



Verbundprojekt:

Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvor- schläge

FKZ: 0327684 / 0327684A / 0327684B

Schlussbericht

H. Hötter, O. Krone, G. Nehls

Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge

Projektpartner:

NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. - Michael-Otto-Institut (Koordination)
BioConsult SH GmbH & Co KG
Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung

Laufzeit: 01.04.2007 – 31.12.2010

Teilnehmende Institutionen und Personen

Michael-Otto-Institut im NABU

www.bergenhusen.nabu.de, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen (Projektleitung)
Dr. Hermann Hötker, Nicole Heinrichs, Lukas Kratzsch, Kerstin Mammen, Thomas Müller, Dr. Leonid Rasran, Alexander Resetaritz, Ralf Siano, Kai-Michael Thomsen

BioConsult SH GmbH & Co KG

www.biocconsult-sh.de, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum
Dr. Georg Nehls, Dr. Bodo Grajetzky, Thomas Grünkorn, Malte Hofmann

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung

www.izw-berlin.de, Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin
Dr. Oliver Krone, Mirjam Gippert, Gabriele Treu

ÖKOTOP GbR

www.oekotop-halle.de, Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle
Ubbo Mammen, Nicole Heinrichs, Lukas Kratzsch, Kerstin Mammen, Thomas Müller, Alexander Resetaritz, Ralf Siano

Förderverein für Ökologie und Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten e.V.

www.greifvogelmonitoring.de, Buchenweg 14, 06132 Halle (Saale), Ubbo Mammen

Staatliche Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg

Buckower Dorfstr. 34, D-14715 Nennhausen-Buckow, Tobias Dürr

Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.

www.abu-naturschutz.de, Teichstraße 19, D-59505 Bad Sassendorf-Lohne
Dr. Ralf Joest

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter den Förderkennzeichen 0327684, 0327684A und 0327684B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Bergenhusen, Husum und Berlin, Juni 2013

Titelfoto: M. Bunzel-Drüke

Zitiervorschlag:

Hötker, H., Krone, O. & Nehls, G. (2013): Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.

Mammen, K., Mammen, U. & Resetaritz, A. (2013): Rotmilan. In: Hötker, H., Krone, O. & Nehls, G.: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Ziele des Projektes	1
1.1	Hintergrund des Projekts	1
1.2	Aufgabenstellung	3
1.3	Berichtsstruktur.....	3
1.4	Literatur.....	4
2	Projektstruktur und methodisches Vorgehen	6
2.1	Projektstruktur	6
2.2	Methodisches Vorgehen.....	8
2.3	Literatur.....	11
3	Rotmilan.....	13
3.1	Einleitung	13
3.2	Methoden	14
3.2.1	Untersuchungsgebiete	14
3.2.2	Erfassung des Greifvogelbestandes und der Reproduktionswerte	26
3.2.3	Telemetrie der Rotmilane.....	26
3.2.3.1	Anzahl und Herkunft der besenderten Rotmilane.....	26
3.2.3.2	Langzeitlemetrie mittels VHF- und ARGOS-GPS-Sendern	27
3.2.3.3	Tagestracking	31
3.2.4	Individuenbezogene Verhaltensbeobachtungen	32
3.2.5	Flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen.....	34
3.2.5.1	Datenerfassung	34
3.2.6	Abdeckung der Mastfußbereiche von WKA mittels Folien.....	40
3.2.7	Nutzung spezieller Nahrungsressourcen im UG Speckberg.....	43
3.2.7.1	Zählungen mittels Punkt-Stopp-Methode	43
3.2.7.2	Flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen	43
3.2.8	Statistische Auswertungsmethoden	44
3.3	Ergebnisse Teilprojekt Rotmilan	44
3.3.1	Brutbestand und Reproduktion	44
3.3.2	Ergebnisse der Telemetrie von Rotmilanen	46
3.3.2.1	Saisonale Raumnutzung der Rotmilane	46
3.3.2.2	Tagestracking	60
3.3.2.3	Flughöhen	64
3.3.2.4	Gefährliche Situationen	65
3.3.3	Nahrungssuche in Abhängigkeit von der Landnutzung	65
3.3.3.1	Kulturennutzung nach Verhaltensbeobachtungen 2007 und 2008	66
3.3.3.2	Nutzung von Luzerne im landschaftlichen Kontext.....	69
3.3.3.3	Nutzung der Kompostieranlage im Jahr 2010.....	74
3.3.4	Nutzung von Windparkflächen durch Rotmilane	75
3.3.4.1	Verhalten von Rotmilanen innerhalb und außerhalb von Windparks	75
3.3.4.2	Häufigkeit von Rotmilanen in den Windparks	79
3.3.4.3	Einflug in den Gefahrenbereich der WKA.....	81
3.3.5	Abdeckung der Mastfußbereiche von WKA mittels Folien.....	83
3.4	Diskussion.....	84
3.4.1	Brutbestand- und erfolg	84
3.4.2	Größe der Aktionsräume.....	85
3.4.3	Entfernung der Ortungen zum Horst	86
3.4.4	Tagestracking	87
3.4.5	Aufenthalt und Flächennutzung von Rotmilanen in Windparks.....	87
3.4.6	Abdeckung des Mastfußbereichs.....	91
3.5	Fazit.....	92
3.6	Schlussfolgerungen für die Praxis	93
3.7	Zusammenfassung.....	95
3.8	Danksagung	96
3.9	Literatur.....	97
4	Wiesenweihe	101
4.1	Telemetrische Untersuchungen von Wiesenweihen in Schleswig-Holstein	101
4.1.1	Aufgabenstellung und Ziele.....	101
4.1.2	Untersuchungsgebiete	102
4.1.2.1	Gebiet Süd: Louisenkoog/Sönke-Nissen-Koog.....	102

4.1.2.2	Gebiet Nord: Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog	103
4.1.3	Material und Methoden	105
4.1.3.1	Besondere Vögel	105
4.1.3.2	Fang und Telemetrie der Vögel	106
4.1.3.3	Datenaufnahme im Gelände	108
4.1.3.4	Ermittlung der Flughöhen	109
4.1.3.5	Datenauswertung	109
4.1.4	Ergebnisse zur Brutbiologie	114
4.1.4.1	Besondere Brutvögel	114
4.1.4.2	Brutverlauf und Reproduktion	116
4.1.5	Diskussion Brutbiologie	117
4.1.6	Ergebnisse zu Scheuch- und Barrierewirkungen von WKA.....	118
4.1.6.1	Räumliche Beziehung zwischen Brutplätzen und WKA	118
4.1.6.2	Aktionsraum und Aktivitätszentrum in Beziehung zu Windparks	120
4.1.6.3	Verhalten jagender Vögel gegenüber WKA.....	128
4.1.7	Diskussion Aktionsraum, Verdrängungs- und Scheuchwirkungen	129
4.1.7.1	Aktionsraum und Aktivitätszentrum.....	129
4.1.7.2	Verdrängungs- und Scheueffekte durch WKA.....	129
4.1.7.3	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	132
4.1.8	Ergebnisse zur Ermittlung des Kollisionsrisikos	132
4.1.8.1	Flugaktivität	132
4.1.8.2	Flughöhen	133
4.1.8.3	Flugverhalten und Flughöhen	136
4.1.8.4	Räumliche Verteilung der Flugaktivität.....	138
4.1.9	Diskussion Flugverhalten und Kollisionsrisiko.....	142
4.1.10	Zusammenfassende Schlussfolgerungen: Flugverhalten und Kollisionsrisiko.....	145
4.1.11	Habitatnutzung und -selektion	145
4.1.11.1	Flächige Habitate/Nutzungstypen	146
4.1.11.2	Temporäre Habitate/Nutzung	148
4.1.11.3	Linienhafte Habitate/Strukturen	149
4.1.12	Diskussion Habitatnutzung, -selektion	151
4.1.13	Habitatmanagement, Vermeidungsmaßnahmen	153
4.1.14	Literatur	154
4.2	Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe <i>Circus pygargus</i> in der Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen	157
4.2.1	Einleitung	157
4.2.2	Status und Schutz der Wiesenweihe in der Hellwegbörde	158
4.2.3	Untersuchungsgebiet.....	159
4.2.3.1	Lage	159
4.2.3.2	Naturräumliche Gliederung	160
4.2.3.3	Heutige Nutzung	161
4.2.3.4	Schutzstatus.....	162
4.2.4	Material und Methode	163
4.2.4.1	Datengrundlage	163
4.2.4.2	Methode	164
4.2.4.3	Statistische Auswertung	170
4.2.5	Ergebnisse	170
4.2.5.1	Entwicklung und räumliche Verteilung der Windenergienutzung und des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde	170
4.2.5.2	Räumliche Verteilung der Windenergienutzung und der Nester der Wiesenweihe	173
4.2.5.3	Anzahl brütender Wiesenweihen in der Hellwegbörde in Beziehung zur Anzahl der WKA	175
4.2.5.4	Ansiedlungsverhalten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde vor und nach Errichtung von Windparks	176
4.2.5.5	Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in Beziehung zu WKA und anderen Habitatfaktoren	178
4.2.6	Diskussion	189
4.2.6.1	Methode	189
4.2.6.2	Entwicklung und räumliche Verteilung der Windenergienutzung und des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde	191

4.2.6.3	Ansiedlungsverhalten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde vor und nach Errichtung von Windparks	192
4.2.6.4	Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in Beziehung zu WKA und anderen Habitatfaktoren	193
4.2.7	Folgerungen für das Europäische Vogelschutzgebiet Hellwegbörde	196
4.2.8	Danksagung	200
4.2.9	Zusammenfassung	200
4.2.10	Literatur	203
4.3	Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe <i>Circus pygargus</i> in Nordfriesland	208
4.3.1	Einleitung	208
4.3.2	Methoden	208
4.3.2.1	Gebietsbeschreibung	208
4.3.2.2	Erfassung der Wiesenweihen	209
4.3.2.3	Datenanalyse	210
4.3.3	Ergebnisse	212
4.3.3.1	Umgebungsstrukturen	212
4.3.3.2	Rasteranalyse	214
4.3.4	Diskussion	214
4.3.5	Literatur	215
5	Untersuchungsergebnisse Seeadler und WKA	217
5.1	Satellitentelemetrie von Seeadlern in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg	217
5.1.1	Einleitung und Fragestellung	217
5.1.2	Material und Methode	218
5.1.2.1	Auswahl der Studientiere	218
5.1.2.2	Satellitensender	219
5.1.2.3	Analyse der raumbezogenen Telemetriedaten	220
5.1.2.4	Statistik	220
5.1.3	Ergebnisse	220
5.1.3.1	Altvogel telemetrie	221
5.1.3.2	Jungvogel telemetrie	224
5.1.3.3	Ergebnisse zur Strukturanalyse im Nahbereich	224
5.1.3.4	Bewegungsmuster territorialer Altvögel in Abhängigkeit zur Horstentfernung	227
5.1.4	Diskussion	228
5.1.4.1	Altvogel telemetrie	228
5.1.4.2	Jungvogel telemetrie	230
5.1.4.3	Strukturanalyse im Nahbereich von WKA	231
5.1.4.4	Bewegungsmuster territorialer Altvögel in Abhängigkeit zur Horstentfernung und Abstandsempfehlungen	231
5.1.5	Danksagung	232
5.1.6	Literatur	233
5.2	Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern im Bereich von WKA	237
5.2.1	Fragestellung	237
5.2.2	Methode	237
5.2.3	Ergebnisse	239
5.2.3.1	Sichtbeobachtungen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg	239
5.2.3.2	Sichtbeobachtungen in Schleswig-Holstein	241
5.2.4	Bisher dokumentierte Beobachtungen von Kollisionen	243
5.2.5	Diskussion	244
5.2.6	Literatur	245
5.3	Folgen der individuellen Verluste durch WKA auf den Zeitpunkt der Reviergründung, den Fortbestand von Brutterritorien und den Bruterfolg des Seeadlers (Fallbeispiele)	246
5.3.1	Fragestellung	246
5.3.2	Methode	246
5.3.3	Ergebnisse	246
5.3.4	Diskussion und Fazit	249
5.3.5	Literatur	250
5.4	Entfernung von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers zu WKA in Schleswig-Holstein	251
5.4.1	Fragestellung	251
5.4.2	Methode	253
5.4.3	Ergebnisse	253
5.4.4	Diskussion	257

5.4.5	Danksagung	259
5.4.6	Literatur	259
5.5	Seeadler - Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	261
6	Kollisionsrisiken	263
6.1	Kollisionen von Greifvögeln an Windenergieanlagen – Analyse der Fundumstände	263
6.1.1	Einführung	263
6.1.2	Methoden	264
6.1.2.1	Datengrundlage	264
6.1.2.2	Auswertung	265
6.1.3	Ergebnisse	266
6.1.3.1	Schlagopferzahlen	266
6.1.3.2	Altersstruktur der Schlagopfer	268
6.1.3.3	Saisonale Verteilung der registrierten Funde	268
6.1.3.4	Einfluss des Windes auf Kollisionen	269
6.1.3.5	Einflussfaktoren der Kollisionswahrscheinlichkeiten bei regelmäßig kontrollierten Windparks	270
6.1.3.6	Einfluss der Anlageneigenschaften	271
6.1.3.7	Positionen von Anlagen im Windpark, Windparkgröße	275
6.1.3.8	Umgebung des Windparks	277
6.1.3.9	Horste	281
6.1.4	Diskussion	282
6.1.5	Literatur	285
6.2	Schlagopfer und Gittermasten: Untersuchungen der Fundhäufigkeit, des Brutbestandes und des Bruterfolgs von Greifvögeln in zwei Windparks in Brandenburg	287
6.2.1	Einleitung	287
6.2.2	Untersuchungsgebiete und Methoden	287
6.2.2.1	Windparks Dretzen und Etzin	287
6.2.2.2	Suchereffizienz	288
6.2.2.3	Anteil abgesuchter Fläche	288
6.2.2.4	Verschleppungsrate	289
6.2.3	Ergebnisse	291
6.2.3.1	Fundzahlen	291
6.2.3.2	Ermittlung der Greifvogelopferzahl unter Berücksichtigung der Fundwahrscheinlichkeiten	293
6.2.3.3	Nutzung der Gittermastanlagen als Sitzwarte	294
6.2.3.4	Greifvogelbeobachtungen und Siedlungsdichte	295
6.2.4	Diskussion	298
6.2.5	Zusammenfassung	299
6.2.6	Literatur	300
6.3	Berechnungen zur Kollisionswahrscheinlichkeit von territorialen Greifvögeln mit Windkraftanlagen	302
6.3.1	Einleitung	302
6.3.2	Methoden	303
6.3.2.1	Modellkomponenten	303
6.3.2.2	Kalkulationen und Statistik	306
6.3.3	Ergebnisse	306
6.3.3.1	Wiesenweihe	306
Rotmilan		307
6.3.4	Diskussion	309
6.3.4.1	Individuelle Reaktion	309
6.3.4.2	Ausweichverhalten	310
6.3.4.3	Abstandsregeln	310
6.3.5	Zusammenfassung	311
6.3.6	Literatur	312
7	Populationsentwicklung und Bruterfolg von Greifvögeln in Beziehung zur Entwicklung der Windkraftnutzung in Deutschland	314
7.1	Einleitung	314
7.2	Methoden	314
7.2.1	Datengrundlage	314
7.2.2	Angewendete statistische Verfahren	316
7.3	Ergebnisse	316
7.3.1	Entwicklung der Windkraftanlagen	316

7.3.2	Brutbestandsentwicklung der Zielarten	318
7.3.3	Bruterfolg.....	321
7.4	Diskussion.....	324
7.4.1	Methodendiskussion.....	324
7.4.2	Ergebnisdiskussion	324
7.5	Zusammenfassung.....	326
7.6	Literatur.....	327
8	Fazit, Risikoeinschätzung, Minimierung von Konflikten, Empfehlungen für die Praxis, Forschungsbedarf	329
8.1	Risikoabschätzung.....	329
8.1.1	Rotmilan.....	329
8.1.2	Seeadler.....	330
8.1.3	Wiesenweihe	331
8.1.4	Übrige Greifvogelarten.....	332
8.2	Empfehlungen für die Praxis	332
8.2.1	Rotmilan.....	332
8.2.2	Seeadler.....	333
8.2.3	Wiesenweihe	333
8.3	Forschungsbedarf.....	335
8.4	Literatur.....	336

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Zusammenwirken der Projektpartner.....	7
Abb. 3-1:	Lage der Untersuchungsgebiete des TP Rotmilan innerhalb Sachsen-Anhalts.....	14
Abb. 3-2:	WP Querfurt.	16
Abb. 3-3:	Lage und Abgrenzung des UG Querfurt	17
Abb. 3-4:	WP Speckberg.	18
Abb. 3-5:	Lage und Abgrenzung des UG Speckberg.....	19
Abb. 3-6:	WP Druiberg.....	20
Abb. 3-7:	Lage und Abgrenzung des UG Druiberg.....	21
Abb. 3-8:	Blick in den Windpark Dessau	22
Abb. 3-9:	Lage und Abgrenzung des UG Dessau.	23
Abb. 3-10:	WP Queis. Blick von Süden aus in den Windpark, rechts die drei WKA vom Typ Vestas..	24
Abb. 3-11:	Lage und Abgrenzung des UG Queis.	25
Abb. 3-12:	Übersicht der Beobachtungsgebiete im UG Querfurt.	35
Abb. 3-13:	Übersicht der Beobachtungsgebiete im UG Speckberg.....	36
Abb. 3-14:	Übersicht der Beobachtungsgebiete im UG Druiberg.....	37
Abb. 3-15:	Übersicht der Beobachtungsgebiete im UG Dessau.	38
Abb. 3-16:	Lage der abgedeckten WKA, der Referenz-WKA und der WKA 28.....	41
Abb. 3-17:	Mit Folie abgedeckte Mastfußbrache.....	42
Abb. 3-18:	Nicht abgedeckte Mastfußbrache mit Ruderalvegetation.....	42
Abb. 3-19:	Mast der WKA 28 (Enercon E112) im WP Druiberg.....	42
Abb. 3-20:	Größe von Kernel95-Homeranges zur Brutzeit und Zahl der Ortungen.	48
Abb. 3-21:	Größe von Kernel95-Homeranges zur Nachbrutzeit und Zahl der Ortungen.	48
Abb. 3-22:	Abstand der Ortungen von Rotmilanen zum Horst.....	52
Abb. 3-23:	Abstand der Ortungen von Rotmilanen zum Horst.....	53
Abb. 3-24:	Anteil von Ortungen von Rotmilanen in Windparks	55
Abb. 3-25:	Überlagerungen von Kernel95-Homeranges von Rotmilanen mit Windparks	56
Abb. 3-26:	Streckenanteil der Flugbewegungen von Rotmilan-Männchen	60
Abb. 3-27:	Streckenanteil der Flugbewegungen von Rotmilan-Weibchen	61
Abb. 3-28:	Zusammengefasste Streckenanteile der Flugbewegungen der Rotmilane.....	63
Abb. 3-29:	Zeitanteile der Flugaktivitäten in den einzelnen Höhenklassen.....	65
Abb. 3-30:	Flächenangebot, zusammengefasst für alle UG	67
Abb. 3-31:	Flächennutzung durch Rotmilane	67
Abb. 3-32:	Jacobs-Indices zur Nutzung der verschiedenen Kulturen durch Rotmilane.....	69
Abb. 3-33:	Flächenangebot an 28 Stopp-Punkten im UG Speckberg.	70
Abb. 3-34:	Flächennutzung durch den Rotmilan an 28 Stopp-Punkten im UG Speckberg.....	70
Abb. 3-35:	Jacobs-Indices zur Nutzung der Kulturen an 28 Stopp-Punkten im UG Speckberg	72
Abb. 3-36:	Anzahl der Rotmilane über Luzernefeldern während der Punkt-Stopp-Zählungen.....	73

Abb. 3-37: Nutzung durch Rotmilane von fünf Luzernefeldern	73
Abb. 3-38: Nutzung durch Rotmilane von fünf Luzernefeldern vor und nach der 2. Mahd	74
Abb. 3-39: Himmelsrichtung der An- und Abflüge von Rotmilanen an die Kompostieranlage.....	75
Abb. 3-40: Zeitanteile der registrierten Verhaltensweisen des Rotmilans	76
Abb. 3-41: Verteilung der registrierten Verhaltensweisen	76
Abb. 3-42: Dauer der Nahrungsflüge in den verschiedenen Untersuchungsgebieten.....	77
Abb. 3-43: Rotmilan-Kontaktdichte in den einzelnen UG in den Jahren 2007 und 2008.....	80
Abb. 3-44: Monatliche Rotmilan-Kontaktdichte in den einzelnen UG im Jahr 2007.....	80
Abb. 3-45: Monatliche Rotmilan-Kontaktdichte in den einzelnen UG im Jahr 2008.....	80
Abb. 3-46: Abhängigkeit der Rotmilan-Kontaktdichte von der Größe des Rotmilan-Brutbestandes	81
Abb. 3-47: Anteil der Rotmilanflüge mit Einflug in den Gefahrenbereich von WKA	82
Abb. 3-48: Anflüge von Rotmilanen je Beobachtungseinheit und Anlage.....	84
Abb. 3-49: Blick von einer WKA auf die Kompostieranlage am Speckberg	90
Abb. 3-50: Blick von der Kompostieranlage auf den WP Speckberg.....	90
Abb. 3-51: Eine WKA auf dem Gelände einer Kompostieranlage bei Hohendodeleben	91
Abb. 3-52: Schematische Darstellung der portionsweisen Mahd auf einem Luzerneschlag.....	94
Abb. 4-1: Untersuchungsgebiete Süd mit den Brutstandorten von Wiesenweihen	103
Abb. 4-2: Untersuchungsgebiet Nord mit den Brutplätzen	105
Abb. 4-3: Präparierte Sitzwarte zum Fang der Brutvögel	106
Abb. 4-4: Verwendeter VHF-Sender für Wiesenweihen.....	107
Abb. 4-5: Senderbefestigung an Wiesenweihen	108
Abb. 4-6: Telemetrie-Feldprotokoll für Wiesenweihen	108
Abb. 4-7: Bestimmung des Zeitintervalls zur Reduktion autokorrelierter Datensätze.....	112
Abb. 4-8: Sendezeiträume der telemetrierten Vögel	115
Abb. 4-9: Entfernungsbereiche von 24 kartierten Neststandorten der Wiesenweihe zu WKA	119
Abb. 4-10: Verteilung der Brutplätze, der WKA und der Wintergerste	120
Abb. 4-11: Lokalisationen, Home Range und Aktivitätszentren des polygynen Männchens L3m	124
Abb. 4-12: Lokalisationen, Home Range und Aktivitätszentrum des Weibchens L3w	126
Abb. 4-13: Lokalisationen, Home-Range und Aktivitätszentren des Brutpaares FWL 2.....	127
Abb. 4-14: Aktivitäts-Tagesbudgets besonderer Männchen und Weibchen.....	133
Abb. 4-15: Höhenverteilung der Wiesenweihen	134
Abb. 4-16: Flughöhenverteilung von Männchen und Weibchen.....	135
Abb. 4-17: Flughöhenverteilung differenzierter Flugverhaltensweisen	138
Abb. 4-18: Abhängigkeit der Flughöhen bei Balz- und Kreisflügen von der Außentemperatur.	138
Abb. 4-19: Abhängigkeit der Flugaktivität vom Entfernungsradius der Neststandorte	139
Abb. 4-20: Lokalisationen und Verteilung von Flughöhen mit > 20 m	140
Abb. 4-21: Nest, Lokalisationen, Zufallspunkte u. Habitat des Home-Ranges d. Männchens FWL2..	147
Abb. 4-22: Attraktionswirkung durch eine an die WKA-Reihe grenzende Extensiv-Schafweide	151
Abb. 4-23: Lage des Untersuchungsgebiets Hellwegbörde.....	159
Abb. 4-24: Abgrenzung des Untersuchungsgebietes Hellwegbörde.	161
Abb. 4-25: Entwicklung der Anzahl der WKA in den Jahren 1989 bis 2007.....	171
Abb. 4-26: Entwicklung der installierten Nennleistung der WKA in den Jahren 1989 bis 2007.....	172
Abb. 4-27: Entwicklung der Nabenhöhe und des Rotorradius der neu errichteten WKA.....	172
Abb. 4-28: Entwicklung der Zahl der Wiesenweihen-Nester 1993 bis 2007.....	173
Abb. 4-29: Räumliche Verteilung der WKA und der Nester der Wiesenweihe in der Hellwegbörde ...	174
Abb. 4-30: Verteilung der Nester der Wiesenweihe und der WKA in der Hellwegbörde.....	175
Abb. 4-31: Verteilung der Nester und der Zufallspunkte	181
Abb. 4-32: Verteilung der Nester und Kolonien und der Zufallspunkte.....	183
Abb. 4-33: Lage der beiden Untersuchungsgebiete Hellwegbörde und Nordfriesland.	209
Abb. 4-34: Entwicklung der Wiesenweihenpopulation im Vergleich zum Windenergieausbau	211
Abb. 4-35: Windkraftanlagen und Neststandorte.....	213
Abb. 4-36: Referenzpunkte, Wiesenweihen-Horststandorte und Salzwiesen	213
Abb. 5-1: Home Ranges (100% MCP, 95% MCP und 5% Fixed Kernel) des Altvogels 5900.....	222
Abb. 5-2: Test auf Meidung von WKA.....	223
Abb. 5-3: Vergleich der Positionszahl des Altvogels 5900 im Windpark versus Vergleichsfläche.....	224
Abb. 5-4: Ausgewählte Beispiele für attraktive Strukturen im Windpark.....	225
Abb. 5-5: Positionen des adulten Seeadlers in einem Windpark bei Prenzlau vom 19.04.2009.	226
Abb. 5-6: Entfernungen von GPS-Lokalisationen des Altvogels 5900 vom Horst.....	227
Abb. 5-7: Entfernungen in Prozent von vier territorialen Altvögeln vom Horst.....	228
Abb. 5-8: Lage von Brutplätzen in unmittelbarer Nähe zu WKA für Sichtbeobachtungen	238
Abb. 5-9: Lage von Brutplätzen mit WKA zur Sichtbeobachtung in Schleswig-Holstein	238
Abb. 5-10: Lokalisation mit Hilfe der VHF-Telemetrie und gestauter Bereich.....	240

Abb. 5-11: Relativer Anteil der Flughöhen des Jungadlers 5902	241
Abb. 5-12: Flugwege von adulten Seeadlern am Brutplatz 1/SH in Nordfriesland	242
Abb. 5-13: Abflugrichtungen (mit vermuteten Zielen) von adulten Seeadlern am Brutplatz 2/SH	242
Abb. 5-14: Abflugrichtungen vom Brutplatz 2/SH	243
Abb. 5-15: Carrying-Capacity-Modell für Seeadler in Schleswig-Holstein.....	252
Abb. 5-16: Anzahl ausgeflogener Jungadler in Schleswig-Holstein von 1980 bis 2010.	252
Abb. 5-17: Brutbestandsverbreitung des Seeadlers und installierte WKA in Schleswig-Holstein.....	254
Abb. 5-18: An Seeadlerbrutplätzen vorhandene WKA in einem Radius von 3 km.....	254
Abb. 5-19: An Seeadlerbrutplätzen vorhandene WKA in einem Radius von 6 km.....	255
Abb. 5-20: Länge von Nahrungsflügen in acht Seeadlerbrutrevieren	255
Abb. 5-21: Entfernung und Richtung der Nahrungsflüge an acht Seeadlerbrutplätzen	256
Abb. 5-22: Fundorte toter Seeadlern an WKA, WKA –Standorte und Brutplätze	257
Abb. 6-1: Schlagopferzahlen in der Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg	267
Abb. 6-2: Altersstruktur der Schlagopfer der drei häufigsten Arten	268
Abb. 6-3: Jahreszeitliche Verteilung der Kollisionen von Greif- und Großvögeln mit WKA.....	269
Abb. 6-4: Tage mit verschiedenen Windstärkemaxima und bekannte Kollisionstagen	270
Abb. 6-5: Fabrikate von WKA und bekannte Kollisionen von Greif- und Großvögeln	272
Abb. 6-6: Durchschnittliche Nennleistungen der WKA mit und ohne Kollisionen.....	273
Abb. 6-7: Rotordurchmesser der WKA mit und ohne Kollisionen.....	273
Abb. 6-8: Leistung von WKA und Anzahl registrierter Kollisionen pro MW	274
Abb. 6-9: Turmhöhe von WKA mit Kollisionen und zufällig ausgewählter WKA	275
Abb. 6-10: Standorte von WKA mit und ohne Kollisionen in Nordbrandenburg.....	276
Abb. 6-11: Räumliche Verteilung von WKA und gefundenen Schlagopfern im WP Zitz-Warchau.	276
Abb. 6-12: Windparkgröße und Anzahl registrierter Greifvögel-Totfunde	277
Abb. 6-13: Landnutzung in 1 km Umkreis von Windkraftanlagen.....	279
Abb. 6-14: Entfernung der Windkraftanlagen zum nächsten Gebäude.....	280
Abb. 6-15: Hauptkomponentenanalyse: Verteilung von WKA mit Kollisionen und Referenzanlagen ..	281
Abb. 6-16: Windpark Dretzen. Die Pfeile markieren die Abschnittsgrenzen.....	295
Abb. 6-17: Schätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit für territoriale Wiesenweihen	307
Abb. 6-18: Schätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit für territoriale Rotmilane.....	308
Abb. 7-1: Dichte und Nennleistung von Windkraftanlagen in Vogelmonitoringflächen.....	317
Abb. 7-2: Populationsdichte der Greifvogelarten im Vergleich zur Entwicklung der Windenergie	319
Abb. 7-3: Bruterfolg von Greifvogelarten im Vergleich zur Entwicklung der Windenergie	323

Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1: Übersicht der 2007-2010 im Rahmen des Projektes besenderten Rotmilane.....	27
Tab. 3-2: Umfang der für die Langzeittelemetrie ausgewerteten Daten 2007-2010.....	29
Tab. 3-3: Übersicht der bei individuenbezogenen Verhaltensbeobachtungen erfassten Parameter. ..	33
Tab. 3-4: Datenumfang individuenbezogene Verhaltensbeobachtung von Rotmilanen 2007/2008. ...	34
Tab. 3-5: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen von Rotmilanen 2007/2008.	39
Tab. 3-6: Abgedeckte und nicht abgedeckte WKA und deren Lokalisation.....	40
Tab. 3-7: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen für Abdeckungsversuch	41
Tab. 3-8: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen auf Luzerneschlägen.....	44
Tab. 3-9: Brutbestandsdichte von Rotmilanen (BP/100 km ²) in allen UG von 2007 bis 2010.	45
Tab. 3-10: Bruterfolg von Mäusebussard, Rot- und Schwarzmilan in allen UG von 2007 bis 2010.....	46
Tab. 3-11: Aktionsräume telemetriertes Rotmilane	47
Tab. 3-12: Überprüfung des Zusammenhangs der Kernel95-Homeranges mit versch. Faktoren	49
Tab. 3-13: Regressionsanalyse zur Erklärung der Größe von Kernel95-Homeranges	49
Tab. 3-14: Vergleich der Aktionsräume von Rotmilan-♂♂ und -♀♀ für Brut- und Nachbrutzeit	50
Tab. 3-15: Ortungen der besenderten Rotmilane im Windpark	54
Tab. 3-16: Tests zum Zusammenhang Entfernung von Rotmilan-Horst und nächstgelegener WKA des Windparks und der Überlappung von Homerange	56
Tab. 3-17: Verminderung der Flächenüberlagerungen der Kernel95/60/50-Homeranges mit der Windparkstandfläche durch Einhaltung einer WKA freien Zone um den Horst	59
Tab. 3-18: Verminderung der Flächenüberlagerungen der Kernel95/60/50-Homeranges mit der Windparkeffektfläche durch Einhaltung einer WKA freien Zone um den Horst	59
Tab. 3-19: Tages-Aktivitäten von Rotmilanen während der Tage des Tagestrackings	63
Tab. 3-20: Von den Rotorblättern durchstrichener Höhenbereich in den untersuchten Windparks.....	65
Tab. 3-21: An den WKA registrierte Greifvögel und deren Auftreten in drei Untersuchungsradien	83

Tab. 3-22: Bisher ermittelte Aktionsraumgrößen von Rotmilanen in Deutschland.....	85
Tab. 3-23: Bisher ermittelte Maximalentfernungen von Rotmilanen zum Horst.....	87
Tab. 4-1: Details zu den telemetrierten Wiesenweihen.....	115
Tab. 4-2: Daten zur Brutbiologie von insgesamt 14 Brutpaaren.....	117
Tab. 4-3: Home Ranges, Aktivitätszentren sowie maximale Flugentfernungen vom Nest.....	121
Tab. 4-4: Lokalisationen innerhalb 100 m um WKA sowie Anzahl von WKA im Home Ranges.....	122
Tab. 4-5: Lokalisationen von jagenden Wiesenweihen innerhalb eines 300 m Radius um WKA und Vergleich der mittleren Distanzen mit den Erwartungswerten.....	128
Tab. 4-6: Entfernungsradien um die Neststandorte bei acht Vögeln.....	142
Tab. 4-7: Präferenzindizes.....	148
Tab. 4-8: Präferenzindizes vor und nach der Mahd bei vier Vögeln.....	149
Tab. 4-9: Landschaftsstruktur in der Hellwegbörde.....	161
Tab. 4-10: Flächenanteile der Fruchtarten auf den Ackerflächen im Kreis Soest im Jahr 2003.....	161
Tab. 4-11: Überblick über die in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Habitatfaktoren.....	167
Tab. 4-12: Zusammensetzung der im Landschaftsmodell unterschiedenen Habitattypen.....	168
Tab. 4-13: Verteilung der Nester der Wiesenweihe auf Einzelnester und Kolonien.....	169
Tab. 4-14: Varianzanalyse zum Einfluss von Zahl und Nennleistung von WKA auf die Zahl der Nester der Wiesenweihe auf 4 km ² großen Rasterflächen in der Hellwegbörde.....	176
Tab. 4-15: Wiesenweihennester und WKA in ausgewählten Feldfluren.....	177
Tab. 4-16: Minimale Abstände von Nestern der Wiesenweihe zur nächsten WKA.....	178
Tab. 4-17: Habitatfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe und Zufallspunkten.....	179
Tab. 4-18: Minimalabstände von Nestern der Wiesenweihe gegenüber Landschaftsobjekten.....	180
Tab. 4-19: Habitatfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe und Zufallspunkten.....	182
Tab. 4-20: Abstandes der Nester der Wiesenweihe und der Zufallspunkte zur nächsten WKA.....	184
Tab. 4-21: Habitatfaktoren an Nestern von einzeln und in Kolonien brütenden Wiesenweihen.....	184
Tab. 4-22: Habitatfaktoren an Nestern der Wiesenweihe und an Standorten von WKA.....	185
Tab. 4-23: Habitatfaktoren und Nistplatzwahl der Wiesenweihe, Regressionsanalyse I.....	186
Tab. 4-24: Habitatfaktoren und Nistplatzwahl der Wiesenweihe, Regressionsanalyse II.....	188
Tab. 4-25: Verteilung der Rasterquadratrate nach Vorkommen von Wiesenweihennestern bzw. WKA.....	211
Tab. 4-26: Varianzanalyse Nest- und Referenzstandorte im Zeitverlauf.....	212
Tab. 4-27: Varianzanalyse zum Einfluss der Zahl und der Nennleistung von WKA auf die Zahl der Nester der Wiesenweihe in 4 km ² großen Rasterzellen in der Hellwegbörde und in Nordfriesland.....	214
Tab. 5-1: Projektexterne Seeadler, die in die Datenanalyse einbezogen wurden.....	219
Tab. 5-2: Im Projektzeitraum telemetrierte Seeadler.....	221
Tab. 5-3: Anzahl und Distanzen von WKA-nahen Positionen von drei Seeadlern.....	221
Tab. 5-4: Größen der unterschiedlich berechneten Home Ranges des Altvogels 5900.....	222
Tab. 5-5: Strukturen der Positionen aller Jungvögel im Bereich von 300 m um eine Windturbine.....	225
Tab. 5-6: Positionen des besenderten Altvogels 5900 vom 18.04.2009 im Windpark.....	226
Tab. 5-7: Regionale Abstandsempfehlungen verschiedener Einrichtungen.....	232
Tab. 5-8: Totfunde von Seeadlern an WKA in Schleswig-Holstein.....	247
Tab. 5-9: Totfunde von Seeadlern an WKA in Brandenburg.....	249
Tab. 5-10: Seeadlerbrutplätze mit der höchsten Anzahl von WKA in Schleswig-Holstein.....	253
Tab. 6-1: Schlagopferzahlen, Brutbestände und Rote-Liste-Status der behandelten Arten.....	267
Tab. 6-2: Vergleiche der Kollisionsstandorte und Zufallsanlagen hinsichtlich der Landnutzung.....	278
Tab. 6-3: Übersicht der abgesuchten Fläche je kontrollierter WKA.....	289
Tab. 6-4: Tests zur Ermittlung der Verschleppungsrate ausgelegter Vogelkadaver im WP Dretzen.....	290
Tab. 6-5: Tests zur Ermittlung der Verschleppungsrate von Vogelkadavern in den WPs Etzin-I u. II.....	291
Tab. 6-6: Übersicht der gefundenen Schlagopfer in den einzelnen Windparks.....	292
Tab. 6-7: Übersicht über Totfunde ohne eindeutigen Bezug zum Betrieb der WKA.....	292
Tab. 6-8: Aufenthaltsbereiche im Gittermast sitzender Vögel.....	295
Tab. 6-9: Verhalten der Greifvögel in den untersuchten Windparks.....	296
Tab. 6-10: Anzahl der Brutreviere in den einzelnen Windparks.....	297
Tab. 6-11: Telemetrische Erfassung von Wiesenweihen als Grundlage für die Modellrechnung.....	304
Tab. 6-12: Datenblatt zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit beim Rotordurchflug.....	308
Tab. 7-1: Verteilung von Greifvogelmonitoringflächen innerhalb Deutschlands.....	315
Tab. 7-2: Beispiel für einen Datensatz der Windkraft-Betreiber-Datenbasis.....	316
Tab. 7-3: Anzahlen von Monitoringflächen und WKA.....	317
Tab. 7-4: Windenergieentwicklung und Populationsstärke sowie Bruterfolg von Greifvögeln.....	320

Inhaltsverzeichnis des Anhangs (separates Dokument)

1	Anhänge Rotmilan	4
1.1	Detaillierte Darstellung der Ergebnisse der Brutbestands-aufnahmen und der Ermittlung der Reproduktionsraten von Greifvögeln in den Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt	4
1.1.1	Brutbestand	4
1.1.2	Brutbestandsdichte.....	18
1.1.3	Reproduktionswerte	19
1.2	Detaillierte Darstellung der Telemetrieergebnisse der einzelnen Sendervögel.....	21
1.2.1	Überlagerungen von Homeranges mit Windparkflächen: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse	47
1.2.2	Wertetabelle der Ortungen des Abstands vom Horst der 10 besenderten Vögel.....	53
1.3	Detaillierte Darstellung der Tages-Aktionsräume der einzelnen Sendervögel.....	66
2	Anhänge Wiesenweihe.....	72
2.1	Technische Details der WKA in Windparks in der Hellwegbörde 2007	72
2.2	Karten der Fallstudien in der Hellwegbörde	77
2.3	Dokumentation von drei Wiesenweihen mit Kollisionstrauma (möglicherweise an deutschen Windenergieanlagen (WKA) verunglückt)	86
3	Anhänge Berechnungstabellen Band-Modell.....	88
3.1	Berechnungstabellen Band-Modell für Rotmilane	88
3.2	Berechnungstabellen Band-Modell für Wiesenweihen.....	93

Abbildungsverzeichnis des Anhangs (separates Dokument)

Abb. Anh. 1-1:	Brutbestand des Rotmilans im UG Querfurt in den Jahren 2007-2010.....	8
Abb. Anh. 1-2:	Brutbestand des Rotmilans im UG Speckberg in den Jahren 2007-2010.....	13
Abb. Anh. 1-3:	Brutbestand des Rotmilans im UG Druiberg im Jahr 2007 (oben) und 2008 (unten).....	15
Abb. Anh. 1-4:	Brutbestand des Rotmilans im UG Dessau in den Jahren 2007-2008.....	17
Abb. Anh. 1-5:	Bestandsentwicklung des Rotmilans 2007 – 2010 in allen UG.....	19
Abb. Anh. 1-6:	Entwicklung des Reproduktionserfolgs beim Rotmilan 2007 – 2010 in allen UG.....	20
Abb. Anh. 1-7:	Homeranges des Rotmilan-♂ Barbarossa.....	24
Abb. Anh. 1-8:	Homerange des Rotmilan-♂ Arthur 2007, oben Brutzeit, unten Nachbrutzeit.....	26
Abb. Anh. 1-9:	Homerange des Rotmilan-♀ Ramona 2007, oben Brutzeit, unten Nachbrutzeit.....	28
Abb. Anh. 1-10:	Homerange des Rotmilan-♂ Karl 2007, oben Brutzeit, unten Nachbrutzeit.....	30
Abb. Anh. 1-11:	Homerange des Rotmilan-♀ Barbara 2007, oben Brutzeit, unten Nachbrutzeit.....	32
Abb. Anh. 1-12:	Homeranges des Rotmilan-♀ Gishild.....	35
Abb. Anh. 1-13:	Homerange des Rotmilan-♀ Alte Dame.....	39
Abb. Anh. 1-14:	Homerange des Rotmilan-♂ Lui.....	41
Abb. Anh. 1-15:	Homerange des Rotmilan-♂ Erik.....	44
Abb. Anh. 1-16:	Homerange des Rotmilan-♀ Svenja.....	46
Abb. Anh. 1-17:	Flächenüberlagerungen von Kernel-Homeranges mit der Windparkstandfläche.....	49
Abb. Anh. 1-18:	Flächenüberlagerungen von Kernel-Homeranges mit der Windparkeffektfläche.....	50
Abb. Anh. 1-19:	Tages-Aktionsräume verschiedener Rotmilane.....	71
Abb. Anh. 2.2-1 - 9:	Karten der Fallstudien in der Hellwegbörde.....	77-85

Tabellenverzeichnis des Anhangs (separates Dokument)

Tab. Anh. 1-1: Greifvogel-Bestand im Untersuchungsgebiet Querfurt	4
Tab. Anh. 1-2: Greifvogel-Brutbestand (Anzahl Brutpaare) im UG Speckberg.	9
Tab. Anh. 1-3: Greifvogel-Brutbestand (Anzahl Brutpaare) im UG Druiberg.....	14
Tab. Anh. 1-4: Greifvogel-Brutbestand (Anzahl Brutpaare) im UG Dessau.	15
Tab. Anh. 1-5: Brutbestandsdichte (BP/100 km ²) in allen UG von 2007 bis 2010.....	18
Tab. Anh. 1-6: Bruterfolg in allen UG von 2007 bis 2010.	20
Tab. Anh. 1-7: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♂ Barbarossa.	21
Tab. Anh. 1-8: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♂ Arthur.	24
Tab. Anh. 1-9: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♀ Ramona.....	27
Tab. Anh. 1-10: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♂ Karl.	29
Tab. Anh. 1-11: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♀ Barbara.	31
Tab. Anh. 1-12: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♀ Gishild.....	33
Tab. Anh. 1-13: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♀ Alte Dame.....	35
Tab. Anh. 1-14: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♂ Lui.....	39
Tab. Anh. 1-15: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♂ Erik.	42
Tab. Anh. 1-16: Telemetriedaten und Aktionsraumgrößen des Rotmilan-♀ Svenja.....	44
Tab. Anh. 1-17: Flächenüberlagerungen von Kernel-Homeranges (Brutzeit) und Windparkstandfläche ..	47
Tab. Anh. 1-18: Flächenüberlagerungen von Kernel-Homeranges (Nachbrutzeit) und Windparkstandfläche.	48
Tab. Anh. 1-21: Wertetabelle der Ortungen des Abstands vom Horst der 10 besenderten Vögel.....	53
Tab. Anh. 2-1: Technische Details der WKA in Windparks in der Hellwegbörde 2007.	72
Tab. Anh. 3-1: Formeln und Daten zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit von Rotmilanen	89
Tab. Anh. 3-2: Formeln und Daten zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit v. Wiesenweihen...	94

Abkürzungsverzeichnis

BZ	Brutzeit
GPS	Global Positioning System, Globales (Satelliten-)Positionsbestimmungssystem
HR	Home-Range
J/BP	Flüge Jungvögel pro Brutpaar
MCP	Minimum Convex Polygon, Methode zur Berechnung von Home-Ranges durch minimale konvexe Polygone
n	Stichprobenumfang
NBZ	Nicht(nach)brutzeit
SD	Standardabweichung
UG	Untersuchungsgebiet
VHF	Very High Frequency, Sender zur Handpeilung
WKA	Windkraftanlage
WP	Windpark

1 Problemstellung und Ziele des Projektes

Hermann Hötker

Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Hermann.Hoetker@NABU.de

1.1 Hintergrund des Projekts

Das Projekt fand vor dem Hintergrund statt, dass der weitere Ausbau regenerativer Energiegewinnung erklärtes Ziel der Regierung der Bundesrepublik Deutschland war (BMU 2004) und ist (BMU 2010). Dieses Ziel steht im Zusammenhang mit dem Bemühen, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu vermindern und die Stromproduktion durch Atomkraft zu ersetzen (BMU 2011, <http://www.bmu.de/energiewende/doc/47465.php>, 30.6.2011). Deutschland nimmt hinsichtlich der Nutzung der Windkraft nach den USA eine Spitzenstellung ein. Der weitere Ausbau der Windenergienutzung an Land wird in Deutschland maßgeblich innerhalb bestehender Windkrafteignungsgebiete erfolgen, auch wenn regional, wie für Brandenburg und andere Bundesländer erwartet, durchaus neue Erschließungen von Bedeutung sein können. Eine Erhöhung der installierten Leistung wird in erster Linie über die Errichtung größerer Anlagen und höhere Nabenhöhen angestrebt.

Vor allem in den USA, aber auch in Europa, wurden bereits in der Frühphase der Windkraftnutzung Befürchtungen laut, die Windkraftanlagen (WKA) könnten sich schädlich auf die Tierwelt, insbesondere die Vögel auswirken. In den USA wurden diese Befürchtungen vor allem durch die Erfahrungen aus dem ersten großen Windpark am Altamont Pass in Kalifornien genährt, in dessen früher ca. 5.000 WKA seit seiner Einrichtung jährlich Hunderte von Greifvögeln zu Tode gekommen sind. Davon betroffen sind auch geschützte Arten wie Steinadler (Orloff & Flannery 1992, Smallwood & Thelander 2004). Die bisherigen Erfahrungen in Deutschland bestätigen eine hohe Empfindlichkeit von Greifvögeln gegenüber Windkraftanlagen. In der bundesdeutschen Fundkartei sind derzeit (Stand 7.3.2013) 1.700 Kollisionen an Windkraftanlagen registriert, wovon überproportional viele, nämlich 626 (37%), auf Greifvögel entfallen (Dürr 2013). Betroffen sind besonders der Rotmilan mit 190 Funden, eine in Europa endemische Vogelart, von der Deutschland mehr als die Hälfte des Brutbestandes beherbergt, und der Seeadler mit 78 Funden. Beide Arten sind im Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie geführt.

Über die Umstände, unter denen Kollisionen erfolgen, ist wenig bekannt, so dass sich zurzeit wenige Möglichkeiten zur Verminderung des Risikos durch bauliche Maßnahmen oder eine geeignete Standortwahl ergeben (Drewitt & Langston 2006).

Die potentielle Gefährdung von Greifvögeln und anderen Großvögeln ist ein wesentlicher Streitpunkt bei der Auswahl neuer Standorte von Windkraftanlagen. So fordert beispielsweise der Niedersächsische Landkreistag, bei der Ausweisung von Windparks Abstände von zum Teil mehreren Kilometern zu den Neststandorten verschiedener Greifvogelarten einzuhalten (Niedersächsischen Landkreistag 2006). Als relevant wird neben den genannten Arten Seeadler und Rotmilan insbesondere die Wiesenweihe eingestuft, für die Abstände bis 12,5 km gefordert werden. Ähnliche Abstände empfiehlt auch die Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007). Bei konsequenter Umsetzung solcher Regelungen würde sich die

1 Problemstellung und Ziele des Projekts

für die Nutzung der Windkraft im Binnenland zur Verfügung stehende Fläche erheblich reduzieren.

In verschiedenen Gerichtsurteilen in Bayern wurden Genehmigungen zur Errichtung von Windkraftanlagen versagt, weil sie zu dicht an Brutplätzen der Wiesenweihe lagen (siehe zum Beispiel Verwaltungsgericht Würzburg, W 5 K 04.291 (8.7.2004); Verwaltungsgericht Ansbach AN 18 K 03.02016, A (7.6.2005). In der Hellwegbörde in Nordrhein-Westfalen spielen Wiesenweihen eine bedeutende Rolle in den Konflikten zwischen Windkraft und Naturschutz im Rahmen der Ausweisung von EU-Vogelschutzgebieten.

Obwohl über Greifvogelkollisionen an Windkraftanlagen seit längerem berichtet worden war, war der Grund für die häufigen Kollisionen dieser tagaktiven und sehr geschickten Flieger weitgehend unbekannt. Es wurde vermutet, dass Greifvögel eine geringe Scheu vor festen Bauwerken wie Windkraftanlagen zeigten und sich somit häufiger als andere Arten im Gefährdungsbereich der Anlagen aufhielten. Es war anzunehmen, dass die Kollisionen mit Windkraftanlagen nicht durch eingeschränkte Wahrnehmung der Anlagen entstanden, wie sie für nachziehende Vögel vermutet werden konnte, sondern durch spezifische Verhaltensweisen dieser Arten verursacht wurden. Das Verständnis dieser Verhaltensweisen war daher von hoher Bedeutung für die Entwicklung von Vermeidungsmaßnahmen.

Allerdings hatten sinnesphysiologische Untersuchungen gezeigt, dass sich schnell bewegende einfarbige Rotoren im Nahbereich möglicherweise von Greifvögeln nicht als Gefahr angesehen wurden (Hodos et al. 2001). Experimentelle Felduntersuchungen der Wirksamkeit von Flügelmarkierungen lagen jedoch noch nicht vor. Auch gibt es Vermutungen, dass Greifvögel ihre größte Sehschärfe eher für Blicke nach unten oder zur Seite und weniger nach vorn einsetzen (Martin 2011).

Über die Ursachen der Kollisionen von Greifvögeln und anderen Konflikten mit Windenergieanlagen lagen aus Deutschland keine Untersuchungen vor. Verschiedene Studien in anderen europäischen Ländern und den USA hatten sich vornehmlich mit der Erfassung von Kollisionsraten und der Identifizierung problematischer Anlagenstandorte befasst (Übersicht in (Hötker et al. 2004)). In den USA war kurz vor der Projektbeantragung eine sehr umfangreiche Studie über die Vermeidung von Kollisionen in dem bekannten Altamont-Windpark veröffentlicht worden (Smallwood & Thelander 2004), die jedoch sehr auf die dortigen Arten und Verhältnisse zugeschnitten war. Einige der darin vorgeschlagenen Ansätze konnten jedoch hinsichtlich der Übertragbarkeit auf hiesige Verhältnisse geprüft werden. Für die Erfassung des Kollisionsrisikos lagen vornehmlich aus Schottland eine Reihe von Arbeiten vor, die für die Erarbeitung der methodischen Grundlagen für dieses Projekt von Bedeutung waren (Madders & Whitfield 2006, Band et al. 2007). Bezüglich der Durchführung von Minderungsmaßnahmen wurden bereits zu Projektbeginn in Norwegen erste Arbeiten über die Vermeidung von Kollisionen von Seeadlern durchgeführt (Bevanger et al. 2009).

Für die telemetrischen Untersuchungen der Greifvögel standen zu Beginn der Untersuchungen für Wiesenweihen und Rotmilane die bereits in zahlreichen Studien bewährten Peilsender zur Verfügung, die von mobilen Bodenstationen geortet werden konnten. Für die zweite Projektphase konnten GPS-gestützte Satellitensender verwendet werden, die regelmäßig Standorte an einen Satelliten übermitteln, von dem aus die Daten in bestimmten Intervallen abgerufen werden konnten.

1 Problemstellung und Ziele des Projekts

1.2 Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens war es, die Ursachen für die im Vergleich zu anderen Arten hohen Kollisionsraten von Greifvögeln zu untersuchen und weitere Konflikte zwischen Greifvögeln und dem Ausbau der Windenergienutzung zu analysieren, ihre Bedeutung für den Erhalt der gefährdeten Arten zu bewerten und Lösungen für Konfliktminderungen und -vermeidungen zu entwickeln.

Die Ergebnisse sollten in einer Handlungsanweisung für die Planung von Windkraftanlagen in Brutgebieten empfindlicher Greifvogelarten dargelegt werden. Es sollten konkrete Vorschläge erstellt werden, wie durch Veränderungen des Umfelds der Anlagen, durch Markierung der Anlagen bzw. durch Wahl der Anlagenstandorte Kollisionsrisiken verringert werden können. Durch Feldversuche sollte die Wirkungsweise dieser Vorschläge überprüft werden.

Dazu war es notwendig, das Gefährdungsrisiko von Greifvögeln durch Verhaltensuntersuchungen im Bereich bestehender Windparks zu ermitteln. Es sollten Jagdverhalten, Flughöhe und Ausweichbewegungen von drei relevanten Arten untersucht werden, wobei auch telemetrische Methoden eingesetzt wurden. Ein wichtiger Aspekt soll dabei die Frage sein, ob durch größere Anlagen und zunehmende Nabenhöhe eine Veränderung des Gefährdungsrisikos erfolgt. Die Untersuchungen fanden vor allem an den Arten Rotmilan, Seeadler und Wiesenweihe statt. Die Arten wurden ausgewählt, weil Rotmilan und Seeadler im Vergleich zur Höhe ihrer Bestände zu den häufigen Kollisionsopfern gezählt werden können. Die Wiesenweihe wurde als weitere relevante und europaweit hoch gefährdete Art für die Untersuchung vorgeschlagen, weil sie oftmals als sehr empfindlich gegenüber Windkraftanlagen eingestuft wurde und zugleich das Brut- und Nahrungshabitat der Wiesenweihe – großräumige und offene Agrarlandschaften – für die Windkraftnutzung besonders geeignet war. In einigen Bereichen, wie dem Nordwesten Schleswig-Holsteins und der Hellwegbörde in Nordrhein-Westfalen, befanden sich in den Hauptverbreitungsgebieten der Wiesenweihe auch zahlreiche Windparks.

Detaillierte Fragestellungen zu den einzelnen Arten finden sich im nächsten Kapitel.

1.3 Berichtsstruktur

In diesem Bericht werden zunächst im nächsten Kapitel die Projektstruktur und das grundsätzliche methodische Vorgehen erläutert. Die Ergebnisse finden sich dann in den Kapiteln 3 bis 7. Zunächst werden die drei im Fokus stehenden Arten Rotmilan (Kap. 3), Wiesenweihe (Kap. 4) und Seeadler (Kap. 5) behandelt. Danach folgen spezielle Untersuchungen zur Risikoabschätzung auf Grundlage des Fundregisters der Vogelschutzbehörde Brandenburg (Kap. 6.1) und spezieller Untersuchungen an Gittermasten (Kap. 6.2). Schließlich werden die Daten von Rotmilan und Wiesenweihe anhand des Band-Modells analysiert (Kap. 6.3). In Kap. 7 wird anhand der vom Programm „Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten“ zur Verfügung gestellten Daten (bis einschl. 2006) untersucht, ob ein Einfluss der Windkraft auf die Populationsentwicklung feststellbar ist. Der besseren Lesbarkeit halber ist jedes Ergebniskapitel wie eine eigenständige Publikation aufgebaut. In Kap. 8 werden schließlich die wichtigsten Erkenntnisse der Studie zu einem Fazit zusammengefasst. Speziellere Informationen sind in dem Anhang zur Studie dargelegt. Eine Kurzfassung der Studie und demnächst eine

1 Problemstellung und Ziele des Projekts

englische Übersetzung dieser Kurzfassung steht wie dieser Bericht und der Anhang zum Bericht auf der Projekthomepage <http://www.windkraft-und-greifvoegel.de> zum Download zur Verfügung. Dort sind auch weitere Dokumentationen, unter anderem über frühere Workshops bzw. Tagungen im Rahmen des Projekts zu finden.

1.4 Literatur

- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (eds): Birds and Wind Power. Lynx Edicions, Barcelona.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E. L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F. E., Hoel, P. L., Johnsen, L., Kvaløy, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H. C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2009): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Progress Report 2009. NINA Report 505. 70 pp.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2004): Themenpapier Windenergie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Art 2122, März 2004.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2010): Umweltbericht 2010. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2011): Energie für Deutschland - Eckpunktepapier der Bundesregierung. <http://www.bmu.de/energiewende/doc/47465.php>, Download 30.6.2011.
- Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. (2006): Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148, Supplenum 1: 29-42.
- Dürr, T. (Bearb., 2013): Vogelverluste an WKA in Deutschland und Fledermausverluste weltweit. Summe der Funde seit 1989. Stand 7.3. 2013. Daten aus dem Archiv der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, schriftliche Mitteilung (siehe auch <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.321381.de>).
- Hötcker, H., Thomsen, K.-M. & Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse - Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. 1-80. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz, Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. Berichte zum Vogelschutz 44: 151-153.
- Madders, M. & Whitfield, D. P. (2006): Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. Ibis 148, Supplementum 1: 43-56.
- Martin, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153: 239–254.
- Niedersächsischen Landkreistag (2006): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 1/2006: 16-37.

1 Problemstellung und Ziele des Projekts

Orloff, S. & Flannery, A. (1992): Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resources areas 1989-1991. California Energy Commission, Bio-Systems Analysis, Tiburon, California.

Smallwood, K. S. & Thelander, C. G. (2004): Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Ressource Area. 1-363. Final report by BioResource Consultants to the California Energy Commission.

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

Hermann Hötker

Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Hermann.Hoetker@NABU.de

2.1 Projektstruktur

Das Projekt fand in den fünf Bundesländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit von sechs Institutionen statt, die jeweils über langjährige Erfahrung in der Greifvogelforschung sowie mit ökologischen Auswirkungen von Windkraftanlagen verfügten.

Teilnehmende Institutionen

- Michael-Otto-Institut im NABU (www.bergenhusen.nabu.de), Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen (Projektleitung)
- BioConsult SH GmbH & Co. KG, (www.biocosult-sh.de), Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum
- Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (www.izw-berlin.de), Alfred-Kowalke-Str. 17, 10315 Berlin
- ÖKOTOP GbR (www.oekotop-halle.de), Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle (Saale)
- Förderverein für Ökologie und Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten e.V., (www.greifvogelmonitoring.de), Buchenweg 14, 06132 Halle (Saale)
- Staatliche Vogelschutzwarte Brandenburg im Landesumweltamt Brandenburg, Buckower Dorfstr. 34, D-14715 Nennhausen-Buckow
- Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V., (www.abu-naturschutz.de), Teichstraße 19, D-59505 Bad Sassendorf-Lohne

Drei der Institutionen stellten insgesamt drei aufeinander abgestimmte Anträge an das BMU (NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V. - Michael-Otto-Institut (Koordinator); BioConsult SH; Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung). Die Form der Zusammenarbeit ist in Abb. 2-1 verdeutlicht. Das Projekt wurde in mehrere Teilprojekte gegliedert, die jeweils von einem oder mehreren Projektpartnern bearbeitet wurden (Abb. 2-1). Die Teilprojekte besaßen zum Teil unterschiedliche Laufzeiten (siehe unten).

