumnutzung und Kollisionsgefahr der vier untersuchten Greifvogelarten in der Hellwegbörde zu liefern und verallgemeinernde Schlussfolgerungen zum Repowering von WEA zu ziehen.
2. Es erübrigt sich aus den oben genannten Gründen eine eingehende Besprechung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Autoren.
3. Zudem ist die prozentuale Betrachtung der Flughöhen unzureichend für die Einschätzung des Kollisionsrisikos, weil sie die absoluten Zahlen der Flüge in den verschiedenen Höhen(-klassen) außer Acht lässt.

Kapitel VIII: Schlagopfer-Monitoring von Greifvögeln in verschiedenen Windparks

Die systematische Erfassung von Schlagopfern soll dabei helfen, das Ausmaß eines Schlagrisikos in der Hellwegbörde abschätzen zu können. Dafür wurden in den Jahren 2010-

2012 in zehn Windparks 70 WKA kontrolliert. Bei 357 Kontrollen mit einem Zeitaufwand von 609,5 Stunden in 12 Untersuchungsjahren (sic!) wurden elf Kollisionsopfer gefunden.

Die Untersuchung erlaubt jedoch aus zwei Gründen keine realitätsnahe Abschätzung der Kollisionsraten: Es wurden keine Abtragsraten ermittelt, ebenso sind die ermittelten Schlagopferzahlen für eine Hochrechnung zu gering. Den vorläufigen Annahmen zufolge würden alljährlich zwischen 0 und 21,2 größere Vögel pro Jahr und Windpark verunglücken.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

1. Die Darstellung der bisherigen Kollisionsopferfunde in der Hellwegbörde ist unvollständig.
2. Die genannten Kriterien zur Auswahl der Windparks (zB Nähe zum Wohnort der Autoren) zeigen, dass keine repräsentative Erfassung angestrebt wurde. Zwei der vier Windparks wurden zudem nur im Spätsommer-Herbst untersucht.
3. Mit den wenigen und nur über kurze Zeitspannen abgesuchten WKA lassen sich grundsätzlich nicht einmal annähernd zuverlässige, repräsentative Aussagen zu Kollisionsraten von Greifvögeln ermitteln. Aufbauens auf dem sehr schmalen Datenmaterial auch noch Erwartungswerte und Schlagopferzahlen hochzurechnen, ist als wissenschaftlich höchst zweifelhaft einzuschätzen.
4. Die Schlagopfersuche war auf über 200 g große Greifvögel ausgerichtet. Daran wird deutlich, dass nicht angestrebt wurde, Körperteile oder Ansammlungen von Federn (zB nach Rupfungen) von Greifvögeln zu finden, obwohl diese einen beachtlichen Teil der Gesamtopferzahlen ausmachen, wenn Flächen unter WKA sehr engmaschig abgesucht werden. Allein aus diesem Grund wurden die realen Opferzahlen auch von Greifvögeln sehr wahrscheinlich systematisch unterschätzt.
5. Es bleibt im Unklaren, wer die Schätzungen der Absuchbarkeit und Sichtbarkeitsklassen wie durchgeführt hat. Offensichtlich hat es auch keine Vergleichsuntersuchungen mit gemessenen Werten von Flächengrößen unterschiedlicher Absuchbarkeit pro WEA-Radius (Klassen?) gegeben, die erahnen ließen, wie fehlerbehaftet solche Schätzungen sind. Ohne Ausmessen und Abstecken von konzentrischen Entfernungsklassen dürften Schätzungen von Teilflächen unterschiedlicher Sichtbarkeit sehr fehlerbehaftet sein.
6. Nach detailliert dargestellter Argumentation wird festgehalten, dass für WKA unter 180m Höhenlage wahrscheinlich rund ein Monat hinsichtlich der Absuchbarkeit von Wintergetreide-Beständen selbst für größere Vögel über 200 g falsch klassifiziert worden.
7. Zwischen der Entwurfsfassung und Endfassung des Berichts wurde eine zweite Sichtbarkeitsklasse als nicht absuchbar eingestuft, was aber zu keinen entsprechenden Korrekturen der Werte absuchbarer Flächen führte.
8. Um den jahreszeitlichen Verlauf des Faktors Sichtbarkeit beurteilen zu können, wäre die jahreszeitliche differenzierte Auflistung der Sichtbarkeitswerte pro WKA und Windpark notwendig. Dadurch wäre auch nachvollziehbar, wie die Mittelwerte „Absuchbare Fläche“ berechnet wurden.
9. Es wird auch nicht klargestellt, welche der vier unterschiedlichen Sichtbarkeitsklassen eigentlich in der Auswertung Berücksichtigung fanden.
10. Bei den bekanntermaßen großen individuellen Unterschieden in der Sucheffizienz ist es bei acht Suchern (darunter auch ein Mitglied des beauftragenden Vereins, der

unseres Wissens kein Ornithologe ist) unverständlich, warum hier im Vorfeld keine Tests oder Übungen durchgeführt wurden, um die bedeutende Fehlergröße individueller Sucheigenschaften eingrenzen zu können.

11. Für das Verschwinden von Kollisionsoptionen sind weitere mögliche Ursachen zu nennen: landwirtschaftliche Bodenbearbeitung und absichtliches Entfernen. Auch ist nicht nachvollziehbar, warum die Abtragerate nicht experimentell ermittelt wurde.
12. Den drei von den Autoren genannten Faktoren, die zur Unterschätzung von Kollisionsereignissen an WEA führen können, ist ein vierter hinzuzufügen. Gerade bei Greifvögeln kommt es häufiger vor, dass verletzte, nicht mehr dauerhaft lebensfähige Vögel sich noch zu Fuß über Hunderte Meter weit vom Kollisionsort entfernen.
13. Mit den vorgestellten Formeln zur Schätzung der tatsächlichen Opferzahlen lassen sich aufgrund einer fehlenden Korrektur für die individuelle Sucheigenschaften, einer fehlenden Korrektur für Kollisionsoptionen außerhalb des Suchradius, der Nicht-Berücksichtigung von Restfunden sowie weiterer genannter methodischer Einschränkungen wahrscheinlich nicht einmal ansatzweise realistische Werte für die Kollisionsraten von Greifvögeln in den Windparks berechnen.
14. In dieser Untersuchung wurden von insgesamt acht belegten Greifvogelfunden in den Jahren 2010 und 2011 nur sechs selbst erbracht, zwei zusätzliche ergaben sich durch Zufallsfunde, die den Autoren entgingen. Insgesamt wurden von diesen acht Greifvögeln allein mindestens vier (drei Rotmilane und ein Turmfalke) durch Zufall, also unabhängig von dieser Studie, ohne spezielle Suchaktivitäten gefunden. Auch diese Zahlenrelationen deuten auf eine starke Untererfassung der Schlagopferzahlen in dieser Untersuchung hin.
15. Mindestens drei Rotmilane kollidierten demnach allein im Windpark Ostbüren in den Jahren 2010 und 2011, was umgerechnet etwa 0,125 Rotmilane pro WEA und Jahr bedeutet.
16. Angesichts der beschriebenen grundlegenden Kritikpunkte erübrigt sich eine weitere Besprechung der Annahmen und den darauf aufbauenden Hochrechnungen von Kollisionsoptionen in dem Ergebnis- und Diskussionsteil.
17. Die angeblich gegenüber den anderen Windparks erhöhte Opferzahl im Windpark Ostbüren (Seite VIII-23) wird mit der nahen A44 in Verbindung gebracht, ohne sich die Lage der einzelnen Funde und die Verletzungen der Greifvögel näher anzuschauen. Unsere genaue Dokumentation der acht Funde wie auch die veterinärmedizinische Untersuchung mehrerer dieser Totfunde durch Dr. O. Krone am IZW in Berlin weisen in allen Fällen die nahen WEA als sehr wahrscheinliche Todesursache aus. In keinem der acht Fälle gab es einen Hinweis auf eine Kollision mit einem Fahrzeug oder einer Freileitung.