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

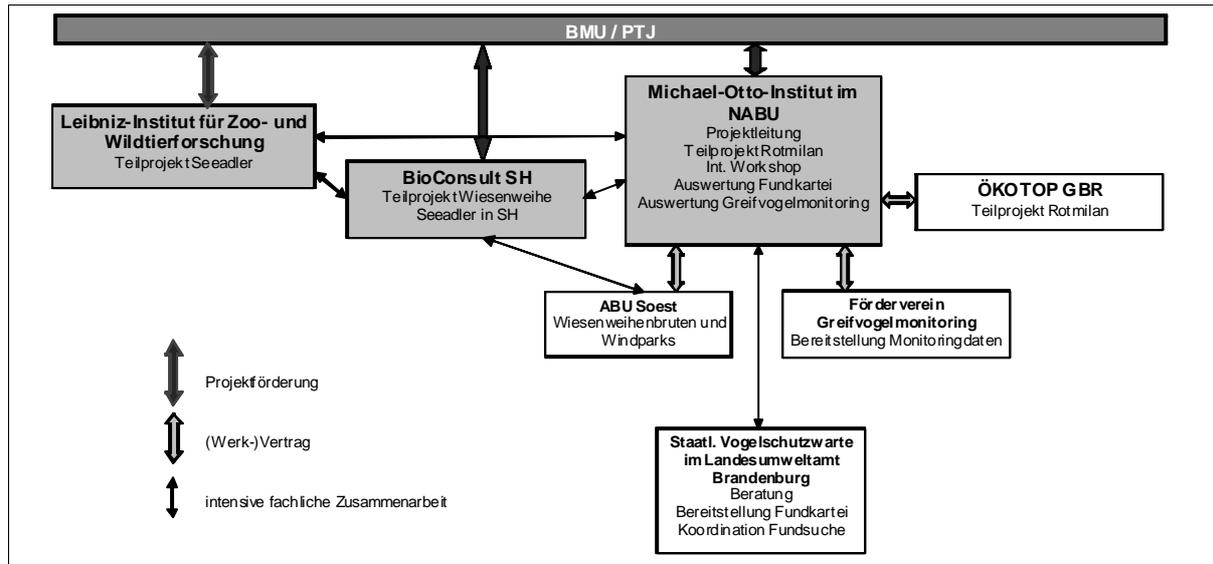


Abb. 2-1: Zusammenwirken der Projektpartner im Projekt „Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge“.

Nach dem Ablauf der ersten Projektphase wurden einige Teilprojekte bis zum 31.12.2010 verlängert.

Das Projekt wurde während seiner gesamten Laufzeit von einer projektbegleitenden Arbeitsgruppe begleitet, der folgende Personen angehörten (zum Teil in unterschiedlichen Zeiträumen):

Frau Hofmann, Frau Radecke Herr Heider, Herr Verfuß	Projektträger Jülich (PTJ)
Herr Igel	Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Frau Findeisen	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Wetzig, Frau Lepinski	Bundesverband Windenergie (BWE)
Herr Ratzbor	Schmal & Ratzbor
Herr Schlüter	Enerplan
Herr Boris de Wolf	Enercon
Herr Jaehne	Bundesarbeitsgemeinschaft staatl. Vogelschutzwarten

Die wichtigsten Grundlagen des Projekts und die erweiterten Abstracts der Vorträge von Projektveranstaltungen wurden auf der Homepage des Projektes im Internet dokumentiert: <http://bergenhusen.nabu.de/forschung/greifvoegel/>

Neben der Datenerhebung und –auswertung wurden zwei größere Veranstaltungen während der Projektlaufzeit vorgesehen. Die erste, ein internationaler Workshop am 21. und 22. Oktober 2008 in Berlin, diente vor allem dem Fachaustausch mit Kollegen aus dem In- und Ausland. Die Ergebnisse dieser Tagung sind ausführlich im Internet dokumentiert (Hötker 2009). Auf einer Abschlussveranstaltung am 8. November 2010 ebenfalls in Berlin wurden die wichtigsten vorläufigen Projektergebnisse einem Fachpublikum aus Windkraftplanern und -betreibern, Behördenvertreter, Juristen, Wissenschaftlern und Vertretern von Naturschutzor-

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

ganisationen vorgestellt. Auch für diese Veranstaltung ist eine Dokumentation im Internet vorhanden (<http://www.windkraft-und-greifvoegel.de>, siehe auch <http://bergenhusen.nabu.de/forschung/greifvoegel/berichtevortraege/>).

2.2 Methodisches Vorgehen

Für das Vorhaben war geplant, das Verhalten der Fokusarten Seeadler, Rotmilan und Wiesenweihe im Bereich bestehender Windparks zu untersuchen und das Gefährdungsrisiko zu ermitteln. Dies sollte geschehen, indem Flugwege und Flughöhen, sowie Reaktionen und Verhalten innerhalb von Windparks verfolgt und aufgezeichnet wurden. Eine lediglich auf Totfunden basierende Untersuchung hätte in einer überschaubaren Projektlaufzeit keine brauchbaren Ergebnisse liefern können, so dass eine Risikoabschätzung durch Verhaltensbeobachtungen als angebracht und zielführend erschien. Die Untersuchungen sollten dabei durch direkte Beobachtungen erfolgen, die durch den Einsatz telemetrischer Methoden unterstützt werden sollte. Mit der Telemetrie konnten mehr und qualitativ höherwertige Daten in kürzerer Zeit gewonnen werden, als durch reine Beobachtungen. Der Einsatz der Telemetrie erlaubte es, Greifvögel über einen größeren Bereich individuell zu verfolgen und die Nutzung oder Meidung von Windparks innerhalb ihrer Streifgebiete zu ermitteln. Letztendlich diente der Einsatz der Telemetrie auch der Kostenersparnis.

Zusätzlich sollten bestehende Datensätze ausgewertet werden und eine Recherche der genauen Kollisionsumstände von Rotmilanen und Seeadlern erfolgen.

Wahl der Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen sollten jeweils in Kernverbreitungsgebieten der Arten in Deutschland durchgeführt werden (Seeadler: Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern; Rotmilan: Sachsen-Anhalt; Wiesenweihe: nordwestliches Schleswig-Holstein, Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen). Im Speziellen wurden Untersuchungsgebiete wie folgt ausgewählt: Rotmilane wurden in Sachsen-Anhalt, dem Bundesland mit der bundes- und weltweit höchsten Rotmilandichte durchgeführt. Es wurden Windparks in der typischen Agrarlandschaft Sachsens ausgewählt. Die Wahl der konkreten Windparks erfolgte auch nach der Möglichkeit der Kooperation mit den Windparkbetreibern, die für die Untersuchung notwendig war. Die Parks dürften repräsentativ für das Vorkommensgebiet von Rotmilanen sein. Wiesenweihen wurden in zwei der drei Schwerpunkgebiete der Art in Deutschland untersucht, die hinsichtlich der Offenheit der Landschaft zwei Extreme der Verbreitung in Deutschland darstellen dürfte. Der relativ stark gekammerten Hellwegbörde steht die sehr offene Marschenlandschaft an der schleswig-holsteinischen Wattenmeerküste gegenüber. Die Wahl der Gebiete erfolgte auch, weil in diesen Datenreihen zur Auswertung zur Verfügung standen, deren Erhebung in anderen Gebieten sehr aufwändig gewesen wäre. Die telemetrischen Untersuchungen fanden in Schleswig-Holstein statt, da hier Aussagen erwartet werden konnten, die für die größere Zahl der Wiesenweihenvorkommen in Deutschland, insbesondere die mit Konfliktpotential hinsichtlich der Windkraft (NW Niedersachsen), repräsentativ sind. Die Wahl der Seeadlerstandorte richtete sich nach der Verfügbarkeit der Arbeitsmöglichkeiten und Daten. Brutvögel der Art waren vor den hier durchgeführten Untersuchungen noch nicht telemetrisch hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Windkraftanlagen untersucht worden.

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

Höhen- und Gefahrenbereiche

Im Bericht werden an unterschiedlichen Stellen unterschiedliche Höhen- und Gefahrenbereiche verwendet. Bezüglich der Höhenbereiche ergeben sich die Unterschiede im Wesentlichen dadurch, dass die Untersuchungen zu den einzelnen Arten an verschiedenen Anlagentypen durchgeführt wurden, die sich hinsichtlich ihrer Rotorabmessungen voneinander unterscheiden. So weisen die an der Nordseeküste aufgestellten Anlagen generell niedrigere Nabenhöhen auf als die im Binnenland aufgestellten.

Unterschiedliche Definitionen von Nah- und Gefahrenbereichen ergeben sich ebenfalls aus den unterschiedlichen Abmessungen der WKA und sind darüber hinaus methodisch bedingt. Je nach angewandeter Erfassungsmethodik und je nach Standort der Untersucher im Verhältnis zur WKA waren unterschiedliche Entfernungsabstufungen sinnvoll.

Teilprojekt Rotmilan (2007 – 2010)

Die Studien an Rotmilanen verfolgten drei Ziele. Erstens sollte geklärt werden, ob zur Brutzeit Rotmilane Meidungsverhalten zu Windparks zeigen, oder ob sie vielleicht aufgrund spezieller Strukturen in den Windparks (attraktive Nahrungsflächen durch Brachen an den Mastfüßen) diese sogar gezielt aufsuchen. Zweitens sollten Methoden zur Vergrämung von Rotmilanen an Windkraftanlagen überprüft werden. Dazu sollten an einigen Anlagen die Bereiche um den Mastfuß mit Folien oder Schotter abgedeckt werden, damit dort keine Nager leben können, die Rotmilane anlocken und in gefährliche Nähe der Rotoren bringen konnten. Neben den manipulierten Anlagen verblieben einige unveränderte Kontrollanlagen. Drittens sollte überprüft werden, ob es praktikabel ist, Rotmilane durch Schaffung von attraktiven Nahrungsangeboten an anderer Stelle aus den Windparks herauszuhalten.

Zwei methodische Ansätze der Datenerhebung kamen zur Anwendung: Zum einen wurden in den experimentell veränderten Windparks standardisierte Planbeobachtungen an Rotmilanen durchgeführt. Andere Greifvogelarten – insbesondere Mäusebussard und Schwarzmilan – wurden ebenfalls berücksichtigt. Ziel war es, das Verhalten der Tiere (Flughöhe, Entfernung zu WKA, Interaktionen usw.) zu dokumentieren, um daraus Schlussfolgerungen bezüglich der relativ hohen Opferzahlen ziehen zu können und die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Kollisionsverminderung zu überprüfen. Zum anderen sollten Rotmilane mit Miniatur-Peilsendern ausgestattet werden, um ihr Raumnutzungsverhalten insbesondere im Verhältnis zu Windparks bzw. Windkraftanlagen aufzuzeigen.

Brutvögel des Rotmilans wurden in Sachsen-Anhalt untersucht, da die Art hier die höchste Siedlungsdichte in Deutschland erreicht, gleichzeitig eine hohe Anzahl von WKA errichtet wurde und an einigen Stellen bereits durch das Vorhandensein von Ausgleichsmaßnahmen „Ablenkfütterungen“ etabliert worden waren.

Die Untersuchungen am Rotmilan wurden in enger Kooperation von ÖKOTOP GbR und Michael-Otto-Institut im NABU durchgeführt. Die ÖKOTOP GbR wurde durch einen Werkvertrag eingebunden.

Teilprojekt Wiesenweihen-Telemetrie (2007 – 2009)

Die Untersuchungen an Brutpaaren der Wiesenweihe im westlichen Schleswig-Holstein sollten den umfassenden Untersuchungsansatz komplettieren, indem der Lebensraum des Offenlandes ebenfalls berücksichtigt werden sollte. Die Marschen Nordfrieslands in der norddeutschen Tiefebene beherbergten einen Brutbestand der Wiesenweihe von etwa 50 Paa-

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

ren, in deren Lebensraum sich zahlreiche WKA befanden. Dieses Gebiet war daher prädestiniert, um das Konfliktpotential mit Windenergieanlagen zu untersuchen. Für Wiesenweihen waren zwei Fragestellungen für die Untersuchungen vorgesehen: 1. Das Kollisionsrisiko von Wiesenweihen an Windenergieanlagen und 2. Eine mögliche Störwirkung von Windparks und dadurch eine mögliche Verdrängung von Brutpaaren. Letztere Frage wurde in den Teilprojekten Wiesenweihen in der Hellwegbörde und Wiesenweihen in Nordfriesland untersucht (siehe unten).

Zu 1: Das Kollisionsrisiko war für Wiesenweihen aufgrund der großen Überschneidung der Brutgebiete mit der Windenergienutzung von hoher Bedeutung. Dazu wurden die Flugbewegungen dieser Art im Bereich existierender Windparks untersucht. Die Abschätzung des Kollisionsrisikos erfolgte anhand standardisierter Beobachtungen über das Verhalten der Art im Bereich der Windparks, bei denen u.a. Flugrichtung, Flughöhe, Reaktionen auf die Anlagen, Entfernung zu den Anlagen und Aufenthaltsdauer in den Windparks erfasst wurde. Der methodische Ansatz radiotelemetrischer Verfolgung mit Peilsendern war bei der Wiesenweihen wie auch beim Rotmilan möglich. Die Bedeutung der Telemetrie lag dabei darin, die Vögel auf ihren weiträumigen Jagdflügen lokalisieren und beobachten zu können. Die Wiesenweihen-Telemetrie wurde von der BioConsult SH durchgeführt.

Teilprojekt Seeadler (2007 – 2010)

Ziel der Untersuchungen war es, zu ermitteln, welche Windkraftanlagen in der Umgebung von Seeadlerhorsten besondere Risiken für die Adler bergen, und welche Anlagen weniger problematisch sind.

Es wurden Sichtbeobachtungen, die durch telemetrische Methoden unterstützt wurden, durchgeführt. Die Beobachtungen sollten vor allem die Flugwege der Adler und die Einbeziehung der Windparks in ihren Aktionsraum erfassen. Die Größe des Seeadlers ermöglichte es, zur Ermittlung räumlicher und zeitlicher Aktivitätsmuster räumlich hoch auflösende GPS-Sender bzw. GPS-Datenlogger einzusetzen, mit denen die Flugbewegungen über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet werden können. Die gespeicherten Koordinaten konnten über GSM (Mobilfunk) übertragen oder über ein UHF-Signal heruntergeladen werden. Die Sender und Datenlogger übertragen gleichzeitig Signale im VHF Bereich, so dass sie mit einer Antenne und einem tragbaren Empfänger angepeilt und verfolgt werden können. Dies ermöglicht die individuelle Erkennung und Verfolgung der Aktivitäten von einzelnen Adlern.

Um die Auswirkungen von WKA auf lokale Brutpaare und deren Bruterfolg zu ermitteln, sollten Jungvögel und wenn möglich Altvögel mit GPS-Sendern ausgestattet werden. Die telemetrischen Untersuchungen der Seeadler lagen in der Verantwortung von Dr. Krone, IZW. Die Beobachtungen der besenderten Seeadler wurden von Mitarbeitern des IZW und von BioConsult SH durchgeführt.

Teilprojekte Wiesenweihe in der Hellwegbörde und in Nordfriesland (2007 – 2008)

Die mögliche Störwirkung von Windenergieanlagen stand insbesondere in Nordrhein-Westfalen im Vordergrund der Diskussion. Dieses Thema sollte für die Hellwegbörde bei Soest und das nördliche Nordfriesland durch Auswertung längerer Datenreihen über die Entwicklung der Brutbestände der Wiesenweihe im Vergleich zum Ausbau der Windenergienutzung in den betreffenden Gebieten untersucht werden. Aus beiden Gebieten lagen langfristige und exakte Datenreihen vor, die eine entsprechende GIS-basierte Analyse ermöglichten. Die Auswertung der Daten sollte für die Hellwegbörde von der ABU-Soest durchgeführt

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

werden, die auch die Brutplätze dieser Art seit 1993 kartiert hatte. Für das nördliche Nordfriesland lagen zugängliche Daten über das Artenschutzprogramm für diese Art vor, die vom Michael-Otto-Institut im NABU ausgewertet werden sollten.

Teilprojekt Todefundaanalyse (2007 – 2009)

Die Staatliche Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg führt ein Register der Todefunde von Vögeln an WKA. Im Rahmen des Teilprojektes wurden die Funde der näher untersuchten Greifvogelarten und zusätzlich weitere Großvogelarten (Reiher, Störche, Kranich, weitere Greifvögel) aufgearbeitet. Dazu zählte insbesondere eine Recherche der Fundumstände (Lebensraum, Standortbedingungen, WKA-Typ, Tageszeit, Alter des Vogels usw.) und eine Analyse der Daten.

Teilprojekt Gittermasten (2008)

Im Rahmen des Teilprojektes Todefundaanalyse waren Aussagen zu Auswirkungen von WKA-Typen auf die Mortalität von Greifvögeln zu treffen. Die zentral beim Landesumweltamt Brandenburg (Staatliche Vogelschutzwarte) geführte Fundkartei umfasste allerdings bisher noch keine Daten von WKA mit Gittermastbauweise und nur eine geringe Stichprobe von Kontrollen an WKA von mehr als 140 m Gesamthöhe. Damit wären die Aussagen aus der Gesamtkartei nur sehr begrenzt auf WKA der 2,5 bis 3-MW-Klasse übertragbar. Im Fall der Gittermastanlagen war dies gar nicht möglich. Um für solche, gegenwärtig überwiegend bereits verwendete WKA eine Abschätzung des Gefährdungspotenzials für Greifvögel zu ermöglichen, wurden 2008 gezielte Untersuchungen zur Erfassung der Mortalität in zwei Windparks (je 10 WKA) durchgeführt.

Band-Modell

Die detaillierten telemetrischen Daten und Sichtbeobachtungen von Rotmilanen und Wiesenweihen wurden mit dem sogenannten Band-Modell (Band et al. 2007) zur Simulation von Kollisionsrisiken verwendet. Auch wenn sich die absolute Höhe des Kollisionsrisikos mit dem benutzten Verfahren nicht abschätzen lässt, erlaubt es doch Vergleiche relativer Risiken.

Teilprojekt Greifvogelmonitoring (2007 – 2009)

Seit 1988 wurden auf über 500 meist größeren Probeflächen jährlich im Rahmen des Forschungsprojektes „Monitoring Greifvögel und Eulen Europas“ Daten zu Bestand und zur Reproduktion von Greifvögeln erhoben. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde recherchiert, wo in diesen Gebieten während der Laufzeit des Projekts Windkraftanlagen errichtet worden waren und ob diese die Bestandsgröße und ggf. den Reproduktionserfolg von Greifvögeln beeinflusst hatten.

2.3 Literatur

- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: De Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (eds): Birds and Wind Power. Quercus,
- Hötker, H. (2009): Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions – A brief introduction to the project and the workshop. In: Hötker, H. (eds): Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions. 7-11. Michael-Otto-Institut im NABU,

2 Projektstruktur und methodisches Vorgehen

http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsites/birds_of_prey_and_windfarms_documentation_2009.pdf,

3 Rotmilan

Kerstin Mammen^{1,2}, *Ubbo Mammen*¹, *Alexander Resetaritz*^{1, 2}

¹ÖKOTOP GbR, Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle (Saale) Kerstin.Mammen@oekotop-halle.de

²Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen

3.1 Einleitung

In Deutschland steht der Rotmilan (*Milvus milvus*) an zweiter Stelle der landesweiten Kollisionsopferstatistik (vgl. Kap. 6.1). Nur vom Mäusebussard, dessen Brutbestand in Deutschland allerdings mindestens neunmal so hoch ist wie der des Rotmilans (Mebs & Schmidt 2006), wurden mehr Kollisionsopfer an WKA gemeldet.

Der Brutbestand des Rotmilans in Deutschland ist seit 1991 rückläufig (Mammen & Stubbe 2009a, b). Der größte Rückgang fand 1991 bis 1997 statt (Mammen 2000). Hauptgrund für den Bestandsrückgang ist Nahrungsmangel, bedingt durch die Intensivierung der Landwirtschaft und die Abnahme bzw. die Verschlechterung der Erreichbarkeit von Beute/Nahrung. Für die Dichtezentren in Sachsen-Anhalt werden aktuell auch der Verlust von Nistplätzen durch den Abgang des Baumbestandes in der offenen Landschaft, eine zunehmende interspezifische Nistplatzkonkurrenz und erhöhte Prädation als Rückgangsursachen genannt (Nicolai & Mammen 2009, Nicolai et al. 2009). Vergiftungen und direkte menschliche Verfolgung auf dem Zuge und im Winterquartier dürften ebenfalls eine Rolle gespielt haben (Villafuerte et al. 1998, Berny & Gaillet 2008). Auch die Windkraftnutzung wird als Rückgangsursache genannt, jedoch von unterschiedlichen Autoren unterschiedlich gewichtet (Stubbe & Stubbe 2007, Aebischer 2009, Mammen 2009, Nicolai et al. 2009).

Zum Verhalten von Rotmilanen in Windparks gibt es Studien mit sich teilweise widersprechenden Ergebnissen (Brauneis 1999, Bergen 2001, 2002, Stübing 2001, Traxler et al. 2004). Hötker et al. (2004) fassten den Wissensstand bis zum Jahr 2004 zusammen und wiesen auf Forschungsbedarf zum Einfluss von WKA insbesondere auf Rotmilan und Seeadler hin. Untersuchungen zur Raumnutzung und zu Aktionsraumgrößen liegen unter anderem von Porstendorfer (1994, 1998), Walz (2001), Hagge et al. (2003), Resetaritz (2006), Resetaritz et al. (2006), Nachtigall (1999, 2008) und Nachtigall et al. (2003) vor, jedoch hatten diese Studien nicht das Problemfeld WKA und Rotmilan im Fokus.

Die erste systematisch auf die Fragestellung Rotmilan und Windkraft fokussierte Untersuchung wurde 2005 in der Querfurter Platte in Sachsen-Anhalt durchgeführt (Strasser 2006, Mammen et al. 2009).

In den Jahren 2007-2010 fanden im Rahmen des Projektes sowohl Verhaltensbeobachtungen von Rotmilanen in Windparks als auch telemetrische Untersuchungen zur Analyse der Raumnutzung im direkten Umfeld von Windparks brütender Rotmilane statt. Zusätzlich wurde die Wirksamkeit von Mastfußabdeckungen überprüft und es wurde registriert, wie Rotmilane zusätzliche Nahrungsquellen (gemähte Luzerneflächen, Kompostieranlage) außerhalb der Windparks nutzen. Ziel der Studie war es zu klären, warum Rotmilane so häufig mit WKA kollidieren und ob Konflikt-minimierende Maßnahmen ableitbar sind.

3.2 Methoden

3.2.1 Untersuchungsgebiete

Die im Rahmen des Projektes zum Rotmilan durchgeführten Untersuchungen erfolgten in Sachsen-Anhalt, dem Bundesland mit der bundes- und weltweit höchsten Rotmilandichte von flächendeckend ca. 11 Brutpaaren/100 km². Es wurden vier Windparks inmitten der bundeslandtypischen strukturarmen, durch Großfelderwirtschaft geprägten und intensiv genutzten Agrarlandschaft ausgewählt. Zwei Haupt-Untersuchungsgebiete (Untersuchungsgebiet (UG) Querfurt in der Ackerebene der Querfurter Platte, UG Druiberg im hügeligen Nordharzvorland), in denen intensivere Untersuchungen stattfanden, wurden jeweils mit einem Referenzgebiet gleicher landschaftlicher Charakteristik (UG Dessau bzw. UG Speckberg) ergänzt. Nach dem Auslaufen der 1. Projektphase wurde mit dem Jahr 2009 das UG Speckberg zum zweiten Haupt-Untersuchungsgebiet. Die UG Druiberg und Dessau wurden ab 2009 nicht mehr bearbeitet. Für die Telemetrie wurde ab 2010 noch ein weiterer Windpark bei Queis einbezogen (=UG Queis). Die Lage der Untersuchungsgebiete innerhalb Sachsens-Anhalts zeigt Abb. 3-1.

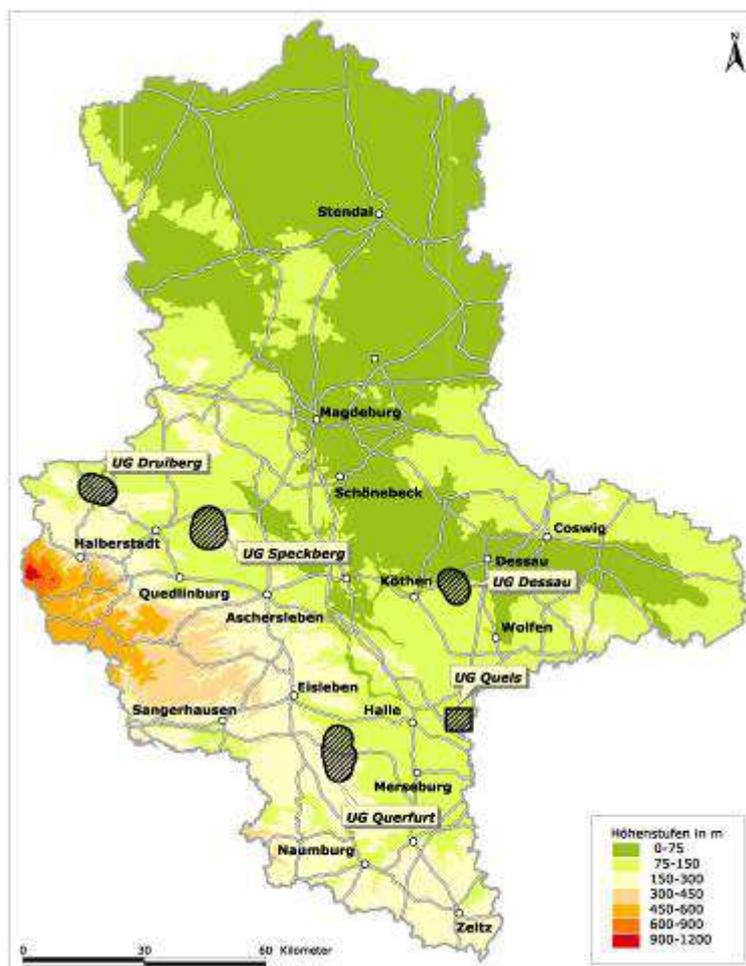


Abb. 3-1: Lage der Untersuchungsgebiete des TP Rotmilan innerhalb Sachsens-Anhalts.

3 Rotmilan

Alle Untersuchungsgebiete umfassten jeweils einen Landschaftsausschnitt im Radius von 3 km um die äußeren Anlagen des Windparks. Je nach Anzahl der WKA im Windpark betrug die Größe der UG zwischen 47,8 km² und 88,6 km². Charakteristisch für die Untersuchungsgebiete waren große Ackerschläge (typische Schlaggröße 30-70 ha), wenige dominierende Anbaukulturen (Weizen, Raps, Gerste, Rüben, Mais) und das Fehlen von größeren Waldflächen (Ausnahme UG Dessau: im Osten sind Teile der Mosigkauer Heide enthalten). Im UG Querfurt befinden sich auf aufgeförfsteten Hängen einer Tagebaukippe mittlerweile hoch gewachsene Pappelwäldchen. Inmitten der Ackerschläge sind in allen UG teils noch einzelne Feldgehölzremisen vorhanden. Ansonsten beschränken sich als Horstträger für Greifvögel relevante Gehölzstandorte auf Pflanzungen aus den 1950er bis 1980er Jahren (Pappelreihen, Windschutzstreifen), lokale Bruch- und Auwaldreste sowie die Wege säumende Reste ehemals geschlossener Obstbaumreihen.

UG Querfurt

Der größte Teil des UG (Abb. 3-2 u. 3-3) wird intensiv ackerbaulich genutzt. Es herrschen hier Löß-Schwarzerdeböden mit höchster Bonität (Ackerzahlen zwischen 82 und 97) vor (Arndt 2002), weswegen vorzugsweise Getreide und Rüben, aber auch Raps und Mais angebaut werden. Viele Schläge werden von Windschutzhecken, Pappel- oder Obstbaumreihen unterschiedlichen Alters begrenzt. Infolge der beträchtlichen Schlaggrößen (im Mittel ca. 40 ha) ist die Strukturdichte jedoch insgesamt gering. Die bedeutendsten Horststandorte für Milane stellen im Untersuchungsgebiet 50jährige Pappelreihen im Osten und Süden des UG dar, welche direkt an den Windpark angrenzen.

Im Zentrum des Untersuchungsgebietes befinden sich die Windparks (WP) Dornstedt (bestehend aus 14 Anlagen) und Obhausen/Nemsdorf (bestehend aus 20 Anlagen), die direkt aneinander grenzen. Von den insgesamt 34 Windkraftanlagen sind 30 bereits seit 2001 in Betrieb. Im Jahr 2005 wurde der Windpark Dornstedt um vier Anlagen erweitert. Alle Anlagen sind vom Typ E-66 vom Hersteller Enercon, wobei die Nabenhöhe (85 m im WP Obhausen/Nemsdorf bzw. 98 m im WP Dornstedt) und die Farbe des Mastes (weiß bzw. hellgrau) variiert. Sie bestehen aus einem dreiblättrigen Rotor mit 70 m Durchmesser und einem unten am Stamm grün abgestuften Mast aus Stahlrohrkonstruktion bzw. aus Betonringelementen (WKA 2005). Der 3 km-Radius um diese 34 WKA umfasst 61,3 km² und entsprach dem UG im Jahr 2007. Während der Erfassungssaison 2007 wurden auf der Hochkippe des Tagebaus Amsdorf (Asendorfer Kippe) weitere 13 WKA (Typ Vestas V90, 105 m Nabenhöhe, 90 m Rotordurchmesser) errichtet. Die Standorte der neu errichteten WKA wurden für die Telemetrieauswertungen (Annäherung an WKA, Flächenüberlagerungen von Homerange und Windparkflächen) für 2007 schon mit einbezogen, auch wenn sie formal außerhalb des UG lagen. Ebenso werden ja auch Telemetriedaten in jedem Fall genutzt, unabhängig ob sich der Vogel im UG oder außerhalb aufgehalten hat. Die Abgrenzung des UG als 3-km-Radius definiert das Untersuchungsgebiet für die Erfassung des Rotmilan-Brutbestandes und gibt den räumlichen Rahmen für speziellere Untersuchungen (z.B. Verhaltensbeobachtungen etc.) vor. Das UG wurde ab 2008 um den 3 km-Radius um die neuen Anlagen auf 88,6 km² erweitert. 2010 gingen weitere 16 Anlagen (Typ Fuhrländer FL-2500, 100 m Nabenhöhe) in Betrieb. Da diese WKA die Bereiche zwischen den bereits mit WKA belegten Flächen im Süden und Norden des UG auffüllten, ergab sich daraus keine weitere Veränderung der Größe des UG. Die Nord-Süd-Ausdehnung der mit WKA belegten Fläche des Windparks im UG Querfurt beträgt seit 2010 ca. 8 km.

3 Rotmilan



Abb. 3-2:WP Querfurt. Blick von Süden aus über den gesamten Windpark, die südlichsten vier WKA sind nicht im Bild (Foto: U. Mammen, 07.05.2011).

3 Rotmilan

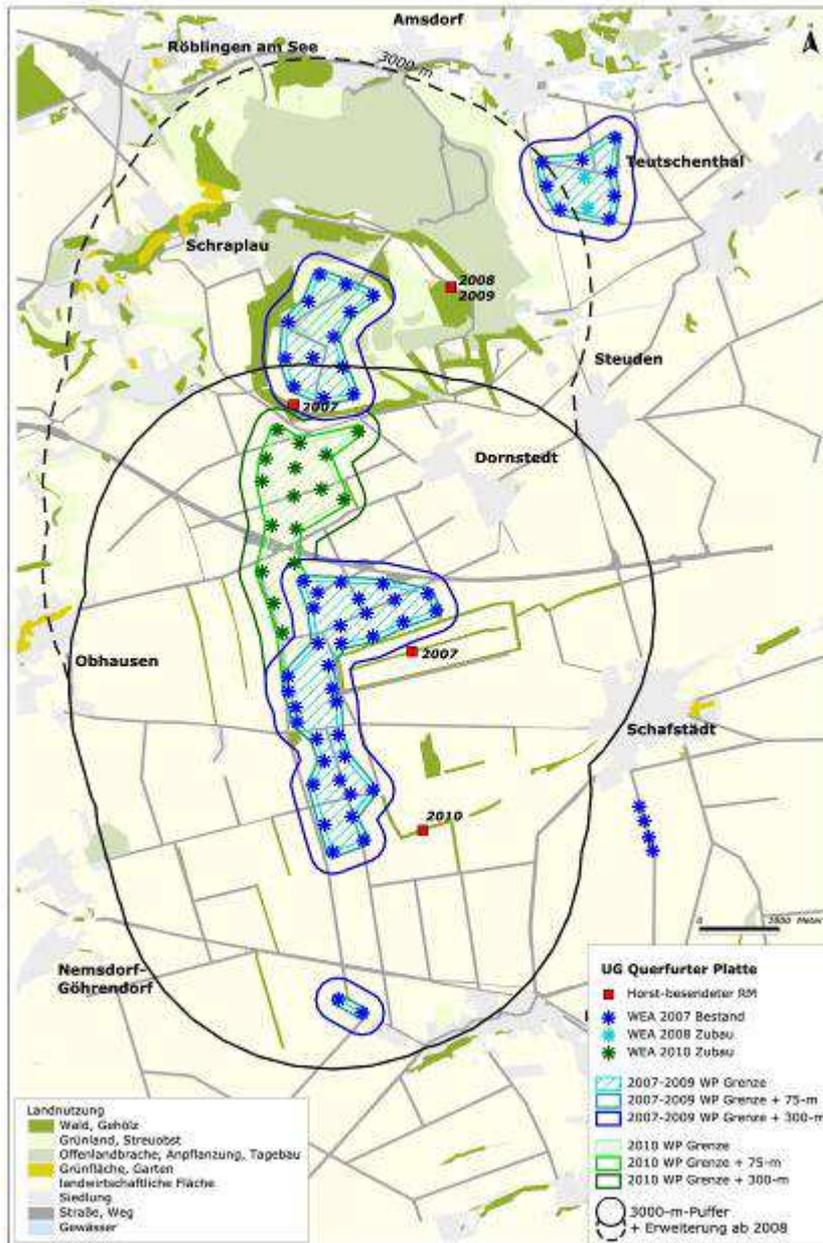


Abb. 3-3: Lage und Abgrenzung des UG Querfurt. Dargestellt sind die WKA mit 3-km-Umfeld (= UG) sowie das Windparkpolygon mit Radien +75 m und +300 m (Windparkstand- und -effektfläche).

UG Speckberg

Im Gebiet (Abb. 3-4 u. 3-5) herrschen tiefgründige Lößböden vor, vor allem Schwarzerden und Rendzinen mit Bodenwertzahlen zwischen 78 und 94 (Töpfer 1995). In der Bodeaue treten grundwasserbeeinflusste Böden auf (LAU 2000). Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebietes wird intensiv ackerbaulich genutzt. Es überwiegt der Anbau von Winterweizen, -gerste und -raps gefolgt von Hackfrüchten (Rüben, Mais, Kartoffeln). Grünland macht nur etwa 5 % der UG Fläche aus und beschränkt sich weitestgehend auf die Auenbereiche. Die Bewirtschaftung erfolgt auf großflächigen Schlägen.

Die Schläge werden teils von Baumreihen, Hecken, Wegen oder Straßen begrenzt. Die Strukturdichte im UG ist jedoch sehr gering. Lediglich die Bodeaue im Südwesten ist reich an

3 Rotmilan

Gehölzen. Inmitten des Gebietes befinden sich einige kleine Wäldchen sowie Streuobstwiesen.

Im Zentrum des Untersuchungsgebietes befinden sich 14 Windkraftanlagen. Fünf Anlagen des Typs Repower MM 82 wurden im Jahr 2006 errichtet und waren zu Beginn der Untersuchung bereits in Betrieb. Die dreiblättrigen Anlagen besitzen einen Rotordurchmesser von 82 m und eine Nabhöhe von 100 m. Der Stahlmast ist rein weiß. Bis Mitte 2007 folgten nach Norden abgesetzt zwei weitere Anlagen des Typs Enercon E-70 (2,3 MW) mit dem typisch grün abgestuften Mastansatz. Der Rotordurchmesser liegt bei 71 m, die Nabhöhe bei 98 m. 2009 wurde der Windpark im Südteil um sieben Anlagen des Typs Enercon E-82 mit einem Rotordurchmesser von 82 m und einer Nabhöhe von 98 m erweitert.



Abb. 3-4: WP Speckberg. Blick von Nordosten aus über den Südteil des Windparks mit 12 WKA, in der Bildmitte das Horstgehölz des Sendervogels Alte Dame.

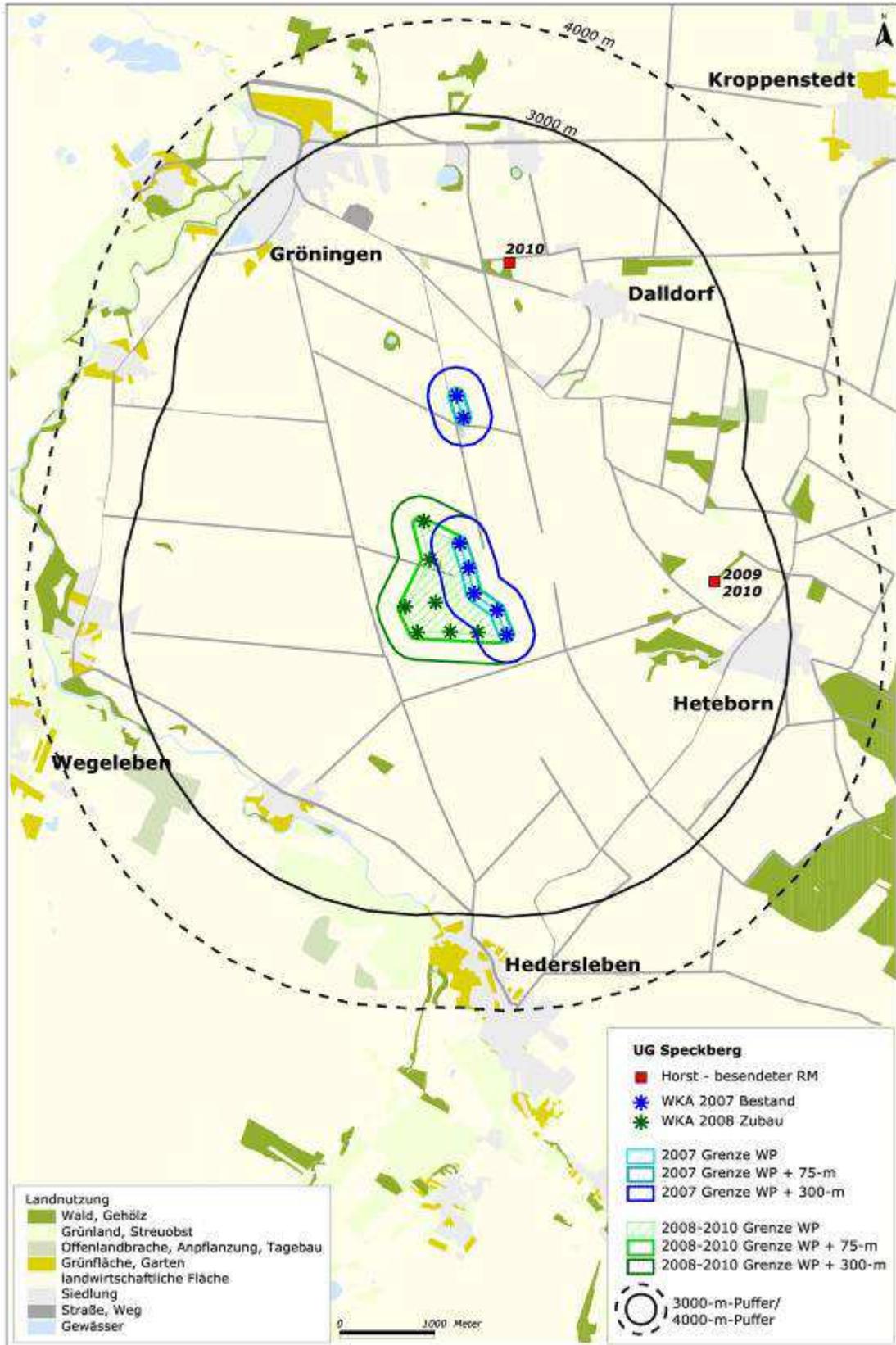


Abb. 3-5: Lage und Abgrenzung des UG Speckberg. Dargestellt sind die WKA mit 3-km-Umfeld (= UG) sowie das Windparkpolygon mit Radien +75 m und +300 m (Windparkstand- und -effektfläche).

UG Druiberg

Vorherrschende Böden im UG Druiberg (Abb. 3-6 u. 3-7) sind Berglöß über Bergton-Rendzinen bzw. Löß über Berglehm-Schwarzerden bis –Rendzinen (Regionale Planungsgesellschaft Harz 2007), weshalb das Gebiet durch eine intensive ackerbauliche Nutzung geprägt ist. Dominierende Anbaukulturen sind Wintergetreide (Winterweizen, Wintergerste, Triticale) aber auch Mais, Raps und Rüben. Inmitten des Windparks sind die Ackerflächen für regionale Verhältnisse teilweise recht klein parzelliert. Straßen und Feldwege werden teilweise von Obstbaumreihen und Hecken gesäumt. Auf dem Gelände der ehemaligen Radarstation befinden sich kleinere Gehölzflächen und auch im nordwestlichen und östlichen Bereich des Windparks kommen kleinere Feldgehölze vor. Größere gehölzbestandene Bereiche im UG sind eine Mischwaldfläche südöstlich des Windparks sowie Pappelreihenkomplexe östlich bzw. nordöstlich des Windparks.

Der Windpark besteht insgesamt aus 36 WKA. Die Errichtung der Anlagen erfolgte im Zeitraum von 1995 bis 2006. Im Osten des heutigen Windparks wurden 1995 zunächst drei Anlagen des Typ Lagerwey LW 27/250 mit einer Nennleistung von je 250 kW, einer Nabenhöhe von 40 m und Rotordurchmesser von 27 m errichtet. Ebenfalls 1995 wurden in diesem Bereich vier Anlagen des Typs Micon M 1500-600 mit einer Leistung von je 600 kW, einer Nabenhöhe von ebenfalls 40 m und einem Rotordurchmesser von 43 m erbaut. 2004 kamen westlich davon 16 Anlagen des Typs Enercon E-66 hinzu, mit einer Leistung von je 2 MW, Nabenhöhe von 114 m und Rotordurchmesser von 70 m. Weitere 12 Anlagen des Typs Enercon E-70 den gleichen Eigenschaften wie die E-66 kamen von 2004 bis 2006 hinzu. Die Rotoren wurden anders gestaltet, und der Rotordurchmesser erhöhte sich minimal. 2006 wurde außerdem die bis dahin leistungsstärkste WKA Enercon E-112 erbaut. Sie hat eine Nennleistung von 6 MW, eine Nabenhöhe von 125 m und einen Rotordurchmesser von 114 m (Radach mdl. 2007).



Abb. 3-6: WP Druiberg. Blick von Nordwesten auf den Windpark, deutlich sichtbar die Doppelreihe der WKA.

3 Rotmilan

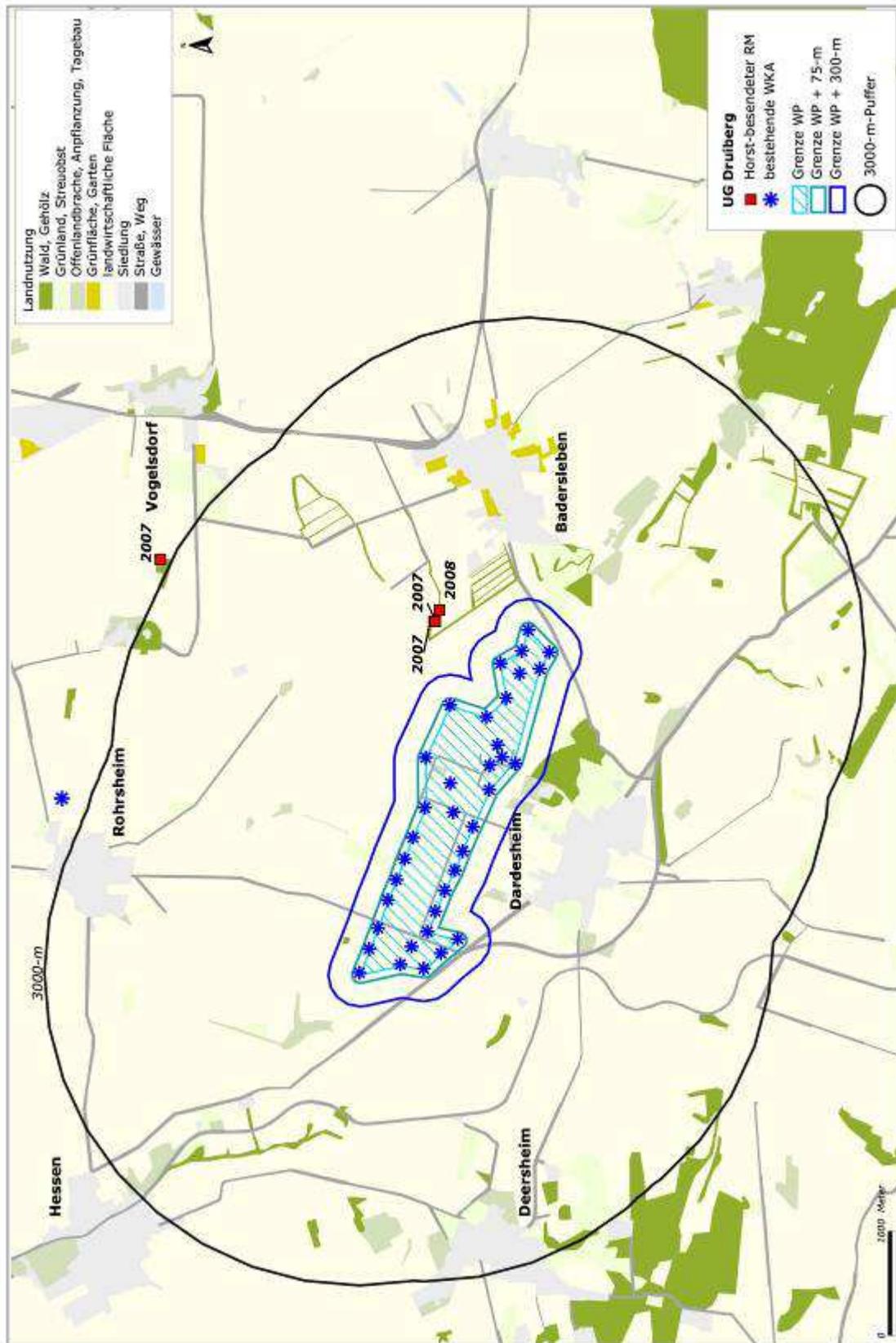


Abb. 3-7: Lage und Abgrenzung des UG Druiberg. Dargestellt sind die WKA mit 3-km-Umfeld (= UG) sowie das Windparkpolygon mit Radien +75 m und +300 m (Windparkstand- und -effektfläche).

3 Rotmilan

UG Dessau

Im UG Dessau (Abb. 3-8 u. 3-9) dominieren Löß-Schwarzerdeböden. Der Großteil des Gebietes wird daher durch intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen mit kleineren Baumgruppen und Baumreihen geprägt. Nördlich der B 185, am Rand der Mosigkauer Heide und in einem Gebiet zwischen den Ortschaften Libbesdorf und Scheuder (Quellgebiet der Ziethe), sind auch Weideland und größere Brachflächen zu finden. Den Osten des UG nimmt ein Teil des Waldgebietes Mosigkauer Heide ein. Weitere Waldflächen, zumeist vereinzelte Kiefernforste, befinden sich im nördlichen Bereich des Gebietes. Um ehemalige LPG-Standorte sind in allen Teilen des UG Pappelreihenkomplexe zu finden. Grabensysteme von Landgraben, Schindergraben und Fließgraben durchziehen den gesamten Untersuchungsraum.

Der WP Quellendorf/Libbesdorf umfasst 22 Enercon-WKA, vor allem des Typs Enercon E-66 mit einer Nabenhöhe von 98 m und einem Rotordurchmesser von 66 m. Die meisten Anlagen wurden 2005/2006 erbaut.



Abb. 3-8: Blick in den Windpark Dessau.

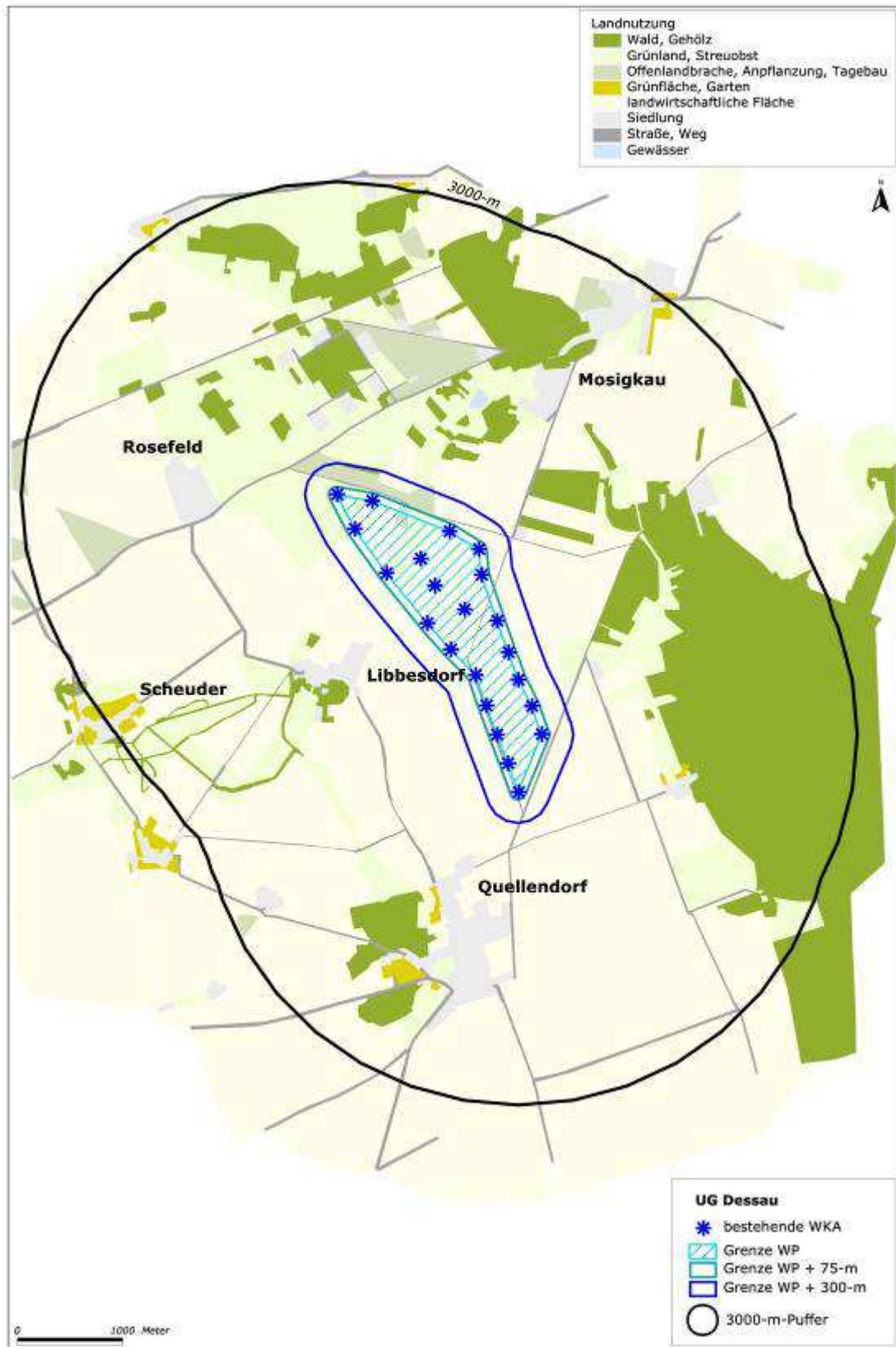


Abb. 3-9: Lage und Abgrenzung des UG Dessau. Dargestellt sind die WKA mit 3-km-Umfeld (= UG) sowie das Windparkpolygon mit Radien +75 m und +300 m (Windparkstand- und -effektfläche).

3 Rotmilan

UG Queis

Naturräumlich ist das UG Queis (Abb. 3-10 u. 3-11) dem Halleschen Ackerland zuzuordnen, welches von Lößsubstraten bestimmt wird, aber an der Grenze zu den Sandlöß-Gebieten liegt (Lau 2000). Das Gebiet wird zum großen Teil intensiv ackerbaulich genutzt. Brachflächen und Wiesen bzw. Weiden machen nur einen geringen Anteil der Fläche aus. Strukturelemente wie Baum- oder Heckenreihen und Feldgehölze sind rar. Durch die Osthälfte des UG fließt der mit Pappeln gesäumte Strengbach. Auch einige weitere als Horststandorte geeignete Pappelreihen, vor allem im Süden des UG, sind vorhanden. Größere zusammenhängende Gehölzbereiche oder Waldgebiete fehlen völlig. Das Bodenrelief ist mit einem Niveau von 106 bis 115 m über NN durchgehend sehr flach.

Der Windpark besteht aus 17 WKA, darunter 14 Anlagen der Firma Enercon, Typ E-66 mit einer Nabhöhe von 65 m und einem Rotordurchmesser von 70 m, sowie 3 Anlagen des Typs Vestas. 16 WKA gingen 2003 in Betrieb, eine Anlage folgte 2006.



Abb. 3-10: WP Queis. Blick von Süden aus in den Windpark, rechts die drei WKA vom Typ Vestas.

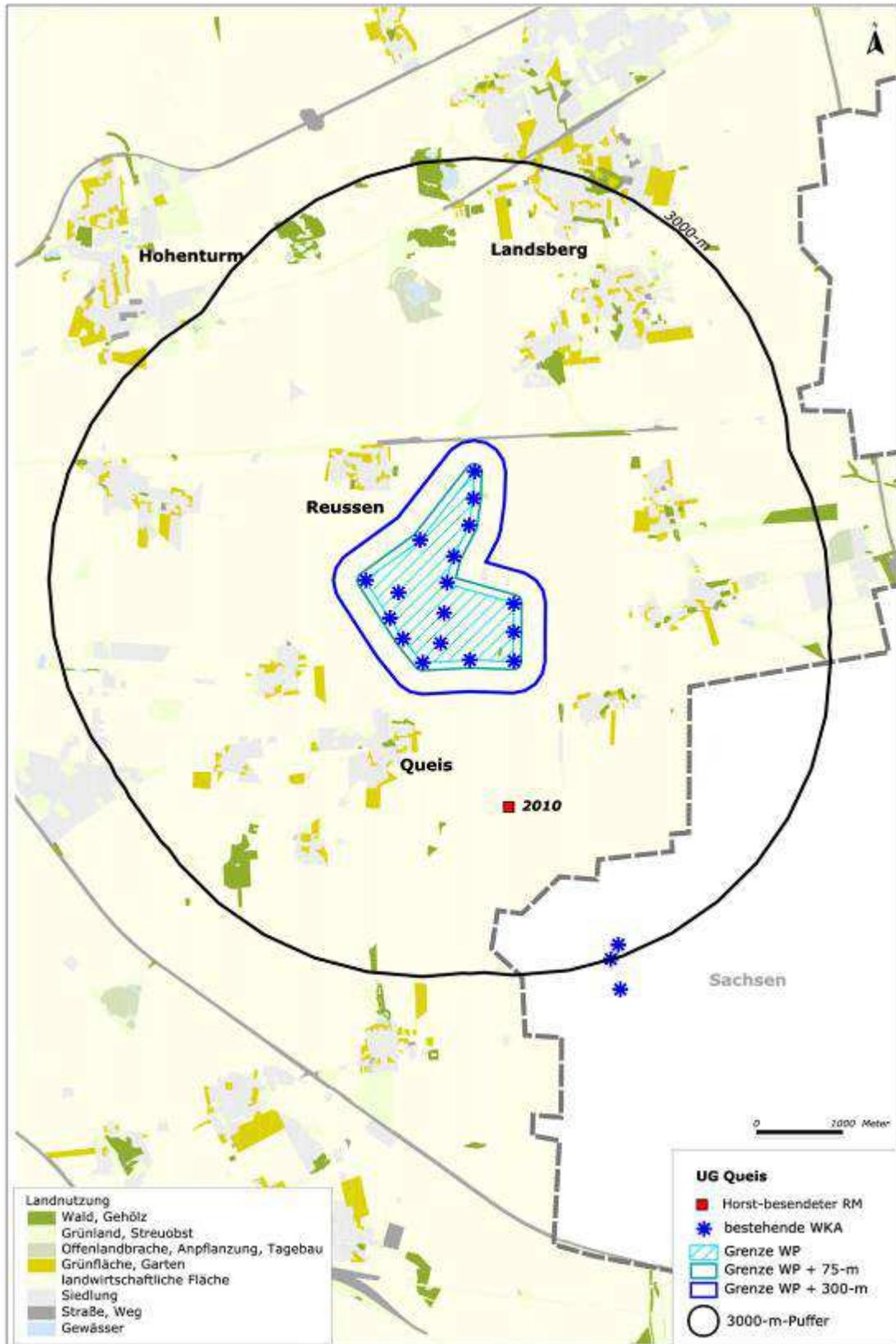


Abb. 3-11: Lage und Abgrenzung des UG Queis. Dargestellt sind die WKA mit 3-km-Umfeld (= UG) sowie das Wind-parkpolygon mit Radien +75 m und +300 m (Windparkstand- und -effektfläche).

3.2.2 Erfassung des Greifvogelbestandes und der Reproduktionswerte

Grundlage der Greifvogelbestandserfassung war die Horstkartierung. Vor der Belaubung (März bis Anfang April) wurden die Gehölzstrukturen der UG jährlich systematisch nach Horsten mit Eignung für mittelgroße Greifvögel abgesucht. Die Horststandorte wurden in topografische Karten eingetragen bzw. mittels GPS erfasst. Ende April bis Anfang Mai wurden alle Horste auf ihren Besatz kontrolliert, wobei besonders auf zwischenzeitlich neu erbaute Horste geachtet wurde.

Offenbar nicht besetzte Horste, bei denen sich Anzeichen auf eine mögliche Nutzung von Greifvögeln fanden, wie z.B. frisches Laub auf dem Horst, über den Horst kreisende Altvögel, frische Mauserfeder oder Bekalkung, wurden mehrmals aufgesucht und nachkontrolliert. Als „besetzt“ wurden nur solche Horste gewertet, bei denen direkt am Horst ein Altvogel oder zu einem späteren Zeitpunkt mindestens ein Jungvogel beobachtet wurde.

Ende Mai bis Mitte Juni wurden alle besetzten Horste zur Ermittlung des Bruterfolges erneut kontrolliert. Horste mit erfolgreicher Brut wurden je nach Verfügbarkeit ausgebildeter Baumsteiger (aus anderen Greifvogel-Erfassungen) auch bestiegen. Dabei wurde die genaue Anzahl der Jungvögel ermittelt und die Jungvögel wurden beringt. Bei nicht besteigbaren Horsten bzw. bei fehlender Verfügbarkeit eines Baumsteigers wurden Ende Juni bis Anfang Juli die Ästlinge gezählt, um den Reproduktionserfolg zu dokumentieren. Da hierbei einzelne Jungvögel übersehen werden können, stellen diese Angaben Mindestwerte dar.

3.2.3 Telemetrie der Rotmilane

3.2.3.1 Anzahl und Herkunft der besenderten Rotmilane

Die Telemetrieuntersuchungen beschränkten sich 2007 und 2008 auf die beiden Haupt-Untersuchungsgebiete Querfurter Platte und Druiberg, ab 2009 auf die Untersuchungsgebiete Querfurter Platte und Speckberg. 2010 standen erstmals die wenig personalintensiven Satelliten-Sender zur Verfügung, so dass auch außerhalb der bisherigen Untersuchungsgebiete besendert werden konnte. Dies war auch insofern unumgänglich, als 2010 der Erfolg beim Fang zu besendender Rotmilane extrem gering war. Es wurde daher ein adultes Weibchen am Windpark Queis östlich von Halle gefangen und besendert. Das Gebiet war großräumig bereits seit vielen Jahren ehrenamtlich im Hinblick auf Greifvögel untersucht worden. Insgesamt wurden von 2007 bis 2010 sieben adulte Rotmilane mit VHF-Telemetrie-Sendern (VHF TW3-single celled tag von Biotrack Ltd. [Wareham, Dorset, UK], Gewicht 22 g) und im Jahr 2010 weitere drei adulte Rotmilane mit ARGOS-GPS-Sendern ausgestattet (Argos/GPS Solar-PTTs von Microwave Telemetry Inc. [Columbia, USA], Gewicht 22 g) (Tab. 3-1). Alle Telemetriesender wurden als Rucksack mittels eines über dem Bauch kreuzenden Geschirrs aus Teflonband angebracht. Die Vögel erhielten außerdem neben einem Ring der Vogelwarte Hiddensee auch weiße Flügelmarken mit schwarzen Ziffern (Stubbe et al. 2006) Alle Sendervögel brüteten im Umfeld der untersuchten Windparks.