Kapitel IX: Auswirkungen des Repowerings auf die Kollisionsgefahr von Greifvögeln

Im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien wird angestrebt, bestehende Windenergieanlagen mit meist geringerer Größe und Leistung durch hohe Windenergieanlagen mit großen Rotoren zu ersetzen (Repowering). Vor diesem Hintergrund wurde in dieser Studie der Frage nachgegangen, wie sich die Kollisionsgefahr für planungsrelevante Greifvögel beim Repowering bestehender Windenergieanlagen verändert. Als Datengrundlage dienten dazu die Ergebnisse einer umfangreichen Untersuchung, in deren Rahmen in den Jahren 2010 und 2011 standardisierter Beobachtungen an acht

Windparks im Kreis Soest durchgeführt wurden. Die erhobenen Daten wurden verwendet, um Kollisionsraten von Rot- und Schwarzmilan sowie Wiesen- und Rohrweihe mit Hilfe des collision-risk-modell nach (Band et al. 2007)) zu berechnen. Die Kollisionsraten wurden für modellhafte Windparks mit kleineren WKA ermittelt, ferner wurden zwei Repowering-Szenarien berechnet: Verdoppelung (Szenario I) und Vervierfachung (Szenario II) der Nennleistung.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich die Kollisionsgefahr für alle vier Zielarten aufgrund der geringeren Aufenthaltsdauer bzw. Antreffwahrscheinlichkeit der Greifvögel in größeren Höhen deutlich verringert. Die Vergrößerung der Rotorfläche, wie sie beim Repowering üblich ist, bewirkt eine Vergrößerung des Gefährdungsbereichs und damit eine Erhöhung der Kollisionsgefahr. Diese wird jedoch durch die verringerte Umdrehungsgeschwindigkeit größerer Rotoren sowie durch größere Nabenhöhen in den meisten Fällen kompensiert. Hinsichtlich Kollisionsgefahr für Rotmilane führt ein Repowering somit nicht zwingend zu einer Verschlechterung des Ist-Zustandes, sondern kann im Gegenteil zu einer deutlichen Verbesserung führen. Es ist plausibel, dass diese Schlussfolgerung abseits von Brutplätzen grundsätzlich auch für den Schwarzmilan zutrifft. Im untersuchten Fall ergab sich jedoch in den meisten Szenarien eine erhöhte Kollisionsgefahr von Schwarzmilanen, die vor allem auf ausgeflogene Jungvögel und somit auf die Nähe zum Brutplatz zurückzuführen ist. An den durchgeführten Berechnungen lässt sich ableiten, dass unter Berücksichtigung realistischer Szenarien ein Repowering für die Rohrweihe (zumindest abseits von Brutplätzen) zu einer Reduktion der Kollisionsgefahr und damit zu einer Verbesserung des Ist-Zustandes führen wird. Anhand der gefundenen Höhenverteilung ist die Kollisionsgefahr für Wiesenweihen an modernen WKA als sehr gering zu bewerten. In Analogie zur Rohrweihe wird angenommen, dass ein Repowering auch für die Wiesenweihe zu einer Verringerung der Kollisionsgefahr führen wird.

Stellungnahme Illner und Joest (2013) zu obigem Kapitel:

1. Schon in der Besprechung des Kapitels VII wurde dargelegt, dass mehrere relevante Greifvogelarten nicht berücksichtigt wurden und damit in der Modellierung fehlen. Hier ist besonders auch die Zugzeit zu erwähnen.
2. Die Aussagekraft der Vorhersagegüte eines jeden Modells hängt u.a. wesentlich von der Quantität und Qualität der Eingangsdaten ab, was natürlich besonders für nicht exakt ermittelte Freilanddaten gilt, wie es in dieser Untersuchung der Fall ist. Dies gilt insbesondere für die Flughöhendaten.
3. Auf einige wenige spezielle Kritikpunkte an diesem Kapitel sei noch eingegangen. Zitat Seiten IX 4, 5: Es handelte sich somit um einen heterogenen Pool von WEA, was die Komplexität und den Aufwand bei der Berechnung der Kollisionsrate deutlich erhöht. Es lagen auch nicht für jeden Anlagentyp die notwendigen Informationen, etwa zur durchschnittlichen Breite eines Rotorblatts oder zur Umdrehungsgeschwindigkeit vor...Es wurde der Typ E 101 der Fa. Enercon ausgewählt, der stellvertretend für Anlagentypen mit Rotordurchmessern von jeweils

etwa 100 m stehen soll. Da im Rahmen eines zukünftigen Repowerings von Altanlagen im Binnenland mit einem Einsatz von derartigen Anlagentypen zu rechnen ist, handelt es sich somit um realitätsnahe Modelle. ... Innerhalb jedes dieser beiden Szenarien wurden zudem drei verschiedene Unterfälle angenommen, die sich hinsichtlich der Nabenhöhen unterscheiden: a) 99 m, b) 135 m und c) 150m.“ Mit dieser Vereinfachung reduziert sich die Realitätsnähe des prognostizierten Kollisionsrisikos um ein Weiteres. Zu Anschauungszwecken wäre dies zulässig, aber die Autoren wollen konkrete Aussagen zu Repowering-Szenarien im VSG machen und folglich müsste auch die konkrete Ausgangslage der Windparks im Detail berücksichtigt werden. Der höhere Aufwand kann kein Argument sein, es nicht zu tun.

4. Zudem ist zweifelhaft, dass Repowering-WEA im Binnenland generell die von den Autoren angenommenen Höhen erreichen werden.
5. Die Autoren verwenden fein abgestufte Höhenklassen von 10 m und 20 m, obwohl in der Auswertung im Kapitel VII argumentiert wird, dass bei weiteren Auswertungen größere Klassenbreiten verwendet wurden, um den Schätzfehler zu reduzieren.
6. Bei den Korrekturen zu den Höhenklassen wird eine lineare Verteilung der Höhendaten innerhalb der Höhenklassen vorausgesetzt, was unwahrscheinlich ist. Es ist auch ein widersinniges Argument, wegen angenommener schon starker Schwankungen der dreidimensionalen Aufenthaltszeiten aufgrund von Jahres- und Jahreszeiten-Einflüssen (Seite IX-7) die zusätzliche Streuung durch nicht lineare Verteilung innerhalb der Höhenklassen zu vernachlässigen.
7. Zitat Seite IX-8: „Definition des maximal jährlichen Aktivitätszeitraums und Hochrechnung der Aufenthaltsdauer.... Im Rahmen der Berechnung wurde angenommen, dass Wiesenweihen jährlich von Mitte April (15.04.) bis Ende August (31.08.) und die übrigen drei Zielarten von Mitte März (15.03.) bis Mitte September (15.09.) in den UG anwesend sein können.“ Die Zeitangaben stimmen beim Rotmilan nicht, es müssten die Zeitphasen Februar bis Mitte März und Mitte September bis Ende Oktober ergänzt werden. Außerdem sind die von den Autoren genannten Zeitphasen länger als tatsächlich in den Windparks untersucht wurde (siehe Ausführungen zum Kapitel VII). Auch die Beschränkung der Flugzeiten auf die Hellphase 1 h nach Sonnenuntergang und 1 h vor Sonnenuntergang ist unzutreffend von den Autoren angegeben, denn dadurch werden z.B. die Flüge zu den Schlafplätzen (vor allem bei den nachbrutzeitlichen Schlafplatzansammlungen) hin und von diesen weg vernachlässigt, die außerhalb dieser Zeitspanne liegen.
8. Die Bestimmung der jährlichen Aufenthaltsdauer im Gefahrenbereich (Seite IX-8) erscheint unverständlich und zweifelhaft. Hier müsste die Rechenprozedur an einem konkreten Beispiel verdeutlicht werden.
9. Bei dem verwendeten Band-Modell wird vernachlässigt, dass Vögel auch an den Masten von WEA verunglücken können.
10. Ein sehr schwerwiegendes Manko der Modellrechnung ist die Nicht-Berücksichtigung der unterschiedlichen Laufzeiten. Dadurch werden wichtige Unterschiede zwischen den Anlagenstandorten ausgeblendet.
11. Es wurde bei der Ausweichrate („avoidance rate“) auf angebliche Fachliteratur verwiesen. Die beiden dort zitierten Arbeiten sind sogenannte Graue Literatur. Es sind im Internet veröffentlichte Berichte, die keinem strengen Begutachtungsprozess einer Fachzeitschrift unterlagen. Es wird aus Fachkreisen erhebliche Kritik an diesem Konzept geübt. Die Autoren räumen selbst ein, dass sich zum Thema Ausweichrate derzeit nur mehr oder weniger plausibel spekulieren lässt.