3 Rotmilan

Tab. 3-1: Übersicht der 2007-2010 im Rahmen des Projektes besenderten Rotmilane.

Vogel	Untersuchungsgebiet	gefangen am	Senderart/Frequenz	Ring-Nummer Flügelmarken-Nummer (schwarz auf weiß)	Telemetrie-Jahre
Barbarossa	UG Druiberg	01.06.2007	VHF 150.592 Hz	EA 136086 Flügelmarke: 274	2007 2008
Arthur	UG Querfurt	02.06.2007	VHF 150.573 Hz	EA 136088 Flügelmarke 276	2007
Ramona	UG Querfurt	03.06.2007	VHF 150.553 Hz	EA 136090 Flügelmarke: 278	2007 2008
Karl	UG Druiberg	11.06.2007	VHF 150.634 Hz	EA 136094 Flügelmarke: 282	2007
Barbara	UG Druiberg	15.06.2007	VHF 150.614 Hz	EA 136098 Flügelmarke: 286	2007
Gishild	UG Querfurt	05.06.2008	VHF 150.695 Hz	EA 143891 Flügelmarke: 288	2008 2009
Alte Dame	UG Speckberg	10.06.2009	VHF 150.063 Hz	EA 012136 Flügelmarke: 437	2009 2010
Lui	UG Speckberg	03.06.2010	GPS-Satelliten-Sender	EA 176801 Flügelmarke: 501	2010 ff.
Erik	UG Querfurt	06.06.2010	GPS-Satelliten-Sender	EA 176802 Flügelmarke: 502	2010 ff.
Svenja	UG Queis	17.06.2010	GPS-Satelliten-Sender	EA 176859 Flügelmarke: 503	2010 ff.

3.2.3.2 Langzeitlemetrie mittels VHF- und ARGOS-GPS-Sendern

3.2.3.2.1 Datenerfassung

Die VHF-Sender sendeten ein Intervallsignal im 150 MHz-Band und wurden mit Funkempfänger und Peilantenne (YAESU VR 500 mit HB9CV-Aktivantenne der Fa. Wagner [Köln]; bzw. Sika-Receiver der Fa. Biotrack Ltd. [Wareham, Dorset, UK] und 3-Element-YAGI-Antenne von Lintec) von Hand geortet. Die Lokalisation der VHF-Sendervögel erfolgte in der Regel durch Ortung bis zum Sichtkontakt, was die Positionsabschätzung mit einer Abweichung von max. ± 15 m (Vogel > 300 m entfernt bzw. fliegend), meist aber ± 10 m (wenn sitzend), ermöglicht. An Tagen mit sehr großer Mobilität der Vögel wurden vereinzelt auch Kreuzpeilungen ohne Sichtkontakt durchgeführt, bis der Vogel wieder aufgefunden wurde. Die Telemetrie wurde ab der Besenderung bis zum Abzug ins Winterquartier durchgeführt. Es wurde kein festes Zeitschema der Ortungen verfolgt, so dass mehrere Ortungen pro Tag ebenso wie Pausen von mehreren Tagen vorkamen. Gewährleistet wurde, dass die tägliche Aktivitätsperiode der Rotmilane repräsentativ mit Ortungen vertreten war (Tab. 3-2). Die Anzahl der VHF-Telemetrietage pro Vogel und Jahr ist ebenfalls in Tab. 3-2 ersichtlich. Für die Ermittlung von Homeranges und Distanzverteilungen wurden nur Datensätze genutzt, für die je Saison (Brutzeit bzw. Nachbrutzeit) Daten von mindestens 12 Telemetrietagen vorlagen (Ausnahme: Alte Dame 2009 mit geringerem Datenumfang ausgewertet, da sich die HR-Größe im Folgejahr mit größerem Datenumfang genauso darstellte). Eine überdimensionierte Häufung von Ortungen an einzelnen Tagen wurde bereits bei der Datenerhebung vermieden. Daher wurde auch aus den Tagen ständigen Kontakts zum Sendervogel (Tagestracking, Auswertung siehe Kap. 3.3.2.2) pro Tag nur fünf zufällig ausgewählte Ortungen in den Datenpool der Langzeitlemetrie integriert. Beim Sichtkontakt wurde das Verhalten des

3 Rotmilan

Sendervogels, die Habitatbeschaffenheit, Ereignisse (Mahd, Pflügen etc.) und die Anwesenheit anderer Rotmilane notiert. Bestand kein Sichtkontakt, wurde anhand des Sendersignals zumindest erfasst, ob der Vogel sich bewegte oder nicht. Zwischen den einzelnen Lokalisationen wurde ein Mindestzeitabstand von 15, meist sogar von 30 Minuten eingehalten. Da zeitlich aufeinander folgende Aufenthaltsorte eines Vogels jeweils voneinander abhängig sind, wird mit einem Pausenintervall, das dem Vogel theoretisch die Möglichkeit gibt, seinen Aktionsraum vollständig zu durchqueren, eine zumindest theoretisch freie Ortswahl bis zur nächsten Ortung ermöglicht (Kenward 2001). Die Unterschätzung von Aktionsräumen und Kernbereichen durch eine autokorrelierte Anhäufung von Lokalisationen wird damit weitgehend vermieden. Nach dem Abzug der Rotmilane aus den Brutgebieten wurde der Großraum um die im Sommer und Herbst beflogenen Homeranges sowie alle bekannten Schlafplätze nach den Sendertieren abgesucht. Fortlaufende wöchentliche Telemetrikontrollen ab Februar des Folgejahres erfolgten bis zur Wiederkehr (bzw. dem definitiven Ausbleiben) der Rotmilane ins Brutgebiet und der Wiederaufnahme der regulären Telemetrieuntersuchungen. Die erwartete Lebensdauer der Sender lag batteriebedingt bei 12 bis 24 Monaten. Praktisch konnten alle zurückgekehrten adulten Sendervögel (insgesamt vier) sowohl im Jahr der Besenderung als auch in der darauf folgenden Saison bis zum Herbst telemetriert werden. Drei der Sendervögel (alle aus dem Jahr 2007) kehrten nach der Überwinterung nicht ins Brutgebiet zurück. Nur in einem Fall konnte das weitere Schicksal geklärt werden (Tod im Überwinterungsgebiet), jedoch wird für die beiden anderen Vögel ebenfalls Tod auf dem Zug bzw. im Überwinterungsgebiet vermutet.

Die ARGOS-GPS-Sender (ARGOS PTT) verfügten über Solarzellen und waren damit nicht von einer begrenzten Batterielebensdauer abhängig. Sie sendeten einerseits ein Satellitensignal, das in den üblichen Genauigkeitsklassen zwischen LC1 (100 m) und LCB (Genauigkeit unbekannt) vorlag und auch bei weniger guten Lichtbedingungen ausgesendet wurde. Bei guten Wetterbedingungen sendeten die Sender außerdem viermal am Tag ein GPS-Signal, dessen Genauigkeit laut Angaben des Herstellers bei ± 15 m liegt. Im Sommerhalbjahr wurde für die Erfassung von GPS-Positionen eine Taktung von 09:00, 11:00, 14:00 und 17:00 Uhr gewählt und während der Wintermonate von 10:00, 13:00, 15:00 und 18:00 Uhr. Die 17:00 bzw. 18:00 Uhr Ortung zeigt in den meisten Fällen die Schlafplatzposition des Rotmilans an. Je nach den Lichtverhältnissen (und damit dem Ladezustand) konnten nicht immer zu allen Taktzeiten GPS-Ortungen realisiert werden. Insgesamt standen zur Auswertung je Vogel und Jahr Lokalisationen von 90-128 Telemetrietagen (Tage, für die GPS-Ortungen übermittelt wurden) zur Verfügung, wobei je Tag 1-4 Ortungen vorlagen (Tab. 3-2).

Für alle nachfolgend dargestellten Telemetrie-Auswertungen wurden ausschließlich die VHF- und die GPS-Ortungen verwendet, die eine vergleichbare Positionsgenauigkeit aufweisen. Die Ortungen über das ARGOS-Signal dienten zum Feststellen des Verbleibs (bzw. zum Ausschluss des Todes) der Rotmilane, wenn kein GPS-Signal ausgesendet wurde, d.h. in Schlechtwetterphasen und während der Zugzeit.

3 Rotmilan

Tab. 3-2: Umfang der für die Langzeitlemetrie ausgewerteten mit VHF- und GPS-Sendern gewonnenen Daten 2007-2010.

Vogel	Sex	Jahr	Methode	Brutzeitphase	Telemetrie-Tage	Anzahl Ortungen																		
						ges.	je Tag [min]	je Tag [max]	< 8:00	8:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00	18:00-20:00	> 20:00								
Barbarossa	m	2007	VHF	bz	27	199	2	15	8	12	29	27	35	23	35	30								
Barbarossa	m	2007	VHF	nbz	38	186	1	14	5	17	35	22	25	31	31	19								
Barbarossa	m	2008	VHF	bz	45	197	1	11	8	34	24	32	26	34	27	12								
Barbarossa	m	2008	VHF	nbz	22	89	1	11	4	11	11	18	10	20	11	3								
Arthur	m	2007	VHF	bz	14	56	1	8	0	5	11	5	11	12	7	5								
Arthur	m	2007	VHF	nbz	31	138	1	28	0	9	13	25	35	44	10	0								
Ramona	w	2007	VHF	bz	12	64	1	26	0	0	11	12	14	16	9	2								
Ramona	w	2007	VHF	nbz	21	110	1	23	1	15	10	5	21	37	20	1								
Ramona	w	2008	VHF	bz	9	42	1	10	0	3	3	2	13	19	2	0								
Ramona	w	2008	VHF	nbz	3	5	1	2	0	0	0	2	0	0	3	0								
Karl	m	2007	VHF	bz	23	153	1	23	1	13	24	31	35	21	14	14								
Karl	m	2007	VHF	nbz	31	144	1	13	2	11	22	29	15	24	23	18								
Barbara	w	2007	VHF	bz	19	169	2	19	0	9	28	23	38	35	21	15								
Barbara	w	2007	VHF	nbz	45	229	1	14	5	24	44	49	36	21	33	17								
Gishild	w	2008	VHF	bz	18	104	1	14	2	10	14	21	17	17	18	5								
Gishild	w	2008	VHF	nbz	15	73	1	9	1	1	11	11	20	16	10	3								
Gishild	w	2009	VHF	bz	14	114	1	18	8	13	8	20	27	33	5	0								
Gishild	w	2009	VHF	nbz	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0								
Alte Dame	w	2009	VHF	bz	4	25	5	8	1	1	2	1	7	11	2	0								
Alte Dame	w	2009	VHF	nbz	5	28	2	10	0	0	0	3	23	2	0	0								
Alte Dame	w	2009	VHF	wi	8	28	1	10	0	0	0	2	11	14	1	0								
Alte Dame	w	2010	VHF	bz	32	151	1	14	11	19	18	35	31	22	12	3								
Alte Dame	w	2010	VHF	nbz	12	42	2	8	0	0	8	14	3	11	6	0								
Lui	m	2010	GPS	bz	53	292	2	4	Sommer: 8:00-10:00, 10:00-12:00, 12:00-14:00, 16:00-18:00 Winter: 8:00-10:00, 12:00-14:00, 14:00-16:00, 16:00-18:00															
Lui	m	2010	GPS	nbz	75	120	1	4																
Erik	m	2010	GPS	bz	46	177	3	4																
Erik	m	2010	GPS	nbz	65	211	2	4																
Svenja	w	2010	GPS	bz	34	117	2	4																
Svenja	w	2010	GPS	nbz	56	192	2	4																

3.2.3.2.2 Auswertung der Telemetriedaten

Berechnung der Aktionsräume

Alle Berechnungen zur Raumnutzung wurden mit ArcView 3.2 unter Nutzung der Extension AnimalMovement 2.04beta (Hooge et al. 2000) durchgeführt. Die Aktionsräume (Homeranges) wurden getrennt für Brutzeit (Ortungen ab Besenderung bzw. ab Rückkehr ins Brutgebiet, jeweils bis 31.07.) und Nachbrutzeit (Ortungen vom 01.08. bis zum Abzug ins Überwinterungsgebiet) berechnet. Alle in Tab. 3-2 genannten Daten wurden dazu verwendet. Die Brutzeit umfasst also – sofern der jeweilige Vogel zeitlich vertreten war - alle Aktivitäten der Partnersuche, Balz, Horstbesetzung, Brut und Jungenaufzucht einschließlich der Ästlingsphase. Die pragmatische Zweiteilung wurde vorgenommen, da für eine feinere Einteilung in Brutzeitphasen (vgl. z.B. Nachtigall 1999) infolge variabler Telemetriebeginne jeweils nur sehr kleine Stichproben zustande kamen. So wurden die Vögel zu sehr unter-

3 Rotmilan

schiedlichen Zeiten gefangen (Besenderungstermin variierte zwischen 01.06. und 17.06.), bei vier Vögeln kamen im Folgejahr dann noch die Monate März bis Mai mit variierenden Anfangsterminen hinzu.

Die Berechnung der Aktionsräume basierte auf einem 95 % Minimum-Convex-Polygon (MCP 95 %, Harris et al. 1990, Kenward 2001). Hierbei werden zunächst 5 % der Lokalisationen aus dem Datensatz ausgeschlossen. Da es sich dabei um die am weitesten entfernten Ortungen handelt, werden diese als einmalige und kurzzeitige Exkursionen aus einem dichter beflogenen Homerange heraus angesehen und nicht in die Aktionsraumberechnung einbezogen (Kenward 1992). Die äußeren Eckpunkte aller verbleibenden Lokalisationen werden so miteinander verbunden, dass ein gegenüber dem Umfeld konvexes Polygon mit minimalem Umfang entsteht. Die sich so ergebende Fläche stellt den Aktionsraum bzw. das Homerange des Sendervogels dar. Im MCP sind oft große, vom besenderten Tier ungenutzte Bereiche eingeschlossen, sie geben aber den Gesamtkaktionsraum bzw. Lebensraumbedarf gut wieder.

Zusätzlich wurde mit der fixed Kernel Methode (vgl. Kenward 2001) das Homerange mit einer Aufenthaltswahrscheinlichkeit von 95 % berechnet. Das Kernel-Verfahren berechnet aus den Datenpunkten eine Aufenthalts-Wahrscheinlichkeitsverteilung und filtert und gewichtet nach der Dichte und den Abständen von Ortungspunkten zueinander. Bereiche, die selten aufgesucht werden bzw. nur wenige Ortungen aufweisen, werden mit einer geringeren Aufenthaltswahrscheinlichkeit belegt. Die Kernel-Homeranges sind in der Regel deutlich kleiner als MCP-Homeranges und stellen Schwerpunkträume der Aktivität dar. Für die Ermittlung der von den Rotmilanen genutzten Kerngebiete (Gebiete bevorzugten Aufenthaltes) wurden Kernel mit 50 %, 60 % und 95 % Aufenthaltswahrscheinlichkeit berechnet. Da die MCP- und die verschiedenen Kernel-Homeranges interkorreliert waren, wurden für statistische Analysen im Wesentlichen die 95 %-Kernel-Homeranges verwendet.

Entfernung der Ortungen zum Horst

Für jede Ortung wurde mit ArcView 3.2 die Distanz zum Horst berechnet. Distanzen < 50 m vom Horst wurden hierbei als Horstnahbereich angesehen und für diese Auswertung nicht berücksichtigt. Für alle anderen Darstellungen und Auswertungen basieren auf dem vollen Datensatz. Die Distanzen zwischen Ortungen und Horst von > 50 m wurden in 100-m-Abstandsklassen für jeden Sendervogel prozentual aufsummiert. Von drei Vögeln (Barbarossa, Alte Dame und Gishild) liegen aus zwei Jahren Daten vor. Für die Auswertung der Entfernung der Ortungen zum Horst wurden in diesen Fällen die Einzelwerte beider Jahre nicht gesondert ausgewertet, sondern zusammen dargestellt. Eine Darstellung der Daten findet sich im Anhang Kap. 1.2.2.

Annäherung an WKA und Aufenthalt im Windpark

Als Maß für die Fläche des Windparks wurde ein Polygon durch lineare Verbindung der Mast-Mittelpunkte der äußeren WKA gebildet. Um das Windparkpolygon wurden zwei Außenpuffer in den Ausmaßen des einfachen Rotordurchmessers (75 m) und des vierfachen Rotordurchmessers (300 m) gelegt. Die Maße des Rotordurchmessers orientierten sich an den in den UG häufigsten WKA-Typen Enercon E-66/E-70. Die außerdem vorhandenen WKA anderer Hersteller (Vestas, Fuhrländer, Repower) haben durchweg einen ca. 10 m größeren Rotordurchmesser. Die Abstandsmaße wurden in Anlehnung an den Windenergieerlass NRW (2000, 2005, 2011) festgelegt: Im Nachlauf des Rotors auftretende

3 Rotmilan

Verwirbelungen werden erst ab einer Entfernung von vierfachem Rotordurchmesser als nicht mehr hinderlich für benachbarte WKA angesehen ($\pm 30^\circ$ um die Achse der Hauptwindrichtung sogar erst ab achtfachem Rotordurchmesser). Insofern sind Effekte, d.h. mögliche Beeinflussungen vergleichsweise winziger Objekte wie auf Luftströmungen segelnder Greifvögel in diesem Bereich ebenfalls anzunehmen. Unter Vorsorgeaspekten wird daher gutachterlich von potenziell gefährlichen Effekten bei Annäherung an WKA (Abstand < einfachem Rotordurchmesser) bzw. Aufenthalt innerhalb von Windparks ausgegangen. Die Fläche des Windparkpolygons zzgl. des Puffers 75 m wird im Folgenden als Windparkstandfläche (= „Windpark“), die des Windparkpolygons zzgl. des Puffers 300 m als Windparkeffektfläche bezeichnet.

Die räumlichen Analysen wurden im GIS (ArcView 3.2) durchgeführt. Für jede Ortung wurde geprüft, ob sie innerhalb der Windparkstandfläche bzw. der Windparkeffektfläche erfolgte. Ebenso wurde für jede Ortung die Distanz zur jeweils nächstgelegenen WKA berechnet. Für jeden Sendervogel wurde weiterhin das Vorhandensein von flächigen Überlagerungen des 50 / 60 / 95 %-Kernel-Homeranges mit der Windparkstand- bzw. -effektfläche geprüft und die Größe der Flächenüberlagerung (absolut [ha] und prozentual, bezogen auf die die Größe des jeweils betrachteten Homerange) ermittelt (vgl. Übersichtstabellen der ermittelten Werte im Anhang). Analog zum Vorgehen bei den Aktionsräumen wurden auch hier für statistische Analysen die 95 %-Kernel-Homeranges verwendet. Schließlich wurden testweise alle WKA im Radius von 1.000 m (seit 2007 geltende Abstandsempfehlung der LAG-VSW) und 1.250 m (Ausweitung dieser Abstandsempfehlung um 25 %) um den Horst der Sendervögel ausgeblendet und geprüft, inwieweit dies die Flächenüberlagerung mit dem Kernel-Homerange verringert. In allen Fällen wurden bei der Auswertung nur Daten aus dem gleichen Untersuchungsjahr miteinander in Beziehung gesetzt. Der Zubau an WKA (2 x UG Querfurt und 1 x Speckberg) wurde ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme als Erweiterung der Windparkfläche berücksichtigt. Die Zuordnung von Ortungen war unproblematisch. Entweder erfolgte die Inbetriebnahme im Frühjahr noch vor der Besenderung, oder während des Winterhalbjahres, wobei in diesen Bereichen in den betreffenden Jahren im Winter keine Flächenüberlagerungen auftraten.

3.2.3.3 Tagestracking

3.2.3.3.1 Datenerfassung

Das Tagestracking erfolgte mit dem Ziel, ergänzend zu den telemetrisch ermittelten saisonalen Aktionsräumen konkrete und möglichst detailliertere Informationen über die tägliche Raumnutzung zu erhalten. Damit sollten auch Grundlagendaten ermittelt werden, die für weitere Berechnungen (siehe Kap. 6.3) relevant sind. Im Mittelpunkt standen folgende Fragen: Welche Strecke fliegt ein Rotmilan täglich? Wie viel Zeit verbringt er täglich im Flug bzw. sitzend? Wie groß sind die individuellen Unterschiede?

„Tagestracking“ ist eine Form des kontinuierlichen Trackings. Der Sendervogel wird von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang möglichst ununterbrochen von zwei bis vier Personen beobachtet. Tagestracking wurde nur an solchen Tagen durchgeführt, für die kein Niederschlag zu erwarten war. Am Vorabend wurde der Schlafplatz des jeweiligen Rotmilans ermittelt, um am Trackingtag morgens dort beginnen zu können. Durch ständige Absprachen der

3 Rotmilan

Bearbeiter untereinander (per Handy oder Funkgerät) konnten die Vögel über einen Großteil des Tages permanent geortet werden. Beim Tracking wurde darauf geachtet, dass der Sendervogel nicht durch zu geringe Abstände zum Bearbeiter gescheucht wurde. Alle beobachteten Aufenthaltsorte, Verhaltensweisen sowie Aktivitäts- und Ruhephasen des Rotmilans wurden protokolliert. Anders als bei der Bestimmung der Aktionsräume lag der Fokus hier weniger auf dem Erfassen von einzelnen Aufenthaltsorten („Ortungen“), sondern vielmehr auf dem räumlichen und zeitlichen Verfolgen von Flugstrecken und Flugaktivitäten, wofür Ortungen nur das räumliche Grundgerüst liefern.

Das Tagestracking wurde bei sechs verschiedenen Rotmilanen an insgesamt 20 Tagen durchgeführt. Dabei handelte es sich um drei Männchen (Karl und Barbarossa im UG Druiberg, Arthur im UG Querfurt) und um drei Weibchen (Ramona und Gishild im UG Querfurt, Alte Dame im UG Speckberg).

3.2.3.3.2 Auswertung

Die Daten wurden tabellarisch dargestellt und alle direkt erfassten Zeitanteile aufbereitet. Da im Gelände nicht jeder Flugkreis eines Rotmilans exakt aufgezeichnet werden kann und bei schnellen Ortswechseln auch Zeiten ohne Sichtkontakt zum Sendervogel unvermeidbar waren, wurde zur Ermittlung der tatsächlichen Flugstrecke für „Flugkreise“ und „Fliegen ohne Sichtkontakt“ eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 25 km/h zugrunde gelegt. Dies ist eine Experteneinschätzung, da es keine verwertbaren Informationen in der Literatur dazu gibt. Über die erfasste Flugzeit wurden dann diese Zeitanteile der täglichen Gesamtflugstrecke zugerechnet. Bestand kein Sicht- bzw. Senderkontakt und wurde der Vogel anschließend an einem anderen Ort wieder gefunden, so wurde die direkte Entfernung zwischen dem letzten Kontakt und dem neuen Aufenthaltsort als Minimalentfernung (gerade Strecke) gemessen. Daraus ergibt sich, dass es sich bei der angegebenen geflogenen Strecke um eine Mindeststrecke handelt. Aus dem beim Tagestracking ermittelten realen Flugstreckenverlauf wurde für jeden Beobachtungstag ein Tageshomerange berechnet. Da beim Tagestracking der Fokus nicht auf Ortungspunkten lag, wurde keine punktbasierte sondern eine streckenbasierte Berechnung gewählt. Zugrunde gelegt wurde die Fläche, die von der am jeweiligen Tag ermittelten Fluglinie umschlossen wird. Bei mehrfach überflogenen Bereichen stellte die jeweils äußerste Linie die Außengrenze dar, so dass mehrfach genutzte Bereiche nur einmalig in die Flächenbilanz eingehen. Außen liegende Flugkreise wurden zum Tageshomerange hinzuge-rechnet.

3.2.4 Individuenbezogene Verhaltensbeobachtungen

Für die Durchführung individuenbezogener Verhaltensbeobachtungen an Rotmilanen innerhalb von Windparks wurde das Observer-System der Fa. Noldus genutzt, welches speziell zur Datenerfassung und -auswertung bei verhaltensbiologischen Untersuchungen dient. Eingesetzt wurde Observer XT und Observer 5 (Konfiguration der Datenerfassung, Übertragung an Psion-Handheld, Datenauslesen, Datenauswertung) in Verbindung mit Observer mobile (Datenerfassung mit Psion-Handheld). Das Set der aufzuzeichnenden Verhaltensweisen wurde in Observer XT konfiguriert und dann auf den Handheld zur Datenerfassung

3 Rotmilan

im Gelände übertragen. Mit Observer können mehrere Parameter in verschiedenen Ausprägungen sekundengenau parallel erfasst werden. Ausprägungen können als Kategorien (z.B. sitzen, fliegen, sich putzen) oder gestufte Klassen (x1-x2, x2-x3) angelegt und entweder als Ereignis (ohne Zeitdauer) oder als Dauer (mit Anfangs- und Endzeit) erfasst werden. Bei den Untersuchungen im Rahmen des TP Rotmilan wurden vier Verhaltensparameter erfasst (vgl. Tab. 3-3).

Tab. 3-3: Übersicht der bei individuenbezogenen Verhaltensbeobachtungen erfassten Parameter.

Flughöhe	Verhalten	Interaktion/Aggression	Annäherung an WKA
Boden	Durchflug	gleichartige Greife	in Rotorkugel*
1-10	Nahrungssuche	fremdartige Greife	in Rotorscheibe**
11-25	Thermikkreisen	Krähe	Durchflug durch Rotorscheibe
26-50	Jagdsturz	Andere	Verwirbeln
51-100	Landen		
101-150	Sitzen		
> 151	sonstiges		
unsicher			

* Rotorkugel: um die Nabe herum angenommene Kugelform (r = Rotorlänge), die den gesamten Luftraum umfasst, der bei nachgeführter Ausrichtung der Rotorebene durchstrichen werden kann
 **Rotorscheibe: aktuelle Rotorebene \pm 12,5 m allseits, Gesamtscheibe 30 m dick, r = Rotorlänge

Anzahl bzw. Zeitdauer der Parameterausprägungen wurden mit Observer XT berechnet. Außerdem wurden allgemeine Daten zu jeder Beobachtungseinheit (die jeweils mehrere Flugbeobachtungen umfassen konnte) protokolliert.

Individuenbezogene Verhaltensbeobachtungen wurden nur in den Jahren 2007 und 2008 durchgeführt. Sie fanden vorrangig in den damaligen Hauptuntersuchungsgebieten UG Druiberg und UG Querfurt statt. Die Flugaktivität von Rotmilanen innerhalb des Windparks war 2007 im UG Druiberg deutlich geringer als im UG Querfurt. Zu 2008 nahm die Flugaktivität in beiden Gebieten ab, so dass auch Beobachtungen im UG Speckberg durchgeführt wurden (Tab. 3-4). Die Windparks wurden jeweils in Beobachtungsgebiete unterteilt, in welchen in ca. 45-minütigen Beobachtungseinheiten das Verhalten jedes einfliegenden Rotmilans vollständig erfasst wurde. Die Beobachtungsgebiete der individuenbezogenen Verhaltensbeobachtungen lagen innerhalb jener der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen (vgl. Kap. 3.2.5), waren aber kleiner, da hier Entfernungsabschätzungen (Flughöhe, Entfernung zu Rotor) sehr wichtig waren. Bei größerem Abstand zwischen Beobachter und Vogel (> 800 m) können Entfernungen nicht mehr zuverlässig differenziert werden. Oft ist es dann nicht einmal mehr möglich zu erkennen, ob sich ein Vogel dicht vor oder hinter einer WKA befindet und ob er den Rotor durchfliegt oder nicht. Eventuelle Ungenauigkeiten bei der Abschätzung der Flughöhe wurden durch die Nutzung von Höhenklassen ausgeglichen.

3 Rotmilan

Tab. 3-4: Datenumfang individuenbezogene Verhaltensbeobachtung von Rotmilanen 2007/2008.

	UG Druiberg	UG Querfurt	UG Speckberg	Σ
Registrierte Individuen (=Flugsequenzen)	161	29	14	204
Verhaltensaufzeichnung				
- in Sekunden	24.710	4.700	1.031	30.442
- in Stunden	6 h 52 min	1 h 18 min	17 min	8 h 27 min

3.2.5 Flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen

3.2.5.1 Datenerfassung

Die flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen erfolgten in abgegrenzten Beobachtungsgebieten, die in Teilflächen von 34-190 ha Größe unterteilt wurden (Abb. 3.12 - 3.15). Die Abgrenzung der Teilflächen orientierte sich an Schlaggrenzen und erfolgte so, dass jede Fläche von einem Beobachtungspunkt aus vollständig eingesehen werden konnte. Die Beobachtungspunkte wurden während der gesamten Untersuchungszeit beibehalten. In den UG Druiberg, Querfurt, Dessau und Speckberg wurden Gebiete innerhalb der Windparks beobachtet. In den UG Druiberg und Querfurt wurden darüber hinaus auch Referenzflächen in der näheren Umgebung, außerhalb der Windparks untersucht. Alle abgegrenzten Flächen beinhalteten jeweils verschiedene Ackerschläge und ggf. sonstige Randstrukturen wie Feldwege, Hecken etc.