12. Ein von den Autoren aufgeführter Aspekt zur Ausweichrate ist zu ergänzen. Sie erwähnen die geringere Drehzahl von großen WEA, die Vögel möglicherweise weniger scheu macht als die kleinen WEA mit höherer Drehzahl. Bei einer großen WEA mit großen Rotorradien ist allerdings auch der Raum bzw. das Zeitfenster zwischen zwei sich drehenden Rotoren größer als bei kleinen WEA und damit ist möglicherweise auch die Wahrnehmbarkeit der Rotoren reduziert und/oder die Risikobereitschaft größer, durchzufliegen. Wahrscheinlich ist auch, dass Wirbelschleppen (Nachlaufströmung), die sich hinter den WEA bilden und die zu Störungen der Flugsteuerung bei Vögeln bis hin zum Absturz (und vielleicht auch zur Tötung durch Barotrauma wie bei Fledermäusen) führen können, je nach Anlagengröße sehr wahrscheinlich unterschiedlich starke Folgen haben.
13. Den schon aus methodischen Gründen (wie oben dargelegt) unzulässigen Schlussfolgerungen der Autoren aus ihren Modellrechnungen widersprechen die bisher erzielten Ergebnisse zu realen Tötungszahlen von Greifvögeln in Windparks. Eine Auswertung der an brandenburgischen WEA getöteten Rotmilane ergab keinen Hinweis darauf, dass an größeren WEA Rotmilane weniger häufig verunglücken als an kleineren. Bei der Wiesenweihe wurde eine der ersten Totfunde in Deutschland unter einer neuen, großen Repowering-WEA (Enercon E 70) gemacht; dort wurde auch eine kollidierte tote Rohrweihe unter einer relativ hohen Enercon E 66 gefunden.
14. Das Zitat auf Seite IX-22: „Dieses Ergebnis stimmt auch mit den Untersuchungen von Bellebaum et al. (2012) überein, in der Kollisionszahlen von Rotmilanen für WEA mit unterschiedlichen Rotordurchmessern in Brandenburg anhand von tatsächlich gefundenen Kollisionsopfern modelliert wurden. Die Kollisionszahl an WEA mit Rotordurchmessern von 100 m, die somit den von uns in den Repowering Szenarien verwendeten WEA-Typen stark ähneln, war im Vergleich zu WEA mit mittelgroßen Rotordurchmessern sehr gering.“ zeugt von einer einseitigen Sicht auf diese Studie. In Bellebaum et al. (2012) heißt es auf Seite 21 dazu wörtlich, was den Autoren entgangen zu sein scheint: „ Die vorliegenden Daten geben jedoch keinen Hinweis darauf, dass das Kollisionsrisiko an WEA mit großen Rotordurchmessern ab 80 m geringer ist als an kleineren WEA.“

8.5. Literatur

- BAND, W., M. MADDERS & D.P. WHITFIELD. 2007. Developing Field and Analytical Methods to Assess Avian Collision Risk at Wind Farms. In: De Lucas, M., Janns, G.F.E., Ferrer (2007). In *Birds and Wind Farms*. Quercus, Madris.
- DVORAK, M., A. TRAXLER, S. WEGLEITNER, R. RAAB, G. WICHMANN & H.-M. BERG. 2009. Rahmenbedingungen für den Ausbau von Windkraftanlagen im Bezirk Neusiedl am See aus der Sicht des Vogelschutzes. In p. 70. Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung Abt. 5/III Natur- und Umweltschutz.
- ECODA & LOSKE. 2012. Modellhafte Untersuchungen zu den Auswirkungen des Repowering von Windenergieanlagen auf verschiedene Vogelarten am Beispiel der Hellwegbörde.
- GOVE, B., R.H.W. LANGSTON, A. MCCLUSKIE, J.D. PULLAN & I. SCREAS. 2013. Windfarms and Birds: An updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. Convention on the conservation of european wildlife an natural habitats - Bern Convention Bureau Meeting. BirdLife International.
- HÖTKER, H. [online]. 2006. Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Untersuchungen im Auftrag des Landesamts für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- HÖTKER, H., K.-M. THOMSEN & H. KÖSTER. 2005. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. In p. 83.
- IG WINDKRAFT. 2013. Weniger ist oft mehr - Wie Repowering die Windkraft-Landschaft verändern wird. Windenergie - Interessensgemeinschaft Windkraft Österreich: 14–15.
- ILLNER, H. & R. JOEST. 2013. Stellungnahme zu: Modellhafte Untersuchungen zu den Auswirkungen des Repowering von Windenergieanlagen auf verschiedene Vogelarten am Beispiel der Hellwegbörde. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.
- JOEST, R., L. RASRAN & K.-M. THOMSEN. 2009. Are breeding Montagu´s Harriers displaced by wind farms? In: Hötker, H. (compiler): *Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possiblde Solutions*. In pp. 39–43.
- KRIJGSVELD, K.L., K. AKERSHOEK, F. SCHENK, F. DIJK & S. DIRKSEN. 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea* 97: 357–366.
- RÖSSLER, M. 2002. Analyse möglicher Konflikte zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz im nördlichen Bezirk Neusiedl. In p. 42. Wien.
- SCOTTISH NATURAL HERITAGE. 2014a. Repowering onshore wind farms: bird survey requirements. In p. 3.
- . 2014b. Recomennded bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms.

- SMALLWOOD, K.S. & B. KARAS. 2009. Avian and Bat Fatality Rates at Old-Generation and Repowered Wind Turbines in California. *Journal of Wildlife Management* 73: 1062–1071.
- WICHMANN, G. 2009. Kaiseradler im Aufwind. *Vogelschutz in Österreich*: 10–12.
- WICHMANN, G. & M. DENNER. 2013. Ornithologische Grundlagen für die Windkraftzonierung in Niederösterreich. Im Auftrag der NÖ Umweltschutzbehörde. In p. 95.
- WICHMANN, G., A. TRAXLER, S. WEGLEITNER, R. RAAB & M. DVORAK. 2009. Studie zur Festlegung von Rahmenbedingungen für den Ausbau von Windkraftanlagen im Burgenland (ohne Bezirk Neusiedl) aus der Sicht des Vogelschutzes. In p. 40. Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung Abt. 5/III Natur- und Umweltschutz.
- WICHMANN, G., H. UHL & W. WEIßMAI. 2012. Das Konfliktpotenzial zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich - Studie zur Erarbeitung von Tabu- und Vorbehaltszonen. In p. 92.

9. Methodendiskussion Erfassung Vogelzug

VerfasserIn

Janine Aschwanden, Felix Liechti

9.1. Einsatz von Radargeräten bezüglich Windkraftstandorten

9.1.1. Zur Begutachtung vor dem Bau

Aufgrund der grossen Variabilität des Ablaufs des Vogelzugs, ist zur Beurteilung von Windkraftstandorten ein Messsystem notwendig, das eine kontinuierliche Überwachung fliegender Vögel in grossen Mengen über lange Zeiträume in unterschiedlichen Höhenschichten über Boden erlaubt. Gerade bezüglich der Errichtung von Bauwerken ist eine fundierte Information über quantitative Vogelzugintensitäten und die Höhenverteilung im Luftraum von grosser Wichtigkeit.

Wie bereits unter Kap. 5.1 beschrieben, ist die Radartechnologie zu diesem Zweck bisher die einzige zur Verfügung stehende Messtechnik. Allerdings sind aus technischen Gründen nicht alle Radarsysteme dazu geeignet, diese Informationen zu beschaffen (obwohl dies teilweise von Herstellern versprochen wird). Quantitative Messungen sind generell nur möglich, wenn die Unterscheidung von Vogel- und andern Echos sichergestellt ist, die Entdeckungswahrscheinlichkeit für unterschiedliche Grössenklassen von Vögeln bekannt ist und der entsprechende überwachte Raum berechnet werden kann. Dies erfordert die Kenntnis der Form des Radarstrahls (Antennendiagramm) und die maximale Entdeckungsdistanz pro Grössenklasse. Eine Unterscheidung zwischen Vogel und Nicht-Vogel Echos alleine anhand der Fluggeschwindigkeit ist unzureichend, da verschieden grosse Insekten ähnliche Geschwindigkeiten wie kleine Vögel erreichen (Alerstam et al. 2011).

Ergänzend zu den Radarsystemen, die quantitative Angaben liefern, können Radarsysteme mit Balkenantennen eingesetzt werden, die Informationen zu einzelnen Flugwegen liefern und räumliche Konzentrationen von Flugwegen aufzeigen. Allerdings ist bei diesen Systemen oftmals die Identifizierung von Vögeln nur rudimentär möglich (z.B. anhand der Fluggeschwindigkeit). Zudem können Bodenechos aus der Umgebung dazu führen, dass Bereiche des überwachten Raumes für Vögel blind sind. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn mit Filtereinstellungen Bodenechos unterdrückt werden und somit frei von Störechos sind. Dies führt dazu, dass eine unbekannte Anzahl von Vogeleos ebenfalls unterdrückt werden.

9.1.2. Zur Steuerung der Betriebseinschränkung von WEA

Zur Steuerung der Betriebseinschränkung von WEA basierend auf Radarsystemen gibt es zwei unterschiedliche Ansätze. Entweder man erfasst die Flugbewegungen einzelner Vögel und stellt ab, wenn sich ein einzelner Vogel einer WEA annähert (qualitativ), oder man misst eine generelle Zugintensität und stellt ab, wenn eine gewisse Höhe einer Vogelzugintensität erreicht wird (quantitativ).