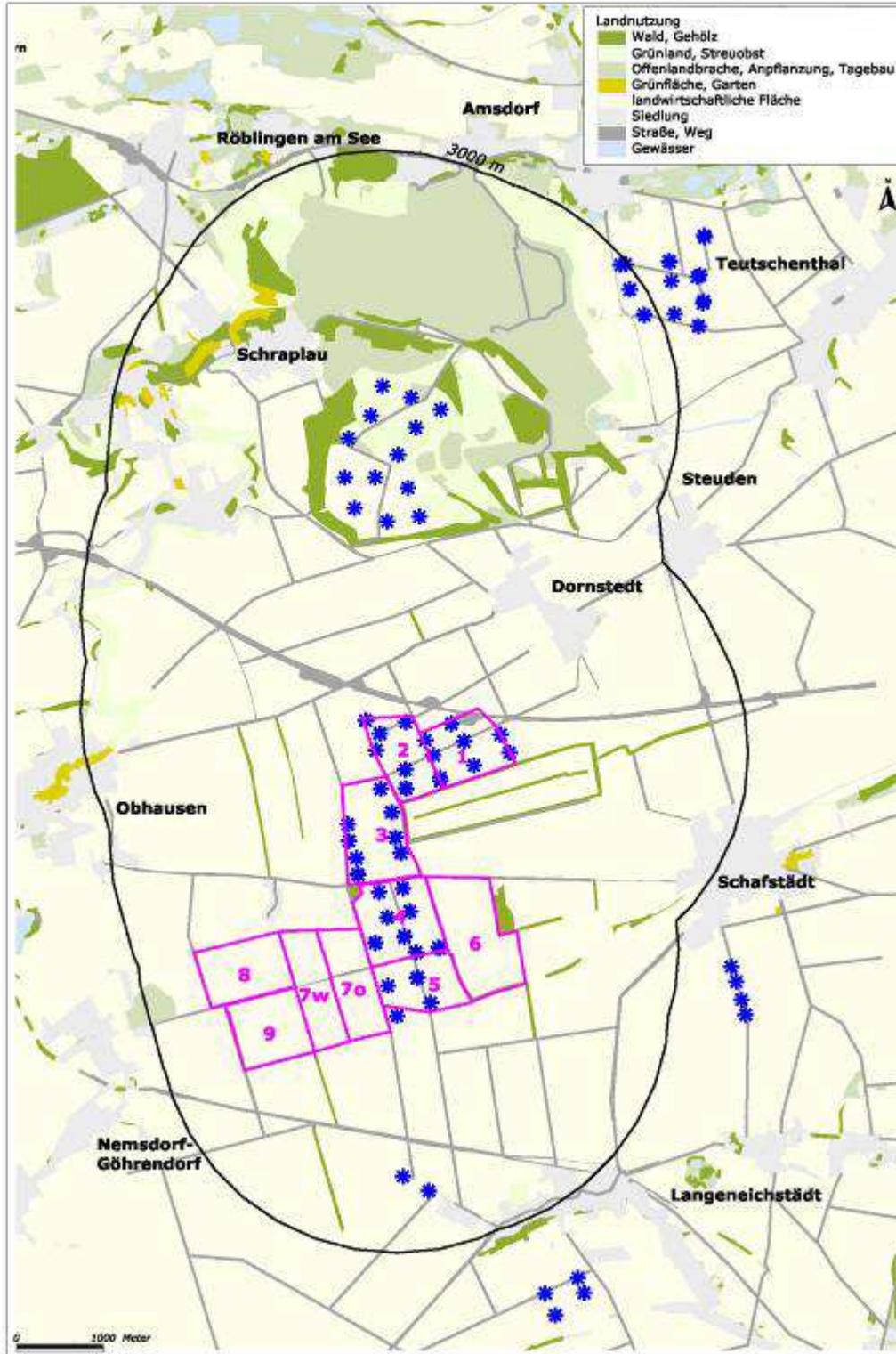


Abb. 3-12: Übersicht der Beobachtungsgebiete und –flächen (violette Umrandungen mit Bezeichnungen) der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen im UG Querfurt.

3 Rotmilan

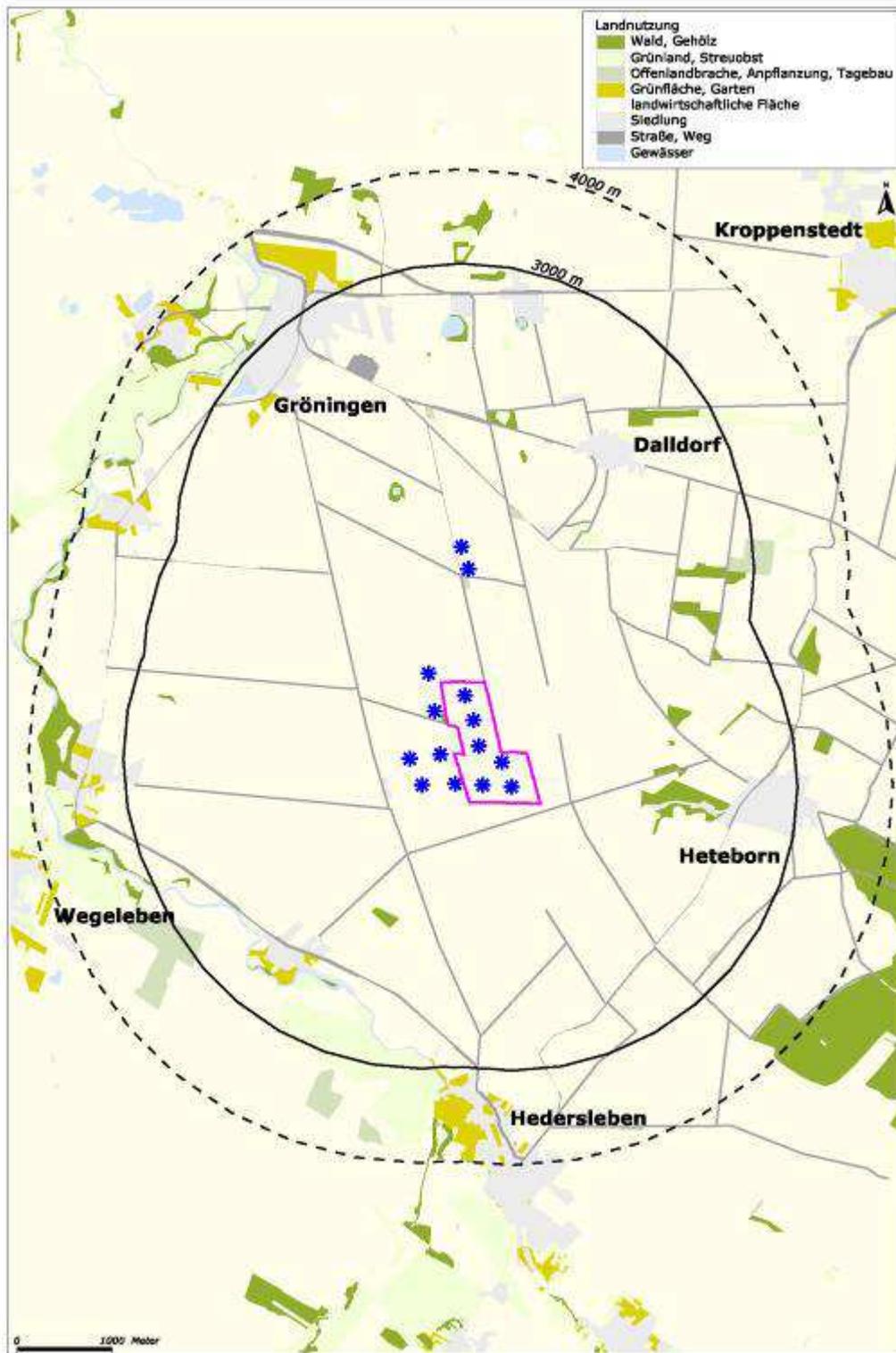


Abb. 3-13: Übersicht der Beobachtungsgebiete und –flächen (violette Umrandungen mit Bezeichnungen) der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen im UG Speckberg.

3 Rotmilan

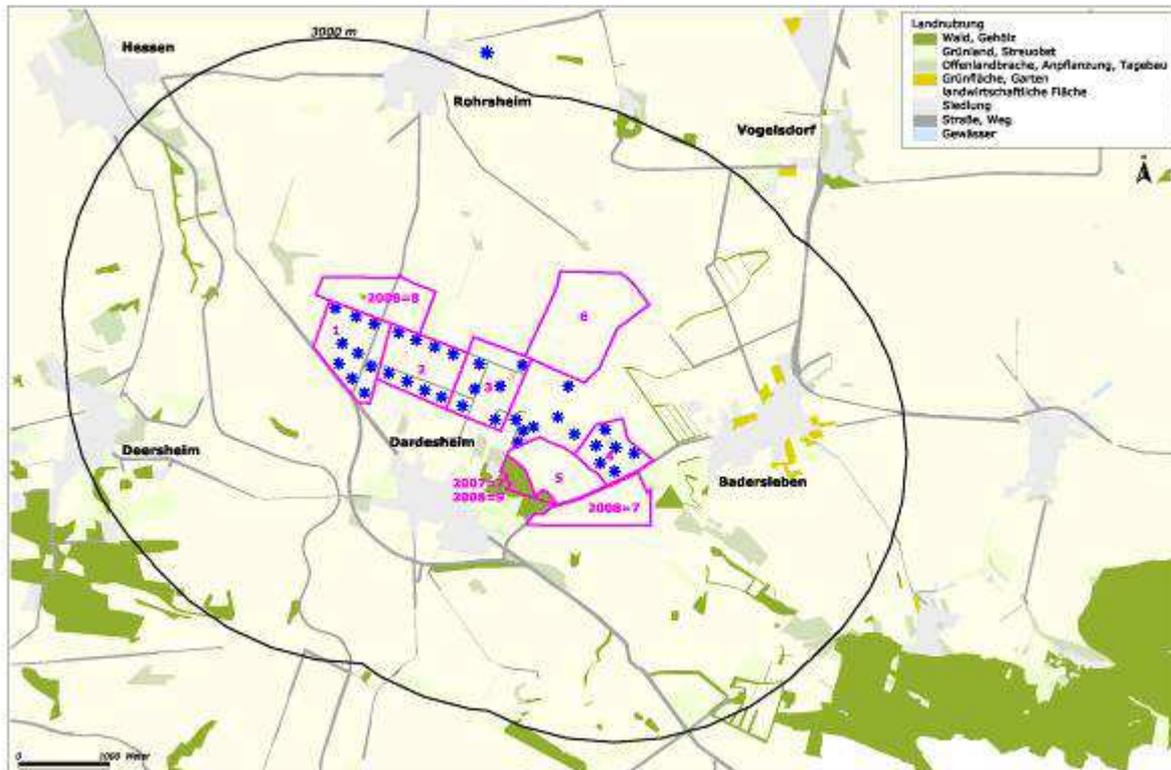


Abb. 3-14: Übersicht der Beobachtungsgebiete und –flächen (violette Umrandungen mit Bezeichnungen) der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen im UG Driberg.

3 Rotmilan

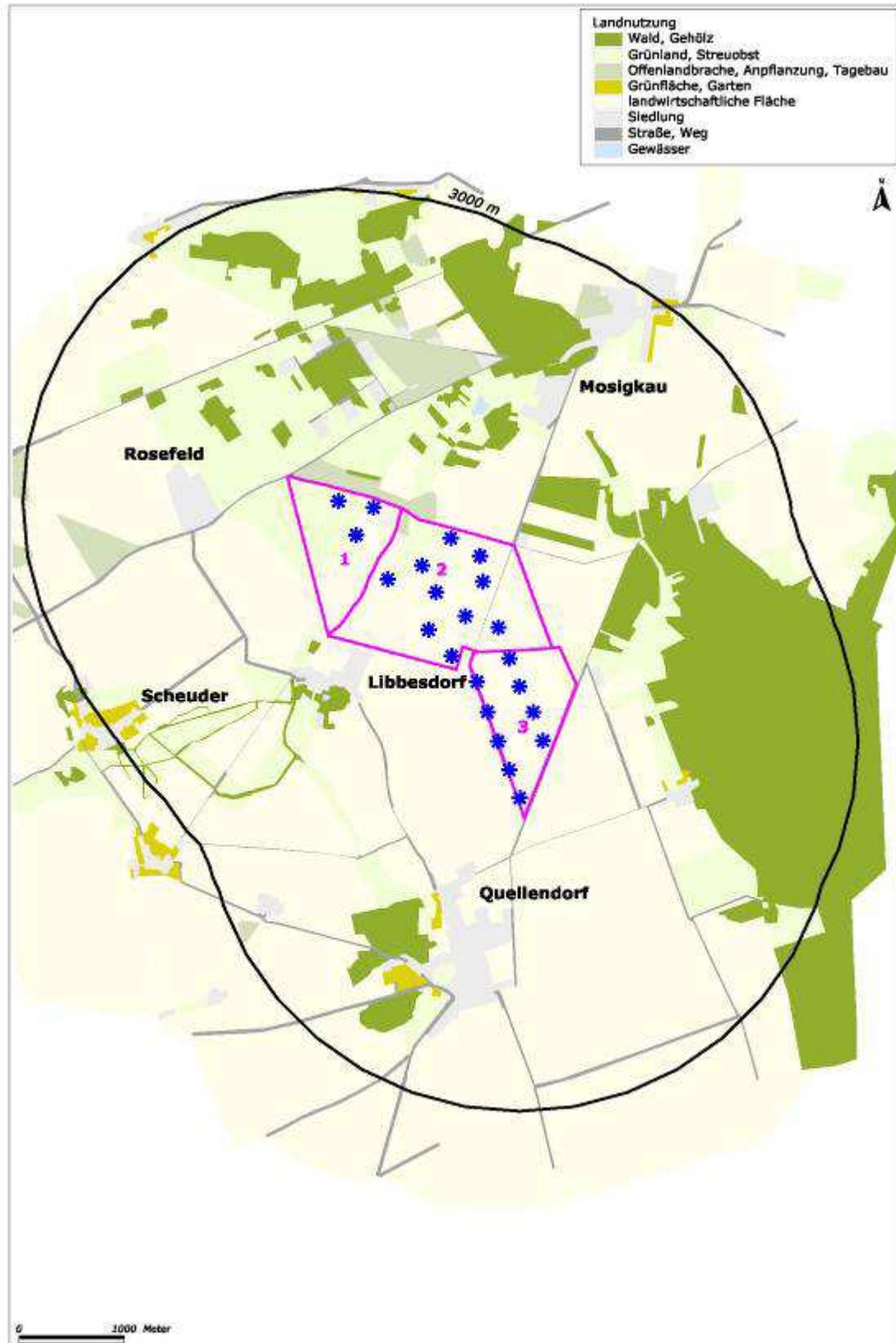


Abb. 3-15: Übersicht der Beobachtungsgebiete und –flächen (violette Umrandungen mit Bezeichnungen) der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen im UG Dessau.

3 Rotmilan

Alle Flächen wurden in den Jahren 2007 und 2008 mehrfach im Monat innerhalb einer Zeitstunde für je 45 Minuten beobachtet (Übersicht in Tab. 3-5). Im Jahr 2007 erfolgten die Beobachtungen zwischen Mai und November, im Jahr 2008 zwischen März und September. Insgesamt wurden im Jahr 2007 966 und im Jahr 2008 534 flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen vorgenommen. Dabei erfolgten die meisten Beobachtungen im Untersuchungsgebiet Druiberg.

Tab. 3-5: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen von Rotmilanen 2007/2008.

	Jahr	Flächengröße Beobachtungsgebiete gesamt (km ²)	Beginn	Ende	Anzahl der 45-min-Beobachtungen
UG Querfurt	2007	8,2	10.06.	30.11.	185
	2008	8,2	20.03.	26.09.	180
UG Speckberg	2007	0,7	28.06.	28.11.	86
	2008	0,7	22.03.	29.09.	112
UG Druiberg	2007	3,5	31.05.	20.11.	623
	2008	4,4	21.03.	26.09.	154
UG Dessau	2007	3,7	20.06.	22.11.	72
	2008	3,7	20.04.	28.09.	88

Während der 45-min-Beobachtungen wurden alle über der jeweils untersuchten Fläche beobachteten Greifvögel auf Karten erfasst und ausgewählte Verhaltensweisen mit Angabe ihrer Dauer (in Sekunden) flächengenau dokumentiert. Dabei wurde zwischen den Verhaltensweisen Durchflug (Vogel überflog die Teilfläche), Nahrungsflug, Thermikkreisen und Sitzen differenziert. In bestimmten Situationen war es nicht möglich, für jeden Vogel das genaue Verhalten zu dokumentieren, z.B. wenn auf einer frisch gemähten Fläche zahlreiche Nahrung suchende Greifvögel anwesend waren. In solchen Fällen wurde die Anwesenheitsdauer als "Anwesenheit undifferenziert" dokumentiert. Neben den Verhaltensweisen wurde bei jeder Beobachtung der aktuelle Zustand der durch den Rotmilan genutzten Fläche (Bestand, Stoppeln, umgebrochen, Neuansaat etc.) sowie ggf. die aktuelle Bearbeitung notiert. Auf den Flächen innerhalb der Windparks wurden darüber hinaus gefährliche Situationen, wie z.B. Flug in Nähe der Rotorblätter oder Verwirbelungen des Vogels durch die sich drehenden Rotorblätter sekundengenau dokumentiert.

3.2.5.1.1 Auswertung

Die im Gelände dokumentierte Dauer der Verhaltensweisen (in Sekunden) wurde für den Rotmilan monatsweise für Flächen innerhalb sowie außerhalb der Windparks ausgewertet. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die Monatssummen der jeweiligen Verhaltensweisen ins Verhältnis zur untersuchten Fläche gesetzt. Daraus ergibt sich die Einheit s / km² und 45-min-Beobachtung.

Um Aussagen zur Präferenz bzw. Meidung bestimmter Kulturen durch Rotmilane treffen zu können, wurden die Verfügbarkeit der angebauten Kulturen (Fläche) sowie die Nutzung jener Kulturen (Aufenthaltsdauer in s) unter Nutzung des Jacobs-Index (Jacobs 1974) ins Verhältnis zu einander gesetzt. Positive Werte des Jacobs-Index zeigen eine Präferenz, negative Werte eine Meidung der jeweiligen Kultur an. Der Jacobs-Index wurde dabei für jede Anbaukultur und jeden Untersuchungsmonat separat berechnet. Neben den Kulturen wurden auch

3 Rotmilan

Grenzstrukturen berücksichtigt, zu denen neben Feldwegen und Hecken auch die Mastfußbrachen und Zuwegungen der Windkraftanlagen zählen.

Weiterhin wurde die Anzahl der Rotmilankontakte (Anzahl der Einflüge ohne Berücksichtigung der Dauer) für Flächen innerhalb sowie außerhalb der Windparks je km² und 45-min-Beobachtung berechnet und zur Brutpaardichte ins Verhältnis gesetzt.

Innerhalb der Windparks wurde der Anteil von Einflügen in den 50-m-Bereich um die WKA an der Gesamtzahl der Rotmilanflüge ermittelt.

3.2.6 Abdeckung der Mastfußbereiche von WKA mittels Folien

Im UG Druiberg wurde im Jahr 2008 ein Feldversuch zur eventuellen Beeinflussung des Flug- und Jagdverhaltens von Rotmilanen im Nahbereich von WKA durchgeführt.

Dem Versuch liegt die Hypothese zugrunde, dass Rotmilane an den Mastfuß von WKA gelockt werden, wenn sie dort Nahrung erwarten. Gestaltet man die Mastfußbrache unattraktiv, so könnten dadurch die Rotmilane dazu gebracht werden, weniger häufig in den Nahbereich der WKA zu fliegen. Ideal erscheinen dazu geschotterte Mastfußbrachen: Diese bieten Kleinsäugetern (also Beutetieren von Greifvögeln) keine geeigneten Lebensbedingungen, wodurch die Flächen unattraktiv wären.

Im Rahmen des Projektes war eine Schotterung von Mastfußbrachen in den Untersuchungsgebieten jedoch nicht möglich. Auch eine Bepflanzung mit Sträuchern, die letztlich das gleiche Ergebnis hätte bringen können, war nicht möglich. Schließlich gab aber der Eigentümer zahlreicher WKA im Windpark Druiberg seine Zustimmung, für eine Saison die Mastfußbereiche von drei WKA mit einer Folie abzudecken. Ausgewählt wurden WKA in den Beobachtungsgebieten der 45-Minuten-Verhaltensbeobachtungen (siehe Tab. 3-6, Abb. 3-16). Das Abdecken der Mastfußbereiche erfolgte am 07.05. und 08.05.2008 mit schwarzer Landwirtschaftsfolie (Fa. Klover, Weisenheim am Berg).

Drei weitere WKA, die sich unmittelbar neben den abgedeckten WKA befanden, wurden als Referenz ausgewählt. Außerdem wurde die WKA 28 gesondert betrachtet. Dabei handelt es sich um eine Enercon E112 mit einem ca. 0,4 ha großen geschotterten Vorplatz (Abb. 3-17 bis 3-19).

Die Datenaufnahme entsprach der Methode der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen (vgl. Kap. 3.2.5), die Flugbewegungen von Greifvögeln wurden jedoch auf Radien von 150m, 100 m und 50 m bezogen erfasst. 12 Beobachtungseinheiten fanden vor der Abdeckung statt (Mitte März bis Anfang Mai), 29 danach (Mitte Mai bis Ende September) (Tab. 3-7).

Tab. 3-6: Abgedeckte und nicht abgedeckte WKA und deren Lokalisation.

Beobachtungsgebiet	Nr. der abgedeckten WKA (abgedeckte Fläche)	Nr. der Referenz-WKA (nicht abgedeckt)
2/3	WKA 5 (381,5 m ²)	WKA 6
2	WKA 16 (521,5 m ²)	WKA 2
3	WKA 20 (721,5 m ²)	WKA 13

3 Rotmilan

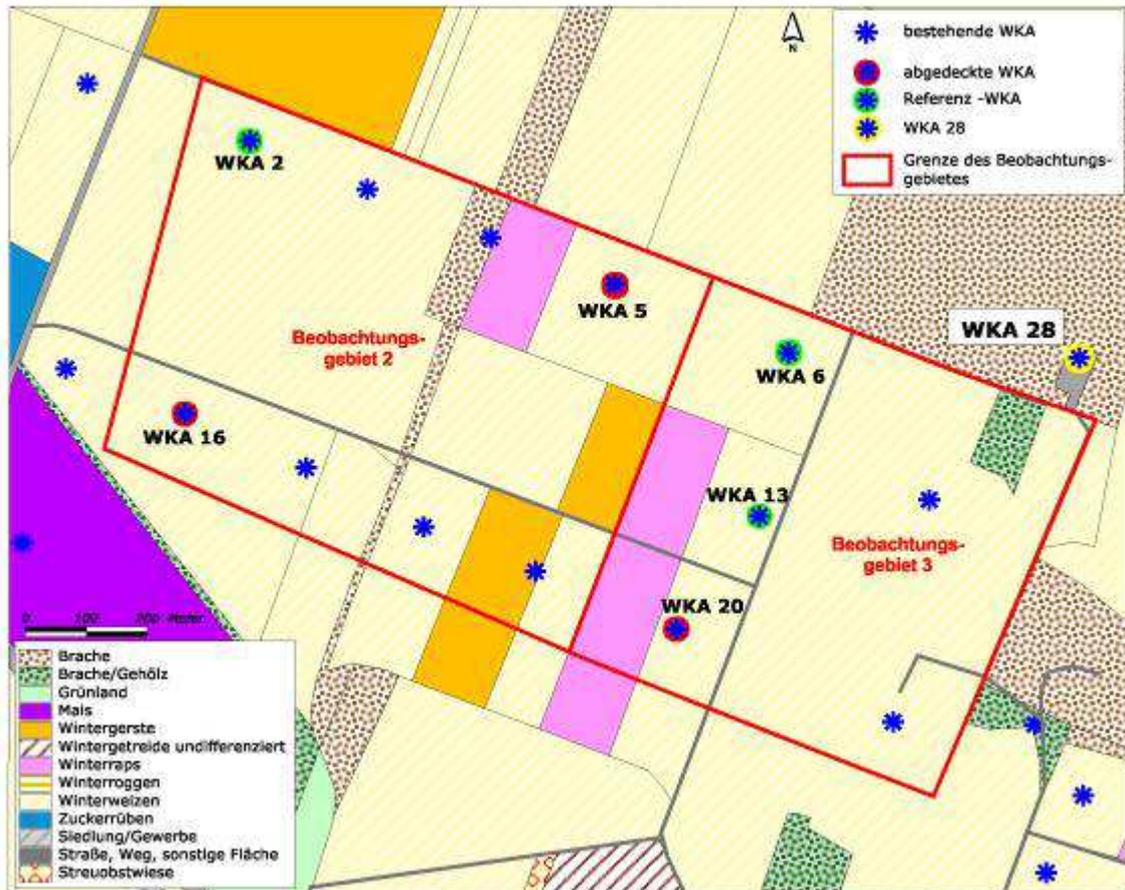


Abb. 3-16: Lage der abgedeckten WKA, der Referenz-WKA und der WKA 28 sowie die Kulturen im Jahr 2008.

Tab. 3-7: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen für Abdeckungsversuch Mastfußbrache im Jahr 2008.

Anzahl 45-min-Beobachtungen	Gebiet 2	Gebiet 3	WKA 28	Σ
vor Abdeckung	6	6	5	17
nach Abdeckung	15	14	14	43
insgesamt	21	20	19	60

3 Rotmilan



Abb. 3-17: Mit Folie abgedeckte Mastfußbrache.



Abb. 3-18: Nicht abgedeckte Mastfußbrache mit Ruderalvegetation.



Abb. 3-19: Mast der WKA 28 (Enercon E112) im WP Druiberg mit großflächig geschottertem Vorplatz.

3.2.7 Nutzung spezieller Nahrungsressourcen im UG Speckberg

Rotmilane suchen zur Nahrungsaufnahme besonders häufig Luzerne-Felder auf. Theoretisch könnte eine gezielte Anlage solcher Flächen dazu dienen, Rotmilane aus den Windparks herauszulocken, um so das Kollisionsrisiko zu verringern. Vor diesem Hintergrund wurde die Nutzung von Luzerne-Feldern im Rahmen des Projektes eingehend untersucht.

3.2.7.1 Zählungen mittels Punkt-Stopp-Methode

Mit Punkt-Stopp-Zählungen sollte die Nutzung von Luzerneflächen in Relation zu den übrigen Anbaukulturen erfasst werden. Auf einer definierten Route wurden im UG Speckberg im Jahr 2010 an 29 Geländepunkten abgegrenzte, einsehbare Landschaftsausschnitte je fünf Minuten beobachtet. Innerhalb dieser fünf Minuten wurden alle Greifvögel über der jeweiligen Fläche erfasst. Aufgenommen wurden die Art, das Verhalten und die Flughöhe sowie Angaben zu Kultur, Deckungsgrad und Bearbeitungsstand der Flächen. Die Beobachtungspunkte wurden so ausgewählt, dass die charakteristischen Landschaftsaspekte des UG einbezogen wurden.

In die Auswertung floss jeweils der erste Sichtkontakt eines jeden Rotmilans über der Beobachtungsfläche ein. An den einzelnen Punkten sind Doppelzählungen somit ausgeschlossen, auf das gesamte UG bezogen jedoch nicht. Die Punkt-Stopp-Zählung fand vom 20.05.2010 bis zum 30.09.2010 an insgesamt 27 Zählterminen einmal je Pentade statt. An neun Stopp-Punkten wurden auch Luzernefelder mit einer Gesamtgröße von 86 ha, verteilt auf neun Ackerschläge, betrachtet.

Zur Ermittlung der Flächenpräferenz bzw. -meidung wurde die Anzahl der beobachteten Tiere über den jeweiligen Kulturen mit der Flächengröße der Kulturen in Beziehung gesetzt. Berechnet wurde der Jacobs-Index (Jacobs 1974).

3.2.7.2 Flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen

Fünf Luzerneflächen im Jahr 2010

Im Jahr 2010 wurden im UG Speckberg spezielle Untersuchungen zur Nutzung von Luzerneflächen durch Rotmilane während und nach der Brutsaison durchgeführt. Im gesamten UG Speckberg wurde im Jahr 2010 insgesamt auf 175 ha, verteilt auf 18 Schläge, Luzerne angebaut. 48,8 ha (fünf Schläge) davon wurden regelmäßig im Rahmen von 45-Minuten-Planbeobachtungen aufgesucht (Tab. 3-8). Beobachtet wurde aus dem PKW oder einer Jagdkanzel heraus, um möglichst keine zusätzliche Störung zu verursachen. Im Zeitraum vom 20.05.2010 bis 30.09.2010 wurden an 53 verschiedenen Tagen 157 Beobachtungseinheiten durchgeführt. Dabei konnten die Flächen 10 und 11 immer zusammen beobachtet werden, während die Flächen 3 und 13 nur dann zeitgleich betrachtet werden konnten, wenn nicht viele Flugaktivitäten auftraten. Ab der Mahd wurden die Flächen für mindestens acht Tage in Folge beobachtet.

Die Aktivitäten über den Luzerneflächen wurden sekundengenau in Tages-Feldkarten eingetragen. Ausgewertet wurde die Nutzungsintensität der untersuchten Luzerneflächen durch Rotmilane.

3 Rotmilan

Tab. 3-8: Datenumfang flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen auf Luzerneschlägen.

Flächennummer	Flächengröße	Anzahl 45-min-Beobachtungseinheiten
3	7,8 ha	49
8	8,8 ha	44
10	14,5 ha	45
11	9,1 ha	45
13	8,6 ha	47

Kompostieranlage 2010

Die Kompostieranlage befindet sich in 300 m Entfernung von der südlichsten WKA im UG Speckberg. Ihre Nutzung durch Milane wurde im Jahr 2010 durch 45-min-Planbeobachtungen untersucht. Insgesamt wurde die Kompostieranlage über 48 Beobachtungseinheiten an 38 verschiedenen Tagen zwischen 23.05. und 30.09.2010 beobachtet. Protokolliert wurden das Verhalten, die Aufenthaltsdauer, die An- bzw. Abflugrichtung und eventuell durchgeführte größere anthropogene Aktivitäten auf der Kompostieranlage (wie z.B. Umschichtungen) oder auf den angrenzenden Ackerschlägen (wie z.B. Mahd). Rotmilane wurden dann als „abfliegend“ bewertet, wenn sie sich zielgerichtet von der Kompostieranlage entfernten. Sie wurden so lange wie möglich beobachtet, um Doppelzählungen so gering wie möglich zu halten.

3.2.8 Statistische Auswertungsmethoden

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Programmpaket R (R Version 2.11.1 (2010); Copyright (C) 2010 The R Foundation for Statistical Computing) durchgeführt.

3.3 Ergebnisse Teilprojekt Rotmilan

3.3.1 Brutbestand und Reproduktion

Die Ergebnisdarstellung zum Teilprojekt "Rotmilan" bezieht die Greifvogelarten Schwarzmilan und Mäusebussard mit ein. Die Bestände der Greifvögel entwickelten sich in den Untersuchungsgebieten unterschiedlich (vgl. Tab. 3-9 Brutbestandsdichte, zur BP-Anzahl siehe detaillierte Tabellen und Karten im Anhang Kap. 1.1.1). Im UG Querfurt (Kerngebiet) war bei allen Arten (Rotmilan, Schwarzmilan, Mäusebussard) ein erheblicher Rückgang des Brutbestandes von 2007 zu den nachfolgenden Jahren zu verzeichnen. Im UG Speckberg waren Rot- und Schwarzmilan in sehr unterschiedlicher Anzahl vertreten, der Bestand entwickelte sich aber bei beiden Arten vom ersten bis zum letzten Untersuchungsjahr positiv. Im UG Druiberg zeigten Rotmilan, Schwarzmilan und Mäusebussard zwischen den beiden Erfassungsjahren 2007 und 2008 keine nennenswerten Änderungen in ihrem Bestand. Knapp außerhalb der Grenze des UG befanden sich weitere zwei (2007, einer davon war der Horst eines Sendervogels) bzw. drei (2008) Rotmilanhorste. Im UG Dessau

3 Rotmilan

wurde für alle drei Greifvogelarten eine positive Bestandsentwicklung von 2007 zu 2008 festgestellt. Detaillierte Darstellungen der Siedlungsdichten der Greifvögel in den Untersuchungsgebieten finden sich im Anhang Kap. 1.1.2.

Tab. 3-9: Brutbestandsdichte von Rotmilanen (BP/100 km²) in allen UG von 2007 bis 2010.

Art	UG	Fläche [km ²]	Brutbestandsdichte [BP/100 km ²]				Bestands-veränderung (1. bis letztes Untersu- chungsjahr) [%]
			2007	2008	2009	2010	
Rotmilan	Querfurt Kerngebiet	61,3	13,1	8,2	6,5	6,5	-50%
	Erweiterung	27,3		22	14,	22	0%
	Speckberg	47,8	14,6	14,6	16,7	20,9	43%
	Druiberg	54,2	9,2	11,1	-	-	21%
	Dessau	51,5	5,8	9,7	-	-	67%
Schwarz- milan	Querfurt Kerngebiet	61,3	24,5	21,2	16,3	14,7	-40%
	Erweiterung	27,3		0,0	0,0	0,0	-
	Speckberg	47,8	2,1	6,3	4,2	4,2	100%
	Druiberg	54,2	3,7	3,7	-	-	0%
	Dessau	51,5	1,9	5,8	-	-	205%
Mäuse- bussard	Querfurt Kerngebiet	61,3	44,0	6,5	9,8	14,7	-67%
	Erweiterung	27,3		18,3	18,3	18,3	0%
	Speckberg	47,8	29,3	41,8	14,6	27,2	-7%
	Druiberg	54,2	33,2	27,7			-17%
	Dessau	51,5	27,3	58,2			113%

Da nicht in allen UG und allen Jahren die genaue Anzahl der Jungvögel für alle Brutpaare ermittelt werden konnte, wurde als Maß für den Reproduktionserfolg der Erfolgsanteil (= Anteil erfolgreicher Paare an der Gesamtzahl der BP) gewählt (Tab. 3-10). Detaillierte Darstellungen der Bruterfolgs der Greifvögel in den Untersuchungsgebieten finden sich im Anhang Kap. 1.1.3.

Der Reproduktionserfolg des Rotmilans nahm in drei UG (Querfurt, Speckberg, Dessau) ab, nur im UG Druiberg zu. Eine direkte Kopplung an die Bestandsentwicklung war dabei nicht gegeben. Im Kerngebiet des UG Querfurt (3 km um die seit 2001 mit WKA belegten Bereiche) traf der sinkende Reproduktionserfolg allerdings zeitlich mit einer Abnahme des Brutbestandes zusammen. In der seit 2007 mit WKA belegten Norderweiterung nahm der Reproduktionserfolg ebenfalls ab. Eine Abnahme auch des Brutbestandes war hier bisher nicht zu verzeichnen, allerdings räumliche Verlagerungen. So wurden windparknahe Gehölze seitdem kaum noch zur Brut genutzt.

Die Reproduktionswerte des Schwarzmilans variieren zwischen den einzelnen UG recht stark, wobei zu berücksichtigen ist, dass der Stichprobenumfang (d. h. die Anzahl der Brutpaare) in einigen UG gering war. Der Reproduktionserfolg des Mäusebussards schwankte (wie auch die Brutpaardichte) von Jahr zu Jahr stark und war in allen UG unterschiedlich. Ein sehr geringer Reproduktionserfolg wurde 2008 im UG Querfurt verzeichnet, wo 89 % aller begonnenen Bruten erfolglos verliefen.

3 Rotmilan

Tab. 3-10: Bruterfolg von Mäusebussard, Rot- und Schwarzmilan in allen UG von 2007 bis 2010.

Art	Bruterfolg (Erfolgsanteil in %)				
	2007	2008	2009	2010	
Rotmilan	75,0	63,3	50,0	30,0	Querfurt gesamt
	75,0	20,0	25,0	25,0	<i>Querfurt Kerngebiet</i>
		100,0	75,0	33,3	<i>Querfurt Erweiterung</i>
	71,4	57,1	37,5	40,0	Speckberg
	40,0	66,6			Druiberg
	100,0	80,0			Dessau
Schwarzmilan	73,3	30,8	40,0	44,4	Querfurt
	100,0	33,3	50,0	50,0	Speckberg
	50,0	50,0			Druiberg
	100,0	100,0			Dessau
Mäusebussard	81,5	11,1	45,5	50,0	Querfurt
	50,0	50,0	42,9	46,2	Speckberg
	50,0	86,7			Druiberg
	57,1	76,7			Dessau

3.3.2 Ergebnisse der Telemetrie von Rotmilanen

3.3.2.1 Saisonale Raumnutzung der Rotmilane

3.3.2.1.1 Aktionsräume

Detaillierte Angaben zu den telemetrierten Rotmilanen und den einzelnen Ergebnissen finden sich im Anhang Kap. 1.2. Die wichtigsten Daten zu den Größen der Aufenthaltsgebiete sind in Tab. 3-11 dargestellt. Da die Zahl der Telemetrie-Punkte und auch die Länge der Zeiträume, die die Vögel „unter Kontrolle“ standen, zwischen den besenderten Individuen variierten, musste zunächst der Einfluss dieser Größen auf die Ergebnisse überprüft werden. Ebenfalls überprüft werden musste, ob die Art der Telemetrie (VHF versus GPS-Satelliten-Telemetrie), der Untersuchungsort oder das Untersuchungsjahr einen Einfluss auf die Ergebnisse hatte.

3 Rotmilan

Tab. 3-11: Aktionsräume telemetriertes Rotmilane. *: Es liegen auch Daten außerhalb von Brut- und Nachbrutzeit vor, da der Vogel im Gebiet überwinterte.

Individuum	Jahr	Gebiet	Status	Abstand Horst - nächste WKA (m)	Anzahl WKA ≤ 1 km vom Horst	Telemetriezeitraum	Sender	Anzahl Ortungen	Brutzeit				Nachbrutzeit				
									MCP (ha)	Kernel 95 (ha)	Kernel 60 (ha)	Kernel 50 (ha)	Anzahl Ortungen	MCP (ha)	Kernel 95 (ha)	Kernel 60 (ha)	Kernel 50 (ha)
Barbarossa	2007	Druiberg	Brutvogel, erfolgreich	740	5	02.06.-11.11.2007	VHF	199	283	63	22	18	186	1017	206	26	20
	2008		Brutvogel, erfolgreich	780	5	26.03.-30.09.2008	VHF	197	233	49	12	8	88	206	340	108	80
	2009		Nachweis im Gebiet														
Arthur	2007	Querfurt	Brutvogel, erfolgreich	430	7	02.06.-19.11.2007	VHF	56	415	616	112	68	138	357	302	67	37
Ramona	2007	Querfurt	Brutvogel, erfolgreich	730	6	03.06.-06.11.2007	VHF	64	174	183	14	11	110	424	264	39	26
	2008		Nichtbrüter, kein Revier	260		07.03.-25.09.2008		47	keine Berechnung von Homeranges								
Karl	2007	Druiberg	Brutvogel, erfolgreich	3090	0	11.06.-09.10.2007	VHF	153	5494	2572	359	283	144	5527	2002	346	243
Barbara	2007	Druiberg	Brutvogel, erfolgreich	740	5	15.06.-10.12.2007	VHF	169	7442	1872	427	339	229	3130	292	80	63
Gishild	2008	Querfurt	Brutvogel, erfolgreich	1070	0	05.06.-18.09.2008	VHF	104	1803	728	221	173	73	21335	24836	5367	4115
	2009		Brutvogel, erfolgreich	1070	0	02.04.-17.09.2009	VHF	114	1118	368	56	43	1	keine Homerange-Berchnung			
Alte Dame	2009	Speckberg	Brutvogel, erfolgreich	2270	0	10.06.-27.12.2009*	VHF	25	51	96	18	14	28	222	144	47	37
	2010		Brutvogel, erfolgreich	2276	0	07.01.-29.09.2010*	VHF	151	72	12	5	4	42	102	116	14	10
Lui	2010	Speckberg	Brutvogel, erfolglos	1510	0	03.06.-30.10.2010	GPS	292	11765	1170	256	195	120	333	408	81	61
Erik	2010	Querfurt	Brutvogel, erfolgreich	820	3	06.06.-10.10.2010	GPS	177	5319	1348	351	268	211	364	179	39	20
Svenja	2010	Queis	Brutvogel, erfolgreich?	1430	0	17.06.-26.09.2010	GPS	117	718	56	22	17	192	716	242	42	25

Da der Stichprobenumfang (die Anzahl der telemetrierten Rotmilane) für die Anwendung statistischer Verfahren relativ gering war, wurde neben einem multivariaten Verfahren (multiple Regression) auch eine einzelfaktorielle Analyse mit nicht-parametrischen Verfahren durchgeführt.

Keine der getesteten Variablen „Zahl der Ortungen“, „Sendertyp“, „Jahr“, „Untersuchungsgebiet“, „Region“ (Zusammenfassung der UG im Nordwesten bzw. im Süden), „Vorbrutzeit“ (Beginn der Aufzeichnungen bereits vor der Brutzeit versus Beginn nach dem Fang während der Brutzeit) und „Geschlecht“ hatte einen signifikanten Einfluss auf die Größe des Kernel95-Homerange (Tab. 3-12). In den Abb. 3-20 und 3-21 deutet sich an, dass eine geringe Zahl von Ortungen zu einem kleinen Homerange führen könnte. Die multiple Regression ergab jedoch auch für den Faktor „Zahl der Ortungen“ keinen signifikanten Zusammenhang mit der Größe des Homerange (Tab. 3-13).

3 Rotmilan

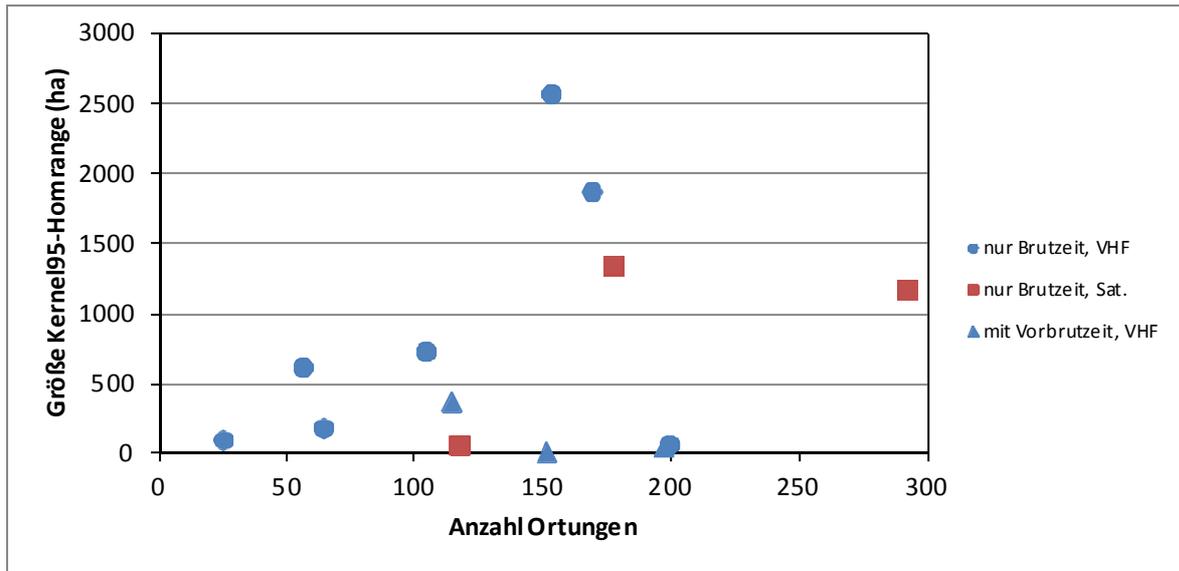


Abb. 3-20: Größe von Kernel95-Homeranges von Rotmilanen zur Brutzeit in Abhängigkeit zur Zahl der Ortungen.

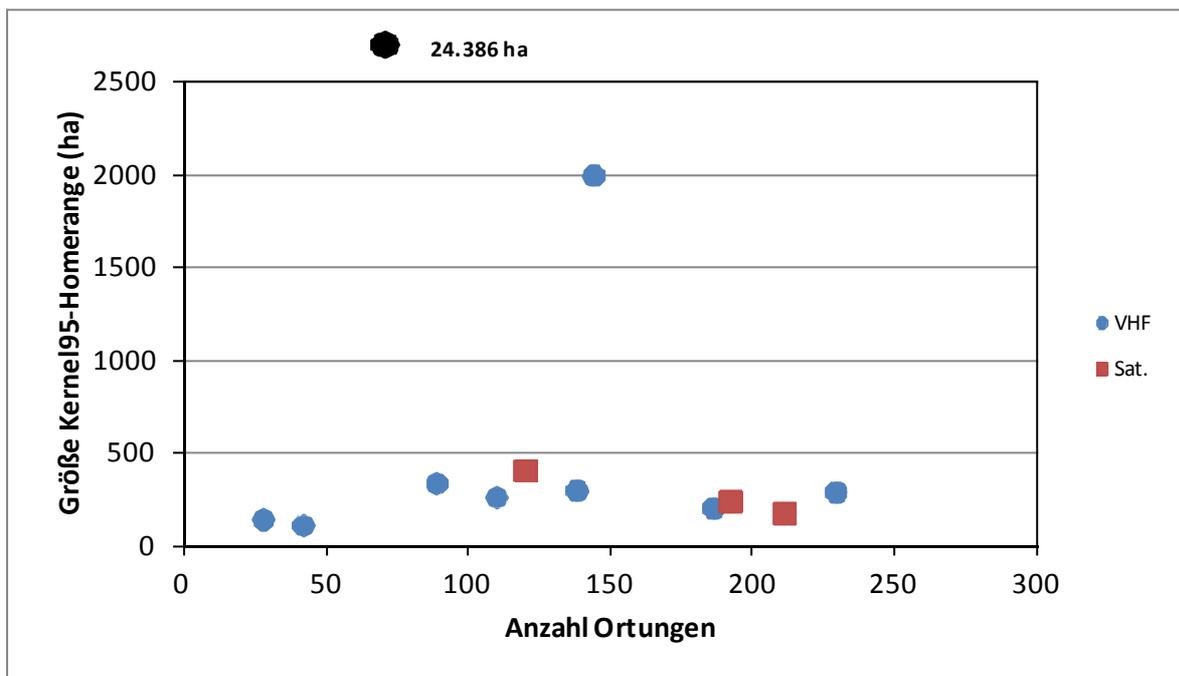


Abb. 3-21: Größe von Kernel95-Homeranges von Rotmilanen zur Nachbrutzeit in Abhängigkeit zur Zahl der Ortungen. Das schwarz gefärbte Symbol markiert einen Ausreißer mit 24.836 ha (Gishild im Jahr 2008).

3 Rotmilan

Tab. 3-12: Statistische Überprüfung des Zusammenhangs der Größe der Kerne195-Homeranges von Rotmilanen mit verschiedenen Faktoren. Df = Freiheitsgrade, P = Signifikanzniveau.

Datensatz	Variable	Statistisches Verfahren	Testvar.	Testgröße	df	p
Homerange zur Brutzeit	Anzahl Ortungen	Spearman-Rangkorrelationstest	rho	0,110		0,72
	Vorbrutzeit	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	3,457	1	0,06
	Sendertyp	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,257	1	0,61
	Jahr	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	1,421	3	0,70
	Untersuchungsgebiet	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	2,228	3	0,53
	Region	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,082	1	0,78
	Geschlecht	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,082	1	0,78
Homerange nach Brutzeit	Anzahl Ortungen	Spearman-Rangkorrelationstest	rho	0,042		0,90
	Sendertyp	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,077	1	0,78
	Jahr	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	5,150	3	0,16
	Untersuchungsgebiet	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	1,910	3	0,59
	Region	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,059	1	0,81
	Geschlecht	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,534	1	0,46
alle Homeranges	Anzahl Ortungen	Spearman-Rangkorrelationstest	rho	0,025		0,91
	Sendertyp	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,016	1	0,90
	Jahr	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	2,452	3	0,48
	Untersuchungsgebiet	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	4,287	3	0,23
	Region	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,507	1	0,48
	Geschlecht	Kruskal-Wallis-Test	Chi ²	0,192	1	0,66

Tab. 3-13: Ergebnisse einer multiplen Regressionsanalyse zur Erklärung der Größe von Kerne195-Homeranges von Rotmilanen.

Parameter		B	SE	t ₍₂₁₎	p
Konstante		-182727	411091,2	-0,444494	0,66
Geschlecht	M/W	911	2217,5	0,410947	0,69
Sender	VHS/Sat.	-588	2634,1	-0,223122	0,83
Vorbrutzeit	ja/nein	1497	2011,9	0,743879	0,47
Ortungen	stetig	-5	18,4	-0,294794	0,77

Die bei der Auswertung der Rotmilan-Telemetriedaten angewendeten statistischen Tests (Spearman Rangkorrelation, Kruskal-Wallis ANOVA, Mann-Whitney U-Test) gehören zu den nichtparametrischen Verfahren. Die Wahl dieser Verfahren ist dadurch bedingt, dass die vorliegenden Daten die Voraussetzungen für parametrische Tests nicht erfüllen. Die Normalverteilung der abhängigen Variablen ist nicht gegeben und auch die Datenhomogenitätskriterien sind verletzt (Levene's Test signifikant). Als sehr konservative Verfahren weisen Kruskal-Wallis- und Mann-Whitney U-Test eine größere Robustheit gegenüber Ausreißern und geringem Stichprobenumfang auf. Eine Ermittlung der Teststärke ist bei nichtparametrischen Tests schwierig und kann nur indirekt erfolgen. Bestimmte Anhaltspunkte dazu liefert Mumby (2002). Entscheidend dabei ist der Stichprobenumfang. Den Berechnungen von Castelloe (2000) für paarweise durchgeführte t-Tests folgend, nehmen wir an, dass der Stichprobenumfang (n) einen Wert von acht für jede Kategorie erreichen sollte, um eine

3 Rotmilan

Teststärke von 85 % bei einem Signifikanzniveau von 0,05 zu gewährleisten. Die Anzahl telemetriertes Rotmilane betrug zehn. Für die Berechnung der Homeranges wurden die Daten einzelner Saisons betrachtet, so dass mit einer Stichprobe von bis zu n=26 (13 x BZ, 12 x NBZ, 1 x Winter) kalkuliert werden konnte. Somit sind die Ergebnisse der meisten aufgeführten Tests als ausreichend aussagestark zu betrachten. Etwas kritischer müssen die Vergleiche der beiden Telemetrie-Methoden (VHF versus GPS) gesehen werden, da die Daten für die Satellitentelemetrie nur auf drei Individuen basieren.

Hier kann nicht mit absoluter Sicherheit davon ausgegangen werden, dass kein Unterschied zwischen den Methoden besteht. Da aber nicht, wie hätte erwartet werden können, die Satelliten-gestützten Sender zur Feststellung größerer Homeranges führten und die Signifikanzniveaus (vgl. Tab. 3-13) sehr niedrig lagen, konnten die Daten ohne die Ergebnisse zu verfälschen, gemeinsam weiter verwendet werden.

Alle statistischen Ergebnisse in den Tabellen 3-12 u. 3-13 zeigen damit, dass die gewonnenen Ergebnisse weder von der Art der Sender, noch von dem Zeitpunkt der Datenaufnahme (bereits zur Vorbrutzeit oder erst während der Brutzeit) noch von der Anzahl der Ortungen abhingen. Auch die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Region oder einem bestimmten Untersuchungsgebiet spielte offensichtlich keine Rolle. Schließlich gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Die Homeranges der telemetrierten Rotmilane waren im Mittel für beide Geschlechter im gesamten Jahresverlauf sehr groß (Tab. 3-14). Sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen waren die 2007-2010 ermittelten Homerange-Größen in Werte im äußeren oberen und unteren Bereich des Gesamtspektrums aufgespalten, während mittlere Größen unterrepräsentiert waren, so dass die Standardabweichung für fast alle berechneten Homeranges den Mittelwert überstieg. In allen Fällen handelte es sich um Brutvögel, die erfolgreich Jungvögel aufzogen bzw. diese im Einzelfall erst als große Nestlinge (nach der Beringung) verloren. Eine Verzerrung der Aktionsraumgrößen durch Einschluss von Nichtbrütern war also ausgeschlossen. Während der Brutzeit hatten Männchen im Mittel größere Homeranges, nach der Brutzeit die Weibchen, die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant (vgl. Tab. 3-14).

Tab. 3-14: Vergleich der Aktionsräume von Rotmilan-♂♂ und -♀♀ für Brut- und Nachbrutzeit (alle Sendervogel-Telemetriejahre 2007-2010 einbezogen).

	BZ				NBZ			
	MCP 95% (km ²)	Kernel (km ²)			MCP 95% (km ²)	Kernel (km ²)		
		95%	60%	50%		95%	60%	50%
♂♂ (n=6)								
X	39,18	9,70	1,86	1,40	12,98	5,73	1,10	0,77
Min	2,33	0,49	0,12	0,08	2,06	1,79	0,26	0,20
Max	117,65	25,72	3,59	2,83	55,27	20,02	3,46	2,43
SD	45,84	9,53	1,58	1,24	20,92	7,05	1,19	0,85
♀♀ (n=7)								
X	16,25	4,74	1,09	0,86	43,22	43,17	9,32	7,13
Min	0,51	0,12	0,05	0,04	1,02	1,16	0,14	0,10
Max	74,42	18,72	4,27	3,39	213,35	248,36	53,67	41,15
SD	26,43	6,64	1,59	1,26	84,10	100,52	21,73	16,67

3 Rotmilan

Verschiedene Raumnutzungstypen wurden auch innerhalb eines Brutpaares festgestellt: Während Barbarossa ein sehr kleines Homerange mit festen Bezugspunkten hatte, nutzte Barbara ein sehr großes Gebiet in räumlich abgewandter Richtung und flog teils 8-13 km weit zu gemähten Grünlandflächen.

Alle drei Sendervögel, die in zwei aufeinander folgenden Jahren telemetriert wurden (ein ♂, zwei ♀♀), zeigten dabei in beiden Jahren jeweils eine sehr ähnliche Raumnutzung, sowohl in Bezug auf die genutzten Landschaftsausschnitte als auch in Bezug auf die Homerange-Größe. Dies betraf auch die Nachbrutzeit. Diese Rotmilane hatten sich außerdem überwiegend auf jeweils einen Habitattyp zur Nahrungssuche fokussiert und diese Präferenz in beiden Jahren beibehalten. So nutzte Barbarossa überwiegend den Siedlungsbereich, Gishild den Tagebau und Alte Dame die Luzerneflächen im Umfeld des Horstgehölzes sowie Siedlungsrandbereiche.

Nach der Brutzeit dehnten die Rotmilane mit zuvor sehr kleinem Homerange (Barbarossa, Ramona, Alte Dame, Svenja) ihren Aktionsraum aus, während die Rotmilane mit zuvor großem Homerange (Karl, Barbara, Lui, Erik, auch Arthur mit in BZ großem Kernel95%) ihre Aktionsräume einschränkten. Infolge dessen waren in der Nachbrutzeit die Unterschiede der Homerangegrößen der Sendervögel geringer. Lediglich Karl und Gishild hatten auch dann noch deutlich größere Aktionsräume als die übrigen Vögel. Gishild war auch der einzige Rotmilan, der zur Brutzeit ein großes Homerange nutzte und dieses während der Nachbrutzeit nochmals vergrößerte. Dies beruhte auf der wechselnden Nutzung von zwei räumlich auseinander liegenden Aktionsraumkernen, wobei der Horstbereich jedoch bis kurz vor dem Abzug ins Überwinterungsgebiet noch wiederholt für mehrere Tage aufgesucht wurde (vgl. auch Kap. 3.3.2.2). Auch das MCP 95% von Barbara war in der Nachbrutzeit noch sehr groß, der Kernel95% lag aber im Wertebereich der übrigen Rotmilane.

Insgesamt ließ sich jedoch weder bei ♂♂ noch bei ♀♀ ein signifikanter Unterschied der mittleren Aktionsraumgrößen (MCP95%, Kernel 50, 60, 95 %, in allen Fällen $P > 0,05$, paarweise Tests nach Wilcoxon) zwischen Brut- und Nachbrutzeit nachweisen.

Lage des Horstes im Aktionsraum

Die Lage des Horstes innerhalb des Aktionsraumes variierte von relativ zentral bis peripher und änderte sich in einigen Fällen auch während des Jahres. So lag der Horst in der Brutzeit bei Karl und Barbara, in der Nachbrutzeit bei Lui sowie ganzjährig bei Gishild und Alte Dame peripher, sonst eher zentral.

Eine ausgeprägte Treue zum Horst bzw. zum engeren Horstumfeld auch nach der Brutzeit war bei allen Sendervögeln zu verzeichnen und der Horst befand sich bei allen Sendervögeln auch nach der Brutzeit noch innerhalb des 50 %- oder zumindest des 60 %-Kernel (siehe Anhang Kap. 1.2). Meist wurden die Rotmilane noch bis zum endgültigen Abzug ins Überwinterungsgebiet dort regelmäßig geortet. Der einzige im Brutgebiet überwinternde Rotmilan (Alte Dame) verblieb auch während der Wintermonate im gleichen Gebiet, wobei sich das Homerange im Laufe von zwei Telemetriejahren saisonal nur geringfügig veränderte.

3 Rotmilan

3.3.2.1.2 Entfernung der Ortungen zum Horst

In Abb. 3-22 und 3-23 sind die Telemetriedaten von zehn Sendervögeln hinsichtlich des Abstandes der Ortungen vom Horst dargestellt. Wie in Kap. 3.3.2.1.1 (letzter Absatz) dargestellt, zeigten alle Sendervögel vom Frühjahr (ab Ankunft im Brutgebiet bzw. ab Besenderung) bis zum Abzug ins Winterquartier eine deutliche Horstbindung, so dass für diese Fragestellung die Ortungen aus Brut- und Nachbrutzeit zusammengefasst wurden. Lediglich Ortungen im Horstnahbereich (< 50 m) wurden nicht einbezogen, da sie dem Aufenthalt am Horst zugerechnet werden und somit keine aktive Fortbewegung in die Landschaft hinaus darstellen. Für drei Rotmilane (Barbarossa, Gishild und Alte Dame) gingen jeweils zwei Jahre in die Berechnung der individuellen Abstandskurve ein.

Die Mittelwertskurve (gebildet als arithmetisches Mittel aus den zehn einzelnen Kurven) steigt bis zu einem Abstand von ca. 1.700 m vom Horst relativ steil an und flacht danach sukzessiv ab. Die individuelle Variation ist beträchtlich und infolge dessen ist auch die Standardabweichung relativ groß. Als Grundtypen sind einerseits Rotmilane mit einem hohen Anteil an Ortungen im Horstumfeld (bei 1.700 m bereits > 90 % der Ortungen erreicht: Alte Dame, Svenja) und Rotmilane mit geringerem Anteil an Ortungen im Horstumfeld zu unterscheiden. Letztere unterteilen sich wiederum in Rotmilane mit gleichmäßigem Kurvenverlauf (Ortungen verteilen sich bis 1.700 m relativ gleichmäßig auf alle Abstandsklassen, wobei die Kurve leicht abflacht, bei 1.700 m aber erst 55-67 % der Ortungen erreicht sind: Karl, Barbara, Gishild, Lui, d.h. die Rotmilane mit den größten Homeranges) und Rotmilane mit starkem Kurvenanstieg zwischen 900 m und 1.700 m (infolge dessen sind bei 1.700 m bereits > 80 % der Ortungen erreicht: Arthur, Barbarossa, Ramona, Erik).

Im Mittel fanden im Abstand von 50 bis zu 1.000 m vom Horst 54 % aller Ortungen der Sendervögel statt. Insgesamt stellte sich die Häufigkeitsverteilung der Entfernung der Ortungen vom Horst für alle Sendervögel mit 54 % (0,05-1,0 km), 27 % (1,01-2,0 km), 6 % (2,01-3,0 km), 4 % (3,01-5,0 km) und 9 % (> 5,01 km) dar, wobei 3 % aller Ortungen auf Entfernungen > 9 km entfielen.