Mit der Radartechnologie ist keine Artbestimmung möglich. Ein radarbasiertes System, das bei Annäherung eines einzelnen Vogels ein Stop-Signal auslöst, würde bei jedem Vogel reagieren, vorausgesetzt, dass eine grundsätzliche Vogelerkennung funktioniert. Allenfalls wäre eine Unterscheidung nach Grösse der Vögel möglich. Lokale Vögel, die sich fortwährend im Umkreis von WEA aufhalten, könnten daher häufige An- und Abstellereignisse auslösen (z.B. Rabenkrähen). Zudem muss die Detektion eines Vogels in einem genügend grossen Abstand vor einer WEA erfolgen, damit eine WEA rechtzeitig aus dem Wind gedreht werden kann. Eine aktive Bremsung von WEA ist zu diesem Zweck nicht möglich, da die Bremsen dadurch stark abgenutzt und nach 2-3 Bremsereignissen erneuert werden müssten (persönl. Mitteilung diverser WEA-Experten). Hinzu kommt, dass die WEA auf dem Radar selbst störende Reflektionen verursachen, so dass die Radarechos von Vögeln in der Nähe von WEA überdeckt werden. Nach momentanen Stand der Kenntnisse existiert bis anhin kein wissenschaftlich geprüftes, funktionierendes, radarbasiertes System, das sich zur Steuerung der Betriebseinschränkung bei WEA zum Schutz einzelner Vögel eignet.

Beim zweiten Ansatz wird der Fokus nicht auf das einzelne Vogelindividuum gelegt, sondern auf die generelle Masse der Zugvögel. Ausgegangen wird vom Breitfrontenzug, wobei sich die Zugvögel über einen gewissen Luftraum (einige km) gleichmässig verteilt ziehen. Abhängig von der Topographie und den Windverhältnissen können an bestimmten Orten Konzentrationen auftreten. Je höher die Zugintensität im Höhenbereich der WEA ist, umso mehr Kollisionen sind zu erwarten. Ein Stop-Signal für WEA wird erst ausgelöst, wenn an einem Standort eine gewisse Zugintensität im Höhenbereich der WEA überschritten ist. Daher reicht es, wenn das Radarsystem in der Nähe (einige hundert Meter bis wenige Kilometer) der WEA betrieben wird. Für diesen Ansatz muss ein für quantitative Radarmessungen geeignetes System eingesetzt werden, dessen Reichweite für Kleinvögel zumindest den Höhenbereich der WEA abdeckt. Die Kollisions-Problematik von grossen, thermiksegelnden Vogelarten kann damit jedoch nicht abgedeckt werden, da die Dichte der Individuen an einem Standort in den meisten Fällen zu gering sein dürften, um ein Abstellereignisse auszulösen.

10. Danksagung

Für die Unterstützung und Beauftragung gilt unser Dank der MAVA – Foundation sowie dem Bundesland Tirol. Für die Betreuung des Projekts von Seiten der MAVA Stiftung möchten wir uns bei Herrn Holger Schmidt bedanken. Weiters möchten wir uns bei allen MitarbeiterInnen des ViA Netzwerks sowie Personen bedanken, welche das Projekt unterstützt haben und ohne denen die Durchführung dieses Projekts nicht möglich gewesen wäre.

MitarbeiterInnen:

Katharina Bergmüller, Dieter Peter, Jakob Pöhacker, Herbert Stark, Thomas Steuri, Sebastian Sperl, Martin Suanjak, Andreas Tiefenbach, Jürgen Ulmer, Martin Valere und Irene Weiss

Grundeigentümer und Personen welche die Radarstudie „vor Ort“ unterstützt:

Agrargemeinschaft Schönberg, Sportverein Schönberg, Herr Fahrnberger, Richard Gölzner, VBgm. Ing. Huter, , Gerhard Lackner, Rudolf Moschik, , Christian Muhr, Herrn Steixner Johann Ofenböck.

MitarbeiterInnen visuelle Erfassung des Tagvogelzugs:

Lidia Brandstätter, Hildegard Weichselbaum, Harald Gross, Karin Schlechta, Jutta Soraperra, Matthias Breier, Alexander Breier, Werner Ulmer, Josef Beller, Isobel Dolak, Erika Ritter, Karl Hirschböck, Manfred Vith, Maria Vith, Egmont Häfele, Kerstin Blassnig, Alois Masoner, Jürgen Pollheimer, Paul Wohlfarter, Sylvia Auer, Gertraud Ritter, Kathi Bergmüller, Erika Eisenreich, Franz Wierer, Helga Wierer, Harald Bock, Wolfi Auer, Julia Gstir, Rosian Gitta, Egon Zwicker, Otto Samwald, Andreas Tiefenbach, Michael Tiefenbach, Günter Maderbacher, Heinz Kolland, Sebastian Zinko, Wilfried Pfeifhofer, Jakob Pöhacker, Benjamin Seaman, Ingrid Eichberger, Christine Medicus, John Parker, Hemma Gressel, Peter Kaufmann, Tobias Schernhammer, Rainer Windhager, Matthias Gattermayr, Norbert Pühringer, Hans Uhl, Martin Brader, Herbert Rubenser, Johanna Samhaber, Werner Pühringer, Traudi Pühringer, Alois Schmalzer, Ingolf Voelker, Mike Jordan, Conchita Jordan, Martin Rössler, Thomas Hochebner, Reinhard Brandstetter, Anton Birsak, Gerald Pfiffinger, Remo Probst, Cosimo D'Andria, Josef Fellner, Klaus Mühlböck, Triebel Rudolf, Kurt Kalteis, Norbert Teufelbauer, Hannelore Meinhart, Susana Freire, Max Fochtman, Anton Hlebaina, Jörg Oberwalder, Hubert Salzgeber, Andreas Ranner, Eva Karner-Ranner, Birgit Braun, Emanuel Lederer, Brigitte Haberreiter, Helwig Brunner, Martin Suanjak, Andreas Kranz u.a.

11. Anhang

Anhang 1: Liste aller im Rahmen der visuellen Erfassung des Tagvogelzugs festgestellten Arten sowie deren Häufigkeit innerhalb und außerhalb des 500 Standardkreises.

Artname	Species	total	<500m	>500m	k. A.
Kormoran	Phalacrocorax carbo	3241	1223	2018	
Reiher indet.	Ardea indet.	27		27	
Silberreiher	Egretta alba	54	26	27	1
Graureiher	Ardea cinerea	420	227	193	
Schwarzstorch	Ciconia nigra	29	5	24	
Weißstorch	Ciconia ciconia	14	10	4	
Flamingo indet.	Phoenicopterus spec.	1		1	
Höckerschwan	Cygnus olor	23	13	10	
Graugans	Anser anser	1077	426	651	
Gans indet.	Anser spec.	196	51	145	
Stockente	Anas platyrhynchos	246	117	121	8
Löffelente	Anas clypeata	1	1		
Tafelente	Aythya ferina	1	1		
Ente indet.	Anas spec.	129	21	108	
Gänsesäger	Mergus merganser	45	39	6	
Wespenbussard	Pernis apivorus	449	278	158	13
Schwarzmilan	Milvus migrans	9	6	1	2
Rotmilan	Milvus milvus	22	10	12	
Seeadler	Haliaeetus albicilla	3		3	
Bartgeier	Gypaetus barbatus	1		1	
Gänsegeier	Gyps fulvus	1		1	
Rohrweihe	Circus aeruginosus	452	226	198	28
Kornweihe	Circus cyaneus	35	25	10	
Wiesenweihe	Circus pygargus	14	12		2
Weihe indet.	Circus spec.	8	3	5	
Habicht	Accipiter gentilis	52	44	8	
Sperber	Accipiter nisus	510	346	158	6
Mäusebussard	Buteo buteo	2209	1196	952	61
Raufussbussard	Buteo lagopus	12	9	3	
Bussard indet.	Buteo spec.	67	25	31	11
Schreiadler	Aquila pomarina	2	1	1	
Steinadler	Aquila chrysaetos	48	27	20	1
Zwergadler	Aquila pennata	1	1		
Fischadler	Pandion haliaetus	14	8	5	1
Adler indet.	Aquila spec.	5		5	
Turmfalke	Falco tinnunculus	673	450	119	104
Rotfußfalke	Falco vespertinus	1	1		
Merlin	Falco columbarius	9	6	3	
Baumfalke	Falco subbuteo	125	103	22	
Wanderfalke	Falco peregrinus	53	39	14	
Falke indet.	Falco spec.	44	32	12	
Großvogel indet.	Großvogel indet.	40		40	
Greifvogel indet.	Falconiformes spec.	249	44	203	2
Haselhuhn	Bonasa bonasia	2	2		
Alpenschneehuhn	Lagopus muta	14	13	1	
Birkhuhn	Tetrao tetrix	48	35	13	
Auerhuhn	Tetrao urogallus	1	1		
Steinhuhn	Alectoris graeca	2	2		
Rebhuhn	Perdix perdix	9	5		4
Wachtel	Coturnix coturnix	1	1		
Fasan	Phasianus colchicus	15	10		5
Tüpfelsumpfhuhn	Porzana porzana	1	1		
Kranich	Grus grus	874	398	476	
Sandregenpfeifer	Charadrius hiaticula	5	5		
Goldregenpfeifer	Pluvialis apricaria	2	2		
Kiebitzregenpfeifer	Pluvialis squatarola	3	1	2	
Kiebitz	Vanellus vanellus	129	119	10	
Alpenstrandläufer	Calidris alpina	1	1		
Bekassine	Gallinago gallinago	12	12		
Waldschnepfe	Scolopax rusticola	3	1	2	
Großer Brachvogel	Numenius arquata	7	4	2	1

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Artname	Species	total	<500m	>500m	k. A.
Grünschenkel	Tringa nebularia	1		1	
Waldwasserläufer	Tringa ochropus	1	1		
Bruchwasserläufer	Tringa glareola	3	3		
Flussuferläufer	Actitis hypoleucos	3	3		
Limikole indet.	Limikole indet.	161	107	54	
Falkenraubmöwe	Stercorarius longicaudus	1	1		
Lachmöwe	Larus ridibundus	188	92	84	12
Sturmmöwe	Larus canus	1	1		
Mittelmeermöwe	Larus michahellis	63	27	36	
Weißkopfmöwe	Larus cachinnans	13	13		
Möwe indet.	Larus spec.	26	17	9	
Straßentaube	Columba livia forma domestica	1945	531	1360	54
Hohltaube	Columba oenas	773	540	228	5
Ringeltaube	Columba palumbus	47100	20803	26143	154
Taube indet.	Columba spec.	1361	809	552	
Türkentaube	Streptopelia decaocto	47	21	1	25
Turteltaube	Streptopelia turtur	10	8	2	
Kuckuck	Cuculus canorus	12	11		1
Sperlingskauz	Glauclidium passerinum	4	3	1	
Waldkauz	Strix aluco	1	1		
Eule indet.	Strigiformes spec.	1	1		
Mauersegler	Apus apus	68	50	15	3
Alpensegler	Apus melba	27	27		
Eisvogel	Alcedo atthis	26	26		
Bienenfresser	Merops apiaster	38	38		
Wiedehopf	Upupa epops	1	1		
Wendehals	Jynx torquilla	1	1		
Grauspecht	Picus canus	9	9		
Grünspecht	Picus viridis	62	44	3	15
Schwarzspecht	Dryocopus martius	42	36	6	
Buntspecht	Dendrocopos major	149	127	1	21
Mittelspecht	Dendrocopos medius	2			2
Kleinspecht	Dendrocopos minor	1	1		
Dreizehenspecht	Picooides tridactylus	3	3		
Specht indet.	Dendrocopos spec.	23	17	6	
Lerche indet.	Alaudidae indet.	17	15	2	
Haubenlerche	Galerida cristata	4	4		
Heidelerche	Lullula arborea	202	202		
Feldlerche	Alauda arvensis	2474	2243	212	19
Uferschwalbe	Riparia riparia	108	107		1
Felsenschwalbe	Ptyonoprogne rupestris	32	31	1	
Rauchschwalbe	Hirundo rustica	19723	17127	2516	80
Mehlschwalbe	Delichon urbicum	9440	7931	1302	207
Schwalbe indet.	Hirundinidae spec.	5678	4483	1191	4
Spornpieper	Anthus richardi	1	1		
Brachpieper	Anthus campestris	25	25		
Baumpieper	Anthus trivialis	889	886	3	
Wiesenpieper	Anthus pratensis	4139	4133		6
Rotkehlpieper	Anthus cervinus	47	47		
Bergpieper	Anthus spinoletta	1990	1883	104	3
Pieper indet.	Anthus spec.	672	655	7	10
Schafstelze	Motacilla flava	1275	1275		
Gebirgsstelze	Motacilla cinerea	210	208	1	1
Bachstelze	Motacilla alba	2102	2049	24	29
Stelze indet.	Motacilla spec.	31	31		
Wasseramsel	Cinclus cinclus	3	3		
Zaunkönig	Troglodytes troglodytes	15	13		2
Heckenbraunelle	Prunella modularis	2094	2094		
Alpenbraunelle	Prunella collaris	2	1	1	
Rotkehlchen	Eriothacus rubecula	178	159	4	15
Hausrotschwanz	Phoenicurus ochruros	829	758	38	33
Gartenrotschwanz	Phoenicurus phoenicurus	101	98	2	1
Braunkehlchen	Saxicola rubetra	418	393	2	23
Schwarzkehlchen	Saxicola torquatus	32	32		
Steinschmätzer	Oenanthe oenanthe	211	196	4	11
Ringdrossel	Turdus torquatus	142	138	1	3
Amsel	Turdus merula	301	243	12	46

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Artname	Species	total	<500m	>500m	k. A.
Wacholderdrossel	Turdus pilaris	7408	6701	672	35
Singdrossel	Turdus philomelos	671	630	13	28
Rotdrossel	Turdus iliacus	310	309	1	
Misteldrossel	Turdus viscivorus	3295	3003	227	65
Drossel indet.	Turdus spec.	630	410	220	
Schilfrohrsänger	Acrocephalus schoenobaenus	2	2		
Gelbspötter	Hippolais icterina	11	11		
Sperbergrasmücke	Sylvia nisoria	1	1		
Klappergrasmücke	Sylvia curruca	22	20		2
Dorngrasmücke	Sylvia communis	11	10		1
Gartengrasmücke	Sylvia borin	19	19		
Mönchsgrasmücke	Sylvia atricapilla	170	157	1	12
Grasmücke indet.	Sylvia spec.	8	8		
Waldlaubsänger	Phylloscopus sibilatrix	94	92	2	
Zilpzalp	Phylloscopus collybita	393	363	15	15
Fitis	Phylloscopus trochilus	102	99		3
Laubsänger indet.	Phylloscopus spec.	15	15		
Goldhähnchen indet.	Regulus spec.	12	12		
Wintergoldhähnchen	Regulus regulus	300	270	30	
Sommeregoldhähnchen	Regulus ignicapilla	25	25		
Grauschnäpper	Muscicapa striata	105	97		8
Zwergschnäpper	Ficedula parva	7	7		
Halsbandschnäpper	Ficedula albicollis	1	1		
Trauerschnäpper	Ficedula hypoleuca	289	286		3
Schnäpper indet.	Ficedula spec.	8	8		
Schwanzmeise	Aegithalos caudatus	166	162		4
Sumpfmeise	Parus palustris	46	18		28
Weidenmeise	Parus montanus	36	36		
Haubenmeise	Parus cristatus	112	92	20	
Tannenmeise	Parus ater	1874	1846	18	10
Blaumeise	Parus caeruleus	2869	2844	10	15
Kohlmeise	Parus major	2623	2589	2	32
Meise indet.	Parus spec.	1211	1166	45	
Kleiber	Sitta europaea	116	71		45
Mauerläufer	Tichodroma muraria	1	1		
Waldbaumläufer	Certhia familiaris	4	4		
Gartenbaumläufer	Certhia brachydactyla	11			11
Baumläufer indet.	Baumläufer indet.	1	1		
Beutelmeise	Remiz pendulinus	3	3		
Pirol	Oriolus oriolus	6	6		
Neuntöter	Lanius collurio	40	33	1	6
Schwarzstirnwürger	Lanius minor	1	1		
Raubwürger	Lanius excubitor	15	15		
Häher indet.	Häher indet.	1	1		
Eichelhäher	Garrulus glandarius	1081	998	59	24
Elster	Pica pica	117	93	15	9
Tannenhäher	Nucifraga caryocatactes	862	605	53	204
Alpendohle	Pyrhcorax graculus	531	385	145	1
Dohle	Corvus monedula	2183	1638	507	38
Saatkrähe	Corvus frugilegus	1536	644	892	
Aaskrähe	Corvus corone	445	267	176	2
Nebelkrähe	Corvus corone	20	15	1	4
Rabenkrähe	Corvus corone	3236	1936	1159	141
Kolkrabe	Corvus corax	786	648	131	7
Krähe indet.	Corvus spec.	698	626	64	8
Star	Sturnus vulgaris	28291	22784	5383	124
Krähenvogel indet.	Corvidae indet.	7		7	
Haussperling	Passer domesticus	58	46		12
Feldsperling	Passer montanus	510	409		101
Sperling indet.	Passer spec.	20	20		
Schneesperling	Montifringilla nivalis	15	15		
Buchfink	Fringilla coelebs	55095	53192	1542	361
Bergfink	Fringilla montifringilla	3559	3496	39	24
Girlitz	Serinus serinus	259	255		4
Zitronengirlitz	Serinus citrinella	25	25		
Grünling	Carduelis chloris	2258	2229	6	23
Stieglitz	Carduelis carduelis	3826	3732	25	69

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Artname	Species	total	<500m	>500m	k. A.
Erlenzeisig	Carduelis spinus	6491	6437	52	2
Bluthänfling	Carduelis cannabina	2389	2336	53	
Berghänfling	Carduelis flavirostris	20	20		
Birkenzeisig	Carduelis flammea	496	494		2
Bindenkreuzschnabel	Loxia leucoptera	1	1		
Fichtenkreuzschnabel	Loxia curvirostra	3665	3610	54	1
Gimpel	Pyrrhula pyrrhula	867	863		4
Kernbeißer	Coccothraustes coccothraustes	4337	3986	348	3
Fink indet.	Fringillidae spec.	2329	1866	463	
Spornammer	Calcarius lapponicus	3	3		
Schneeammer	Plectrophenax nivalis	1	1		
Goldammer	Emberiza citrinella	847	792	3	52
Ortolan	Emberiza hortulana	11	9		2
Rohrhammer	Emberiza schoeniclus	920	865	55	
Ammer indet.	Emberiza spec.	3	3		
Kleinvogel indet.	Kleinvogel indet.	25001	19018	5927	56
Vogel indet.	Aves spec.	216	184	31	1

Anhang 2: Als Zugvögel deklarierte Arten sowie deren Typ, Zugstrategie und Flugtyp

Artname	Wissenschaftlicher Artname	Artengruppe	Zugtyp	Flugtyp
Kormoran	Phalacrocorax carbo	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Silberreiher	Egretta alba	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Graureiher	Ardea cinerea	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Schwarzstorch	Ciconia nigra	Großvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Weißstorch	Ciconia ciconia	Großvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Höckerschwan	Cygnus olor	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Gaugans	Anser anser	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Stockente	Anas platyrhynchos	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Löffelente	Anas clypeata	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Tafelente	Aythya ferina	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Gänsesäger	Mergus merganser	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Wespenbussard	Pernis apivorus	Greifvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Schwarzmilan	Milvus migrans	Greifvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Rotmilan	Milvus milvus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Passivzieher
Gänsegeier	Gyps fulvus	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Passivzieher
Rohrweihe	Circus aeruginosus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Kornweihe	Circus cyaneus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Wiesenweihe	Circus pygargus	Greifvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Habicht	Accipiter gentilis	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Sperber	Accipiter nisus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Mäusebussard	Buteo buteo	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Passivzieher
Raufussbussard	Buteo lagopus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Passivzieher
Schreiadler	Aquila pomarina	Greifvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Zwergadler	Aquila pennata	Greifvogel	Langstreckenzieher	Passivzieher
Fischadler	Pandion haliaetus	Greifvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Turmfalke	Falco tinnunculus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Rotfußfalke	Falco vespertinus	Greifvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Merlin	Falco columbarius	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Baumfalke	Falco subbuteo	Greifvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Wanderfalke	Falco peregrinus	Greifvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Wachtel	Coturnix coturnix	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Tüpfelsumpfhuhn	Porzana porzana	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Kranich	Grus grus	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Sandregenpfeifer	Charadrius hiaticula	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Goldregenpfeifer	Pluvialis apricaria	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Kiebitzregenpfeifer	Pluvialis squatarola	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Kiebitz	Vanellus vanellus	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Alpenstrandläufer	Calidris alpina	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Bekassine	Gallinago gallinago	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Waldschnepfe	Scolopax rusticola	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Großer Brachvogel	Numenius arquata	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Grünschenkel	Tringa nebularia	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Artname	Wissenschaftlicher Artname	Artengruppe	Zugtyp	Flugtyp
Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bruchwasserläufer	<i>Tringa glareola</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Falkenraubmöwe	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Großvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	Großvogel	Ausschluss	Aktivzieher
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	Großvogel	Ausschluss	Aktivzieher
Mittelmeermöwe	<i>Larus michahellis</i>	Großvogel	Ausschluss	Aktivzieher
Weißkopfmöwe	<i>Larus cachinnans</i>	Großvogel	Ausschluss	Aktivzieher
Hohltaube	<i>Columba oenas</i>	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Turteltaube	<i>Streptopelia turtur</i>	Großvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Alpensegler	<i>Apus melba</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bienenfresser	<i>Merops apiaster</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Haubenlerche	<i>Galerida cristata</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Felsenschwalbe	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbicum</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Spornpieper	<i>Anthus richardi</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Brachpieper	<i>Anthus campestris</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Wiesenieper	<i>Anthus pratensis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Rotkehlpieper	<i>Anthus cervinus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Bergpieper	<i>Anthus spinoletta</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Gebirgsstelze	<i>Motacilla cinerea</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Alpenbraunelle	<i>Prunella collaris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquatus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Steinschmätzer	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Amsel	<i>Turdus merula</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Gelbspötter	<i>Hippolais icterina</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Sperbergrasmücke	<i>Sylvia nisoria</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Mönchgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Sommeregoldhähnchen	<i>Regulus ignicapilla</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Grauschnäpper	<i>Muscicapa striata</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Zwergschnäpper	<i>Ficedula parva</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Halsbandschnäpper	<i>Ficedula albicollis</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Schwanzmeise	<i>Aegithalos caudatus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Artname	Wissenschaftlicher Artname	Artengruppe	Zugtyp	Flugtyp
Tannenmeise	<i>Parus ater</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Beutelmeise	<i>Remiz pendulinus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Schwarzstirnwürger	<i>Lanius minor</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Saatkrähe	<i>Corvus frugilegus</i>	Großvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bergfink	<i>Fringilla montifringilla</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Zitronengirlitz	<i>Serinus citrinella</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Erlenzeisig	<i>Carduelis spinus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bluthänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Berghäfning	<i>Carduelis flavirostris</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Birkenzeisig	<i>Carduelis flammea</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Bindenkreuzschnabel	<i>Loxia leucoptera</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i>	Kleinvogel	Ausschluss	Aktivzieher
Gimpel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Kernbeißer	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Spornammer	<i>Calcarius lapponicus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Schneeammer	<i>Plectrophenax nivalis</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>	Kleinvogel	Langstreckenzieher	Aktivzieher
Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher
Graumammer	<i>Emberiza calandra</i>	Kleinvogel	Kurzstreckenzieher	Aktivzieher

Projektbeschreibung

Über den Vogelzug im österreichischen Alpenraum ist nur wenig bekannt. Dies ist eine Lücke, die auch im Naturschutzbereich oft schmerzlich bemerkt wird. Die Auswirkungen der zunehmenden Verbauung des Alpenraums durch Großprojekte wie Stromleitungen oder Windkraftanlagen ist dadurch schwer abschätzbar. Mit dem Projekt „Vogelzug im österreichischen Alpenraum – Grundlagen und Konflikte mit der Windkraft“ versucht BirdLife Österreich erste Grundlagen über den Vogelzug im österreichischen Alpenraum zu schaffen. Auf der Basis der Erhebungen sollen Probleme mit Windkraftanlagen aufgezeigt werden. Durch die Ausweisung von Konfliktzonen und die Erarbeitung eines Leitfadens für Bewertungen von Einzelprojekten sollen Lösungsansätze aufgezeigt werden. Das Projekt wird von der MAVA Stiftung unterstützt (<http://en.mava-foundation.org>).

Aufgrund der Komplexität des Phänomens Vogelzug ist eine Kombination aus mehreren Methoden notwendig um die Grundlagen möglichst gut zu erfassen. Einerseits werden bereits vorliegendes Datenmaterials des Moonwatch vom Netzwerk „vogelzug.net“ (Mondbeobachtungen des nächtlichen Vogelzugs) ausgewertet. Ein weiterer Ansatz stellt die Erfassung des Kleinvogelzugs durch Radar dar. Dieser Teil wird in Kooperation mit der Vogelwarte Sempach/Schweiz durchgeführt. Als dritte Methode wurde die Tagvogelzugbeobachtung gewählt. Hier benötigen wir vor allem Ihre Hilfe, um ein gutes Netzwerk an Beobachtungsorten verteilt über den gesamten österreichischen Alpenraum zu bekommen. Wir bedanken uns schon jetzt für Ihren Einsatz.

Methodendarstellung

Wie bereits 2012 sind auch im Herbst 2013 vier Zählungen verteilt über einen Zeitraum von Mitte August bis Ende Oktober nötig. Gerne können sie aber auch an mehr Terminen zählen. Die Erfassung erfolgt pro Termin vier Stunden lang - auch hier können sie gerne länger erfassen. Insgesamt wird der Herbst in 4 Perioden unterteilt, in der Sie je eine Zählung durchführen sollten.

	Erfassungstermine (Zeitfenster)	Uhrzeit*
1. Durchgang	17.08.-01.09.2013	7 - 11 Uhr
2. Durchgang	07.09.-22.09.2013	8 - 12 Uhr
3. Durchgang	28.09.-13.10.2013	8 - 12 Uhr
4. Durchgang	19.10.-03.11.2013	8 - 12 Uhr

**Uhrzeit immer in Sommerzeit, bitte bei Zählungen nach dem 27.10. zu beachten*

Wahl des Zählpunktes

Die Zählung erfolgt von einem Punkt aus. Die Wahl des Zählpunktes überlassen wir dem/der BeobachterIn. Um den Aufwand für Sie so gering wie möglich zu halten, sollten die Punkte für Sie gut erreichbar sein. Folgendes sollte bei der Ortswahl allerdings beachtet werden:

Der Ort sollte einen guten Überblick über die Umgebung bieten (Kuppen, Pässe, Hänge...). Auch Punkte innerhalb von Tälern sind möglich, sofern ein ausreichender Überblick gegeben ist. Die Sicht sollte weitgehend nach allen 4 Seiten offen sein. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die BundesländerkoordinatorIn. Sobald Sie einen Punkt gewählt haben, bitten wir Sie uns diesen bekannt zu geben (z.B. Koordinaten oder über GoogleMaps/Austrian Map). Sie bekommen dann das entsprechende Kartenmaterial vom BirdLife Büro zugeschickt.

Erfassung der Zugvögel

Es werden alle fliegenden Vögel notiert, die in eine bestimmte Richtung unterwegs sind. Dazu zählen auch Trupps von Vögeln, die von Wipfel zu Wipfel springen (z.B. Eichelhäher- oder Meisentrupps). Individuen, die als lokale Vögel eingeschätzt werden, werden nicht notiert. Rastende Vögel (z.B. nahrungssuchende Braunkehlchen, Steinschmätzer oder Wacholderdrosseln) werden ebenfalls erfasst. Prinzipiell gilt: lieber einmal mehr aufschreiben und dies in den Anmerkungen notieren.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Zählpunkten zu gewährleisten, gilt die Konzentration auf einen Bereich mit einem Radius von 500 m um den/die ZählerIn. Beobachtungen außerhalb werden aber auch ergänzend notiert. Die entsprechenden Erhebungsformulare für die Freilandarbeit schicken wir Ihnen per Mail oder bei Bedarf auch per Post zu (*Zählformular.doc*, *Witterungsprotokoll.doc*). Für die spätere Dateneingabe stellen wir eine Exceldatei (*Eingabe.xls*) zur Verfügung. Falls es mit der Dateneingabe Probleme gibt, wenden Sie sich bitte an Irene Weiss (s. u.). Falls eine Datenübermittlung per Mail nicht möglich ist, schicken Sie uns die ausgefüllten Formulare an das BirdLife Büro in Wien (Adresse s. u.).

Da wir auch den Tagesverlauf des Zuges ermitteln wollen, unterteilen wir die Beobachtungszeit in 15 min-Intervalle. Die Beobachtungen werden den entsprechenden Intervallen zugeordnet. Die Uhrzeit wird im Protokoll vermerkt, auch wenn es zu keinen Beobachtungen während der 15 min kommt („Nullzählung“).

Sie müssen nicht jeden Vogel auf Artniveau bestimmen - für uns ist die Anzahl der Gesamtmasse vor allem bei Singvögeln von zentraler Bedeutung. Genauere Anleitungen finden Sie dann weiter unten.

Informationen zum Ausfüllen der mitgeschickten Feldformulare

Zählformular

Zählpunkt – Hier tragen Sie die Bezeichnung des Beobachtungspunktes ein (z.B. Pass Lueg).

Datum – Datum der Zählung

Uhrzeit – Hier werden die 15-Minuten-Intervalle eingetragen. Die Uhrzeit wird im Protokoll vermerkt, auch wenn es zu keinen Beobachtungen während der 15 min kommt („Nullzählung“). Man schreibt dann einfach in die Spalte „Anzahl“ die Ziffer Null

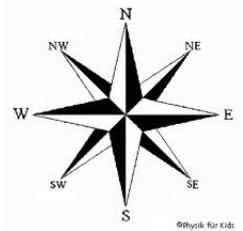
Art – In dem Protokoll kann man ruhig Kürzel verwenden. Im xls-Formular bitte alle Namen ausschreiben. Für nicht auf Art- oder Gattungsniveau ansprechbare Vogelbeobachtungen bei Kleinvögeln bis Drosselgröße verwenden Sie die Bezeichnung „*Kleinvogel*“. Alle Größeren werden meist einer Familie oder Ordnung zugeordnet werden wie *Limikole*, *Ente*, *Gans*, *Reiher*, *Möwe* oder *Greifvogel*.

Anzahl – Anzahl der durchziehenden Individuen. Immer eine ganze Zahl schreiben (keine Angaben wie 20-30, > 500, ...).

Standardkreis – Hier wird angegeben ob der beobachtete Vogel bzw. die beobachteten Vögel den Standardkreis (500m Radius) des Beobachtungspunktes im Laufe der Beobachtung durchfliegen oder nicht. Es werden folgende Kategorien verwendet:

„i“ - innerhalb 500 m Radius

„a“ - außerhalb 500 m Radius



Richtung – Hier wird angegeben, wohin der Vogel fliegt. Dies findet in Form der 8teiligen Windrose statt: **N**, **NW**, ... Wenn es sich um einen Rasttrupp am Boden handelt, dann bitte einfach in dieser Spalte „**R**“ für Rasttrupp notieren. Bitte geben sie keine detaillierteren Richtungsangaben als jene der 8teiligen Windrose an.

Flughöhe – Wenn der Vogel durch den Standardkreis fliegt, wird die Flughöhe (immer die Niedrigste) in 3 Kategorien über dem Boden geschätzt. Bei Flughöhen < 50 m wird „t“ (tief) angeben, 50- 200 m „m“ (für mittel) und für > 200 m schreiben Sie „h“ für höher auf. Versuchen Sie sich an Strukturen in der Landschaft zu orientieren (Bäume, Leitungen, ...). Da es sich um Schätzungen handelt, versuchen Sie nicht zu genau zu sein. Es geht darum einzuschätzen, ob ein Vogel hoch drüber fliegt, oder in Höhen von Infrastrukturbauten.

Gemischter Trupp - Gemischte Trupps können natürlich auftreten. Sie sollen soweit als möglich auf ihre Anteile geschätzt und getrennt aufgeführt werden. In „Gem. Trupp“ werden diese dann codiert. D.h. der erste gemischte Trupp bekommt in der Spalte „Gemischte Trupps“ den Code „1“, der zweite den Code „2“ usw. Z.B. fliegt ein Trupp von 100 Vögeln bestehend aus Berg- und Buchfinken durch, dann schätzen sie zuerst den Anteil der beiden Arten. Wenn es je 50% ist, schreiben sie Folgendes:

Zählpunkt	Datum	Uhrzeit	Art	Anzahl	Richtung	Flughöhe	Standardkreis	Gem. Trupp
Pass Lueg	30.10.2013	10:15	Buchfink	50	SW	t	i	1
Pass Lueg	30.10.2013	10:15	Bergfink	50	SW	t	i	1

Witterungs-Protokoll

Das Formular „*Witterungsprotokoll.doc*“ dient zur Protokollierung des Wetters. In einer kurzen Tabelle werden die Witterungsverhältnisse eingetragen. Es wird zu Beginn und Ende jeder Zählung das Wetter notiert. Falls es einen starken Wetterwechsel während der Zählung gibt, dann notieren Sie bitte Uhrzeit und geänderte Wetterbedingungen (siehe Beispieldatensatz unten).

Datum Datum

Uhrzeit Uhrzeit

Sicht *gut* weitgehend gute Sicht
mittel eingeschränkte Sicht
schlecht durchgehend schlecht

Bewölkung *0* wolkenfrei bzw. leicht bewölkt
m mittel (25-70%)
s stark bewölkt (> 70% des Himmels bedeckt)

Windstärke *0* kein bis leichter Wind (Blätter/Zweige von Bäumen bewegen sich)
m mittel: Äste bewegen sich
s stark: ganze Bäume bewegen sich

Windrichtung Woher kommt der Wind? Angabe entsprechend 8-teiliger Windrose z.B.:
NO

Niederschlag *0* kein Niederschlag

E einzelne, kurze Niederschläge (zumeist Nieseln)

R regelmäßige Niederschläge (zumeist Regen)

Datum	Uhrzeit	Sicht	Bewölkung	Windstärke	Windrichtung	Niederschlag	Anmerkung
24.8.2012	7:00	Gut	Wolkenfrei	0	W	-	Gute Bedingungen
24.8.2012	11:00	Gut	Mittel	s	NW	N	

Datensammlung

Bei Übermittlung per mail im Formular „Eingabe.xls“ speichern Sie das Formular bitte nach dem folgenden Schema ab:

„Datum (TagMonatJahr)“_Name des Zählpunktes_BeobachterIn“

z.B. 25092012_OfenauerBerg_MSchmidt.xls

Methode & Zeitraum

Der Zeitraum der Erhebungen erstreckt sich von 15 August bis etwa 5. November. Während dieses Zeitraums soll von dem zugeteilten Punkt aus 10mal 3-Tage beobachtet werden.

Die 3-Tagesblöcke sollten - sofern möglich - gleichmäßig über den gesamten Erhebungszeitraum verteilt sein. Da allerdings nur bei passablen Witterungen (also kein Regen und Sturm) die Erfassung Sinn macht, kann jede/r ZählerIn frei entscheiden, wann die Zählungen durchgeführt werden. Es liegt somit in eurem Ermessen – wichtig ist, dass gegen Ende des Zeitraums 30 Tage gezählt wurde.

Ein 3-Tagesblock besteht aus zwei Vormittagszählungen und einer Nachmittagszählung. Die Vormittagserhebungen beginnen mit Sonnenaufgang, die Nachmittagserhebung 6 Stunden nach Sonnenaufgang. Es werden immer drei Stunden gezählt, dann eine halbe Stunde pausiert, und anschließend nochmals drei Stunden gezählt. Sonnenaufgang ist jener Zeitpunkt, wenn die Sonne am Horizont erscheint (zumindest theoretisch). Am besten entnehmt Ihr den Zeitpunkt für euren Punkt über eine der diversen Internetseiten z.B.: <http://www.sonnenaufgang-sonnenuntergang.de>. Es wird mit jenem 15min Intervall begonnen, in dem dieser Zeitpunkt fällt. Also z.B. Sonnenaufgang um 6:08, bedeutet Start um 6:00.

Wie Ihr die Reihenfolge innerhalb eines 3-Tagesblock wählt, bleibt Euch überlassen. Sofern die Bedingungen während eines 3-Tagesblocks so widrig werden, dass eine Zählung keinen Sinn mehr hat und abgebrochen werden muss, sollte der oder die fehlenden Tage auf den nächsten Block verschoben werden oder gesondert nachgeholt werden (je nachdem ob ein oder zwei Tage verschoben werden müssen, aber keine zusätzlichen Erhebungen).

Um die Beobachtungslücken so gering und die Aufmerksamkeit so hoch wie möglich zu halten, empfehlen wir die Beobachtungsdaten direkt in ein digitales Diktiergerät zuspoken. Sofern Ihr keines habt, stellen wir Euch gerne eines zur Verfügung. BITTE die Daten am selben Tag oder nach einem 3-Tagesblock irgendwie sichern (externe Festplatte, Dropbox, etc. wenn analog abfotografieren).

Erfassung

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht - Anhang

Es werden alle fliegenden Vögel notiert, die in eine bestimmte Richtung unterwegs sind. Dazu zählen auch Trupps von Vögeln, die von Wipfel zu Wipfel springen (z.B. Eichelhäher- oder Meisentrupps). Individuen, die als lokale Vögel eingeschätzt werden, müssen nicht notiert werden – wenn dann entsprechend anmerken. Rastende Vögel werden ebenfalls erfasst. Prinzipiell gilt: lieber einmal mehr aufschreiben und dies in den Anmerkungen angeben.

Sofern möglich sollte versucht werden die Vögel auf Artniveau zu bestimmen, dass wird allerdings sicherlich nicht immer funktionieren.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Zählpunkten zu gewährleisten, gilt die Konzentration auf einen Bereich mit einem Radius von 500 m um den/die ZählerIn. Beobachtungen außerhalb werden aber ebenfalls notiert und dies in dem entsprechenden Feld eingetragen bzw. dazu gesagt.

Es steht Euch frei ein Diktiergerät für die Datenaufnahme zu verwenden. Wichtig ist sowohl bei der analogen Datenaufnahme als auch bei der digitalen, dass alle Felder ausgefüllt und die Angaben komplett sind.

Datum

sofern ein Diktiergerät verwendet wird, sollte dies automatisch mitgespeichert werden.

Uhrzeit

sofern ein Diktiergerät verwendet wird, sollte dies automatisch mitgespeichert werden.

sofern analog gearbeitet wird, bitte zumindest 15 min Intervalle angeben!

Art

Kürzel, ganzer Name, etc. Im Freiland wie ihr wollt, Hauptsache Ihr kennt Euch dann bei der Dateneingabe aus.

Anzahl

Individuenanzahl. Immer eine ganze Zahl (keine Angaben wie 20-30, > 500, ...).

Standardkreis

Innerhalb (i) oder außerhalb (a) des 500m Radius

Richtung



Hier wird angegeben, wohin der Vogel fliegt. Dies findet in Form der 8teiligen Windrose statt: **N, NW**, ... Wenn es sich um einen Rasttrupp am Boden handelt, dann bitte einfach in dieser Spalte „**R**“ für Rasttrupp notieren. Bitte gebt keine detaillierteren Richtungsangaben als jene der 8teiligen Windrose an. Sollten Richtungsänderungen erfolgen, „mittelt“ die Richtung.

Flughöhe

Flughöhe über Boden . Bei < 50 m wird „t“ (tief) angeben, bei 50- 200 m „m“ (für mittel) und bei > 200 m „h“ für höher. Orientiert Euch an Strukturen in der Landschaft (Bäume, Leitungen, ...).

Gemischter Trupp

Gemischte Trupps können natürlich auftreten. Sie sollen soweit als möglich auf ihre Anteile geschätzt werden. z.B.: 40 Finken – 1/3 Buchfinken 2/3 Bergfinken

Am Diktiergerät sollte sich ein Datensatz dann etwa so anhören:

Gemischter Trupp von etwa 60 Finken , Hälfte Buchfinken Hälfte Bergfinken, im Standardkreis – Südwest -Tief.

Witterungs-Protokoll

Für jeden Tag muss auch ein Witterungsprotokoll angelegt werden, welches allerdings sehr einfach ist. In einer kurzen Tabelle werden die Witterungsverhältnisse eingetragen. Es wird zu Beginn und Ende jeder Zählung das Wetter notiert. Falls es einen starken Wetterwechsel während der Zählung gibt, dann notieren Sie bitte Uhrzeit und geänderte Wetterbedingungen (siehe Beispieldatensatz unten).

Datum	Datum
Uhrzeit	Uhrzeit
Sicht	gut weitgehend gute Sicht
	mittel eingeschränkte Sicht
	schlecht durchgehend schlecht
Bewölkung	0 wolkenfrei bzw. leicht bewölkt
	m mittel (25-70%)
	s stark bewölkt (> 70% des Himmels bedeckt)

ViA - Vogelzug im Alpenraum Endbericht -
Anhang

Windstärke

- 0** kein bis leichter Wind (Blätter/Zweige von Bäumen bewegen sich)
- m** mittel: Äste bewegen sich
- s** stark: ganze Bäume bewegen sich

Windrichtung *Richtung **aus der** der Wind kommt.* Angabe entsprechend 8-teiliger Windrose
z.B.: *NO*

Niederschlag

- 0** kein Niederschlag
- E** einzelne, kurze Niederschläge (zumeist Nieseln)
- R** regelmäßige Niederschläge (zumeist Regen)

Datum	Uhrzeit	Sicht	Bewölkung	Windstärke	Windrichtung	Niederschlag	Anmerkung
24.8.2012	7:00	Gut	Wolkenfrei	0	W	-	Gute Bedingungen
24.8.2012	11:00	Gut	Mittel	s	NW	N	