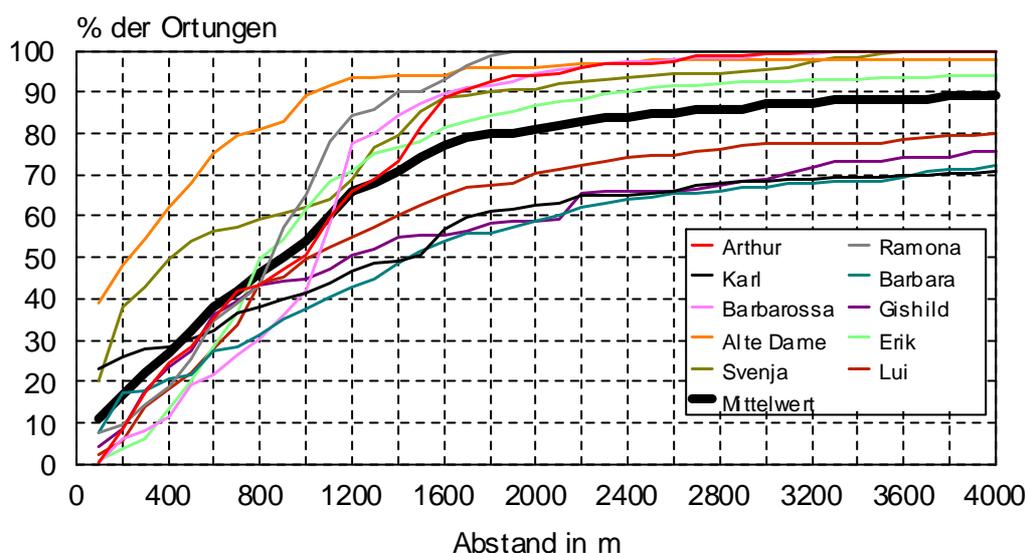


Abb. 3-22: Abstand der Ortungen von Rotmilanen zum Horst anhand der Telemetriedaten der Jahre 2007-2010, Anzahlen für jeden Sendervogel nach zunehmendem Abstand bis 4.000 m prozentual aufsummiert, Ortungen im direkten Horstumfeld (< 50 m) gelten als Aufenthalt am Horst (Wertetab. s. Tab. Anh. 1-21).

3 Rotmilan

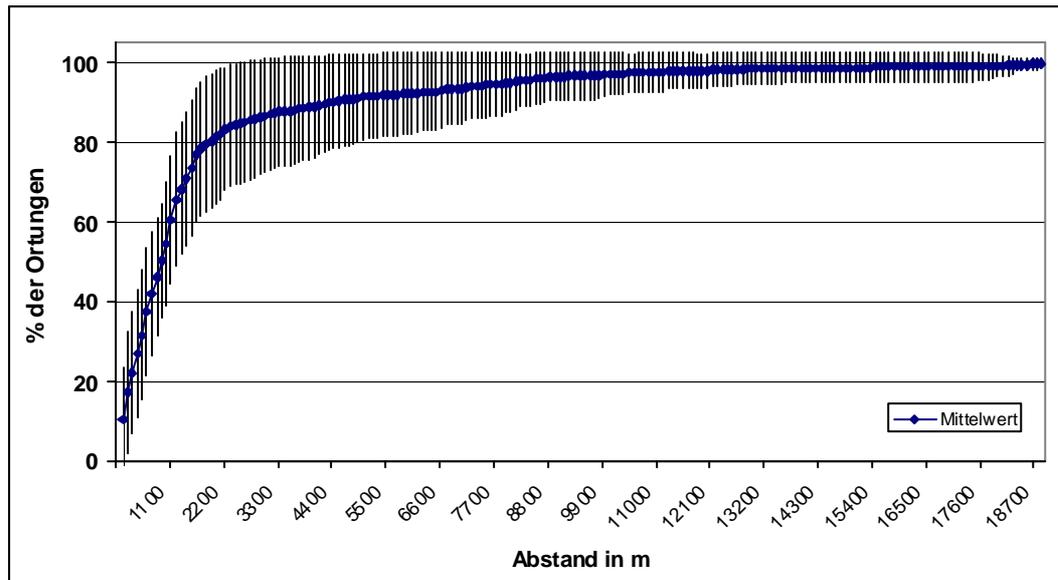


Abb. 3-23: Abstand der Ortungen von Rotmilanen zum Horst anhand der Telemetriedaten der Jahre 2007-2010, Mittelwert aller Sendervögel (mit Standardabweichung) nach zunehmendem Abstand bis zum Maximalabstand bei 100 % prozentual aufsummiert.

3.3.2.1.3 Annäherung an WKA und Aufenthalt im Windpark

Annäherungen an Windparks bzw. WKA auf einen Abstand von weniger als 300 m (Windparkeffektfläche) wurden anhand der telemetrischen Ortungen für alle Sendervögel nachgewiesen (Tab. 3-15, Abb. 3-24). Auch Rotmilane, die in größerer Entfernung von den WKA brüteten (2 bis 3 km, vgl. Kap. 3.3.2.1.1), wie z.B. Karl und Alte Dame, näherten sich vereinzelt auf unter 300 m oder sogar 75 m an Windparks bzw. an WKA an.

Bei den im Abstand von < 1.000 m zu WKA brütenden Vögeln waren Annäherungen an Windparks bzw. WKA häufiger, sowohl im 300-m-Puffer als auch im Nahbereich (Windparkstandfläche) < 75 m (vgl. Tab. 3-15 und Abb. 3-24). Individuell abweichend verhielt sich nur das Brutpaar Barbarossa (kleines, vom Windpark weg orientiertes Homerange während BZ und NBZ, in beiden Untersuchungsjahren) und Barbara (weite Nahrungsflüge in Windpark abgewandte Richtungen bzw. später kleines, überwiegend vom Windpark weg orientiertes Homerange). Die höchsten Nachweisfrequenzen in Windparks wurden im UG Querfurt bei den in < 500 m Entfernung zu WKA brütenden Vögeln, Arthur (Anteil der Ortungen < 75 m = 18,04 %, < 300 m = 51,55 %) und Ramona (Anteil der Ortungen < 75 m = 12,07 %, < 300 m = 44,25 %) festgestellt. Der Zusammenhang zwischen dem Abstand Horst-WKA und dem Anteil der Ortungen im Puffer Windpark+300 m, im Puffer Windpark+75 m und der größten Annäherung an WKA war jeweils statistisch signifikant (Tab. 3-16).

Zu beachten ist, dass aufgrund der unterschiedlichen Berechnungsansätze für die Parameter „größte Annäherung an WKA“ (= bilaterale Distanzmessung zwischen Ortungspunkt und WKA-Mittelpunkt) und „Ortung im Puffer Windpark“ (= Lage innerhalb einer als mit WKA belegten Windparkfläche) vorkommen kann, dass Ortungen im WP+75 Puffer lagen, obwohl die direkte Entfernung zur nächsten WKA größer als 75 m war. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn sich Vögel innerhalb von Windparks aufhalten, deren WKA mehr als 150 m voneinander entfernt sind, was aus Gründen der Windausbeute in WP nicht selten ist. Vgl. dazu Kap.

3 Rotmilan

3.2.3.2.2, dort ist unter der Überschrift Annäherung an WKA und Aufenthalt im Windpark die Bezugsflächenermittlung für die Flächenausdehnung WP+75 m und WP+300 m erläutert.

Der für den Rotmilan Erik 2010 vergleichsweise hohe Anteil von Ortungen im Nahbereich WP+75 m und die starke Annäherung bis an den Mastfuß (Tab. 3-15) sind vermutlich zum Teil auf einen dort zeitweise lagernden Stalldunghaufen zurück zu führen. Im Jahr 2011 wurde an gleicher Stelle (ca. 30 m vom Mastfuß) ein Misthaufen angelegt, welcher ebenfalls von Erik sehr stark frequentiert wurde. Die letzte GPS-Ortung von Erik Mitte Mai 2011 stammte direkt von dieser WKA, danach wurde der Vogel nicht mehr geortet (weder ARGOS- noch GPS-Signal). Bei einer Nachsuche im Umfeld der WKA wurde am 21.5.2011 ein toter Rotmilan gefunden. Dabei handelte es sich jedoch nicht um Erik, so dass mit großer Wahrscheinlichkeit an dieser WKA während der Brutzeit 2011 mindestens zwei Rotmilane innerhalb kurzer Zeit verstorben sind.

Tab. 3-15: Ortungen der besenderten Rotmilane im Windpark (Windparkfläche und Außenpuffer) anhand der Telemetriedaten der Jahre 2007-2010, Reihenfolge der Vögel entsprechend Abstand zwischen Horst und WKA. * = Rotmilan verließ das UG zu Beginn der BZ.

	Jahr	Abstand Horst - nächste WKA	Anzahl Ortungen gesamt	Ortungen im Puffer WP+300 m		Ortungen im Puffer WP+75 m		größte Annäherung an WKA:
				Anzahl	%	Anzahl	%	
Karl	2007	3.090 m	297	1	0,34	1	0,34	189 m
Alte Dame	2009	2.270 m	72	0	0	0	0	1943 m
	2010	2.276 m	202	1	0,50	0	0	218 m
Lui	2010	1.510 m	412	20	4,85	1	0,24	39 m
Svenja	2010	1.430 m	309	13	4,21	6	1,94	78 m
Gishild	2008	1.070 m	177	8	4,52	1	0,56	196 m
	2009	1.070 m	115	2	1,74	2	1,74	371 m
Erik	2010	820 m	388	64	16,49	19	4,90	5 m
Barbara	2007	740 m	398	7	1,76	1	0,25	103 m
Barbarossa	2007	740 m	385	15	3,90	0	0	106 m
	2008	780 m	285	9	3,16	1	0,35	114 m
Arthur	2007	430 m	194	100	51,55	35	18,04	30 m
Ramona	2007	730 m	174	77	44,25	21	12,07	9 m
	2008*	260 m	47	8	17,02	3	6,38	85 m

3 Rotmilan

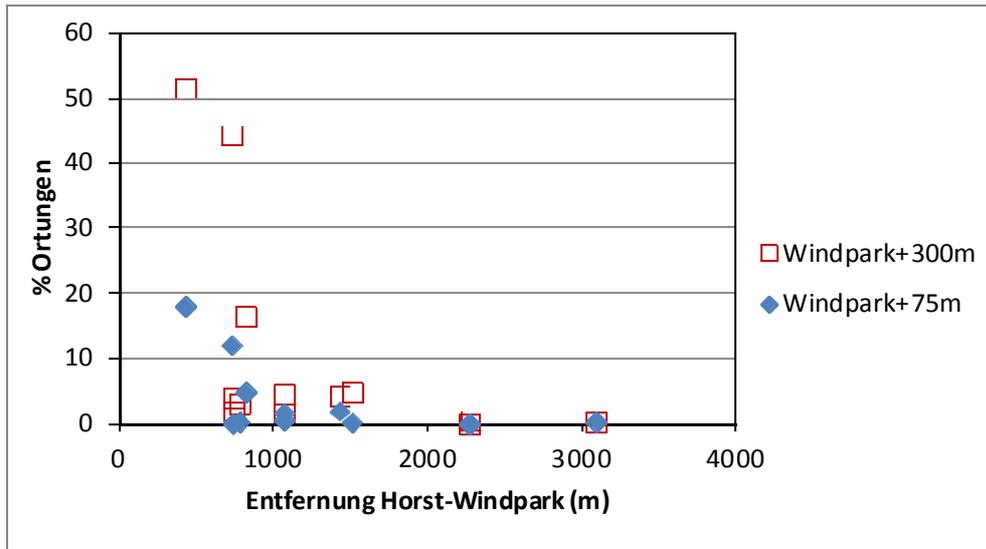


Abb. 3-24: Anteil von Ortungen von Rotmilanen in Windparks (Windparkinnenfläche und Außenpuffer ab Mastmittelpunkt von 75 bzw. 300 m) in Relation zum Abstand des Horstes von der nächsten WKA des Windparks anhand der Telemetriedaten der Jahre 2007-2010.

Überlagerungen von Kernel95-Homeranges mit der Windparkstand- bzw. der Windparkeffektfläche traten zur Brutzeit bei sechs verschiedenen Sendervögeln und während der Nachbrutzeit bei acht verschiedenen Sendervögeln auf (Abb. 3-25, Anhang Kap. 1.2, Tab. Anh. 1-17 u. 18). Dies betraf alle Rotmilane, die bis zu 1,5 km von den WKA entfernte Horste hatten. Lediglich für Karl und Alte Dame, die > 2 km entfernt von den WKA brüteten, wurden keinerlei flächige Überlagerungen festgestellt. Während der Brutzeit wurden bei den Sendervögeln mit Überlagerungen von Kernel95-Homeranges mit einer Ausnahme (Gishild) auch Überlagerungen mit den Kernel60- und, mit wiederum einer Ausnahme (Lui), auch den Kernel50-Homeranges verzeichnet (vgl. Übersicht Anhang Kap. 1.2 Tab. Anh. 1-17 u. 18). Die Größe der Flächenüberlagerungen hing statistisch signifikant mit der Entfernung des Horstes zu den Windparkstandflächen (Windparkpolygon zzgl. 75 m Puffer) und der Windparkeffektfläche (Windparkpolygon zzgl. 300 m Puffer) zusammen (Tab. 3-16).

3 Rotmilan

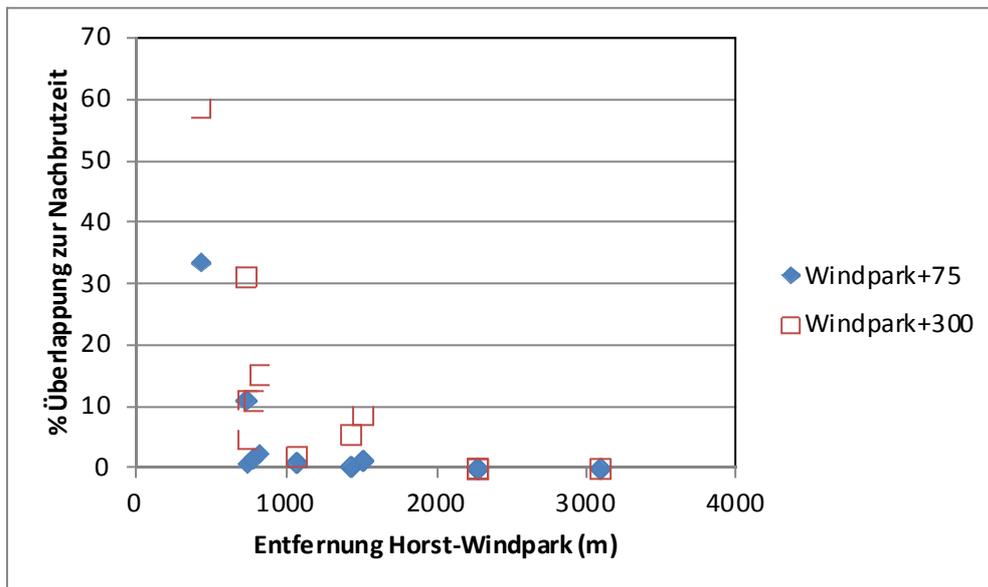
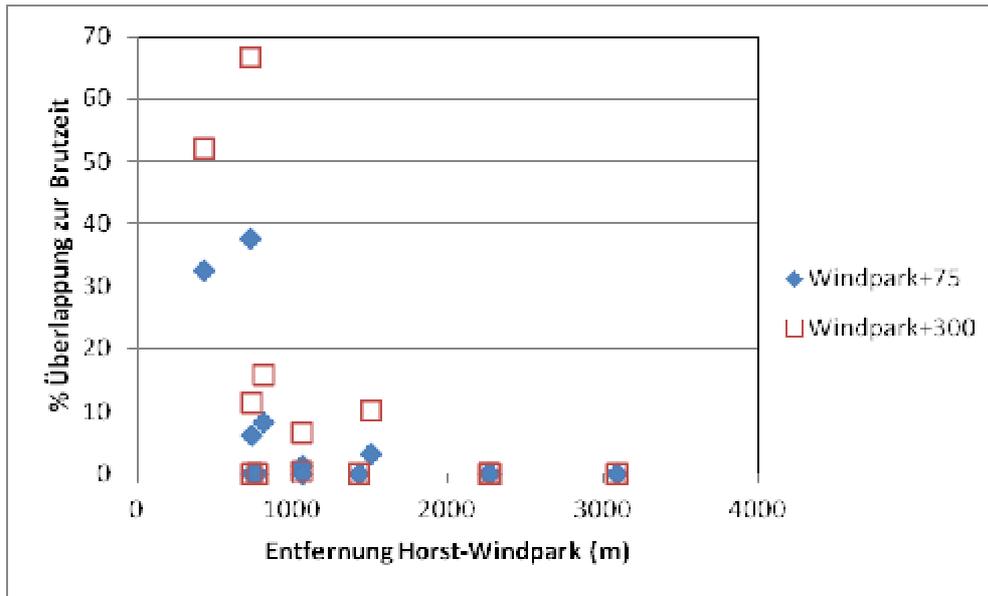


Abb. 3-25: Überlagerungen von Kernel95-Homeranges von Rotmilanen mit Windparkstandfläche (Windparkpolygon zzgl. 75 m Puffer) und Windparkeffektfläche (Windparkpolygon zzgl. 300 m Puffer) in Relation zum Abstand des Horstes von der nächsten WKA des Windparks anhand der Telemetriedaten der Jahre 2007-2010.

Tab. 3-16: Ergebnisse von Rang-Korrelationstests nach Spearman zum Zusammenhang von der Entfernung von Rotmilan-Horst und nächstgelegener WKA des Windparks und der Überlappung von Homerange (Kernel95) mit Windparkstandfläche (Windparkpolygon zzgl. 75 m Puffer) und Windparkeffektfläche (Windparkpolygon zzgl. 300 m Puffer) bzw. dem Anteil der Ortungen.

Maß	Referenz	Saison	rho	p
Überlappung Homerange	Windpark + 75m	Brutzeit	-0,62	0,023
Überlappung Homerange	Windpark + 300m	Brutzeit	-0,63	0,022
Überlappung Homerange	Windpark + 75m	Nachbrutzeit	-0,67	0,012
Überlappung Homerange	Windpark + 300m	Nachbrutzeit	-0,72	0,005
Anteil der Ortungen	Windpark + 75m		-0,60	0,023
Anteil der Ortungen	Windpark + 300m		-0,71	0,004

3 Rotmilan

Nach der Brutzeit nahm die Flächengröße der Überlagerung für alle Kernel-Homeranges (95 %, 60 %, 50 %) ab, allerdings nicht statistisch signifikant (Wilcoxon Paarvergleichstests; Windpark+75 m: $V=31$, $p=0,34$; Windpark+300 m: $V=19$, $p=0,72$). Am deutlichsten reduzierten sich die Überlagerungen der 50-60 %-Kernels, wo in der Nachbrutzeit nur noch bei den am dichtesten an WKA brütenden Vögeln (Arthur, Ramona) Überlagerungen von > 10 % mit der Windparkstandfläche (+75 m) bzw. > 30 % mit der Windparkeffektfläche (+300 m) auftraten (vgl. Übersicht im Anhang: Tab. Anh. 1-17 u. 1-18, Abb. Anh. 1-17 u. 1-18).

Als beeinflussende Komponenten spiegeln sich in den Flächenüberlagerungen neben der Entfernung des Horstes von den WKA und der Größe des Homeranges auch die räumliche Orientierung des Homeranges (bevorzugte Nutzung bestimmter Richtungssektoren, räumliche Verteilung attraktiver bzw. unattraktiver Nahrungsflächen) sowie auch des Windparks (Anzahl der WKA im Nahbereich < 1.000 m, Anordnung der WKA) wider. Am eindeutigsten ersichtlich ist die Bedeutung der Entfernung zwischen Horst und WKA und der Anzahl der WKA innerhalb von 1.000 m Entfernung vom Horst: So hatten alle < 1.000 m von der nächsten WKA brütenden Rotmilane während der Brutzeit flächige Überlagerungen mit Windparkeffektflächen und vier der sechs Individuen auch mit den Windparkstandflächen, und zwar auch der Kernbereiche mit 50%iger Aufenthaltswahrscheinlichkeit, wohingegen nach der Brutzeit, d.h. nach Wegfall des erhöhten Nahrungsbedarfes der Jungenaufzucht, diese Bereiche in geringerem Umfang aufgesucht wurden. In allen Fällen befanden sich jeweils sogar mehrere WKA innerhalb eines 1.000-m-Radius um den Horst. Einzige Ausnahme unter den nah an WKA brütenden Rotmilanen war Barbarossa, der in beiden Jahren ein vom Windpark weg orientiertes und sehr kleines Homerange besaß (Siedlungsbereich Badersleben). Dieser Vogel flog erst nach der Brutzeit in den Windparkbereich und es ergaben sich auch dann nur kleine Überschneidungsbereiche und nur mit dem Kernel 95%.

Die Bedeutung von Größe und Orientierung des Homeranges für das Entstehen von Flächenüberlagerungen mit Windparks zeigt sich an allen Sendervögeln. So ergeben sich bei nah an WKA brütenden Rotmilanen schon bei kleineren Kernel-Homeranges anteilig sehr große Flächenüberlagerungen (z.B. Arthur, Ramona, Erik) und erst recht bei großen Homeranges (z.B. Barbara). Ausnahmen kamen nur vor infolge individueller Fokussierung auf spezielle, nur in windparkabgewandter Richtung verfügbare Nahrungsressourcen (Barbarossa: Siedlungsbereich Badersleben).

Bei 1.000-2.000 m von WKA entfernt brütenden Rotmilanen hatten selbst größere Homeranges sowohl anteilig als auch absolut deutlich geringere Flächenüberlagerungen zur Folge (z.B. Gishild, Svenja, Lui). Luis Homerange hat infolge seiner sehr großen Mobilität speziell zur Brutzeit hierbei noch die mit Abstand größten Überlagerungsflächen.

Bei > 2.000 m von WKA entfernt brütenden Rotmilanen führten weder große (Karl) noch kleine (Alte Dame) Homeranges zu Überschneidungen mit Windparkflächen, auch wenn vereinzelte Ortungen Annäherungen auf unter 300 m an WKA heran belegen.

3.3.2.1.4 Möglichkeiten der Verminderung der Überlagerungen von Homeranges mit Windparkflächen durch Einhalten eines WKA-freien Bereiches

Inwieweit das Einhalten eines WKA-freien Bereiches von 1.000 m um den Horst bei Zugrundelegung der telemetrisch nachgewiesenen Raumnutzung der Rotmilane flächige Überlagerungen von Kernel-Homeranges mit Windparkflächen vermindert bzw. vermieden hätte, ist in

3 Rotmilan

Tab. 3-17 für den Bereich Windpark + 75 m und in Tab. 3-18 für den Bereich Windpark + 300 m aufgeführt. Eine 1.000-m-Tabuzone um den Horst entspricht der Abstandsempfehlung der Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007). Für WKA-Horst-Distanzen zwischen 1.250 m und 1.500 m wurde im Rahmen des Projektes anhand von Modellrechnungen nachgewiesen, dass sich das Kollisionsrisiko pro Vogel und Saison gegenüber der Abstandsklasse 1.000-1.250 m nochmals sprunghaft verringert (von 3,5 % auf 1,2 %, entsprechend einer Risikoreduktion um >65 %, vgl. Kap. 6.3), wohingegen bei weiterer Distanzausweitung keine deutliche Reduktion mehr erfolgt. 2011 erfolgte durch die Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW) eine grundlegende Überarbeitung der Abstandsempfehlungen von 2007. Der vorliegende, noch in der Diskussion befindliche Entwurf sieht vor, den Abstand zwischen Rotmilanhorst und WKA auf 1.500 m anzuheben (LAG VSW 2012). Da die Überschneidungen der Homeranges mit den um den Windpark gelegten Pufferradien im Sinne eines Wirkraumes betrachtet werden, betragen die exakten Abstände zwischen Horst und Mastmittelpunkt im Bereich Windpark + 75 m 1.075 m bzw. 1.325 m und für den Bereich Windpark + 300 m 1.300 m bzw. 1.550 m. Berücksichtigt werden konnten acht verschiedene Rotmilane, von denen sechs während der Brut- und alle acht während der Nachbrutzeit Flächenüberlagerungen ihrer 95%-Kernel-Homeranges, und zu meist auch der 60%- und 50%-Kernel-Homeranges mit Windparkflächen aufwiesen (vgl. Kap. 3.3.2.1.3 und Übersicht im Anhang). Die für die für die besenderten Vögel ermittelten Homeranges können den im Anhang enthaltenen Abbildungen Abb. Anh. 1-7 bis 1-16 entnommen werden und die Überlagerungen zwischen Homerange und Windparkflächen werden in der Tabelle Tab. Anh. 1-17 und 1-18 aufgeführt. Tab. Anh. 1-19 und 1-20 zeigen die Verringerungen bestehender Flächenüberlagerungen von Kernel-Homeranges einzelner Vögel mit der Windparkstandfläche bzw. der Windparkeffektfläche durch Tabuzonen um die Horststandorte der jeweiligen Rotmilane zur Brutzeit (Tab. Anh. 1-19) und außerhalb der Brutzeit (Tab. Anh. 1-20).

Bei den vier Sendervögeln (Arthur, Ramona, Barbara, Erik), die während der Brutzeit Flächenüberlagerungen der Kernel-Homeranges mit den Windparkflächen (WP+75 m, WP+300 m) aufwiesen und dabei in < 1 km Abstand zu den WKA brüteten, konnte durch eine WKA-freie Zone ab 1.000 m die Flächenüberlagerung vermindert werden (Tab. 3-17 u. 3-18). Bei zwei Rotmilanen (Gishild, Lui), die > 1.000 m entfernt von WKA entfernt brüteten, ließ sich weder durch 1.000 m noch durch 1.250 m Abstandszone die Überlagerung von Windpark- und Homerange-Flächen während der Brutzeit verringern. Die übrigen beiden Rotmilane wiesen keine brutzeitliche Überlagerung auf.

Während der Nachbrutzeit konnte bei allen fünf Rotmilanen (Barbarossa, Arthur, Ramona, Barbara, Erik), die Flächenüberlagerungen mit den Windparkflächen (WP+75 m, WP+300 m) aufwiesen und dabei in < 1 km Abstand zu den WKA brüteten, die Überlagerung ab einer WKA-freien Zone von 1.000 m reduziert werden. Bei den drei in > 1 km Abstand brütenden Rotmilanen mit Flächenüberlagerungen (Gishild, Lui, Svenja) wurde durch die WKA-freien Zonen keinerlei Flächenreduktion erzielt. Bei keinem der Rotmilane reichten WKA-freie Zonen von 1.000 m jedoch aus, um während der Brutzeit das Kernel95% von Flächenüberlagerungen mit Windparkflächen frei zu stellen.

Auch bei 1.250 m Abstandszone gelang es lediglich bei Ramona, die Überlagerung völlig zu vermeiden. Für die weit kleineren Kernel 50-60 % gelang es nur bei zwei Rotmilanen (Ramona ab 1.000 m, Barbara ab 1.250 m), diese während der Brutzeit überlagerungsfrei zu

3 Rotmilan

gestalten. In allen anderen Fällen blieben Überlagerungen bestehen. Auch unter Einhaltung von WKA-freien Zonen stellen mit WKA belegte Bereiche somit oft noch Teile von Rotmilan-Homeranges dar und es verbleibt somit ein zusätzliches Risiko für die im Umfeld brütenden Rotmilane. Tabuzonen können jedoch beträchtliche Reduktionen, wenn auch nicht unbedingt Vermeidungen, von Flächenüberlagerungen zwischen Homeranges und Windparkflächen gewährleisten.

Tab. 3-17: Verminderung der Flächenüberlagerungen der Kernel95/60/50-Homeranges der besenderten Rotmilane (Brut- und Nachbrutzeit) mit der Windparkstandfläche (= Windpark +75-m-Puffer, d. h. Abstand Horst-WKA = 1.075 m bzw. 1.325 m) durch Einhaltung einer WKA freien Zone um den Horst. Nur Sendervögel enthalten, die tatsächlich Flächenüberlagerungen in Brut- oder Nachbrutzeit aufwiesen. BZ: Brutzeit; NBZ: Nachbrutzeit; x: Mittelwert; SD: Standardabweichung.

	Tabuzone 1.000 m		Tabuzone 1.250 m	
	BZ (n=6)	NBZ (n=8)	BZ (n=6)	NBZ (n=8)
Kernel 95 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 75 m in %				
x	-24,79	-74,10	-41,30	-92,23
SD	30,67	27,73	37,77	16,27
min	0	-27,4	0	-59,39
max	-82,9	-100	-100	-100
Kernel 60 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 75 m in %				
x	-28,70	0	-47,22	-3,44
SD	39,97	0	46,38	8,43
min	0	0	0	0
max	-100	0	-100	-20,66
Kernel 50 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 75 m in %				
x	-34,52	0	-50,49	0
SD	44,62	0	47,36	0
min	0	0	0	0
max	-100	0	-100	0

Tab. 3-18: Verminderung der Flächenüberlagerungen der Kernel95/60/50-Homeranges der besenderten Rotmilane (Brut- und Nachbrutzeit) mit der Windparkeffektfläche (= Windpark +300-m-Puffer, d. h. Abstand Horst-WKA = 1.300 m bzw. 1.550 m) durch Einhaltung einer WKA freien Zone um den Horst. Nur Sendervögel enthalten, die tatsächlich Flächenüberlagerungen in Brut- oder Nachbrutzeit aufwiesen. BZ: Brutzeit; NBZ: Nachbrutzeit; x: Mittelwert; SD: Standardabweichung.

	Tabuzone 1.000 m		Tabuzone 1.250 m	
	BZ (n=6)	NBZ (n=8)	BZ (n=6)	NBZ (n=8)
Kernel 95 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 300 m in %				
x	-27,78	-78,89	-41,28	-91,68
SD	29,89	22,04	37,75	14,85
min	0	-40,42	0	-63,36
max	-81,43	-100	-99,54	-100
Kernel 60 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 300 m in %				
x	-36,63	-59,39	-52,49	-61,40
SD	40,40	48,79	45,74	49,11
min	0	0	0	0
max	-100	-100	-100	-100
Kernel 50 %, Verringerung der Flächenüberlagerung mit WP + 300 m in %				
x	-41,63	-48,91	-56,00	-50
SD	44,87	53,63	47,01	54,77
min	0	0	0	0
max	-100	-100	-100	-100

3.3.2.2 Tagestracking

3.3.2.2.1 Tages-Aktionsräume der einzelnen Sendervögel

Das Tagestracking wurde bei sechs verschiedenen Rotmilanen an insgesamt 20 Tagen durchgeführt. Dabei handelte es sich um drei Männchen (Karl und Barbarossa im UG Druiberg, Arthur im UG Querfurt) und um drei Weibchen (Ramona und Gishild im UG Querfurt, Alte Dame im UG Speckberg). Details zu den Beobachtungen finden sich im Anhang in Kap. 1.3. Abb. 3-26 und 3-27 stellen den Streckenanteil der Flugbewegungen für jedes Tagestracking innerhalb von 500-m-Entfernungsklassen um den Horst dar.

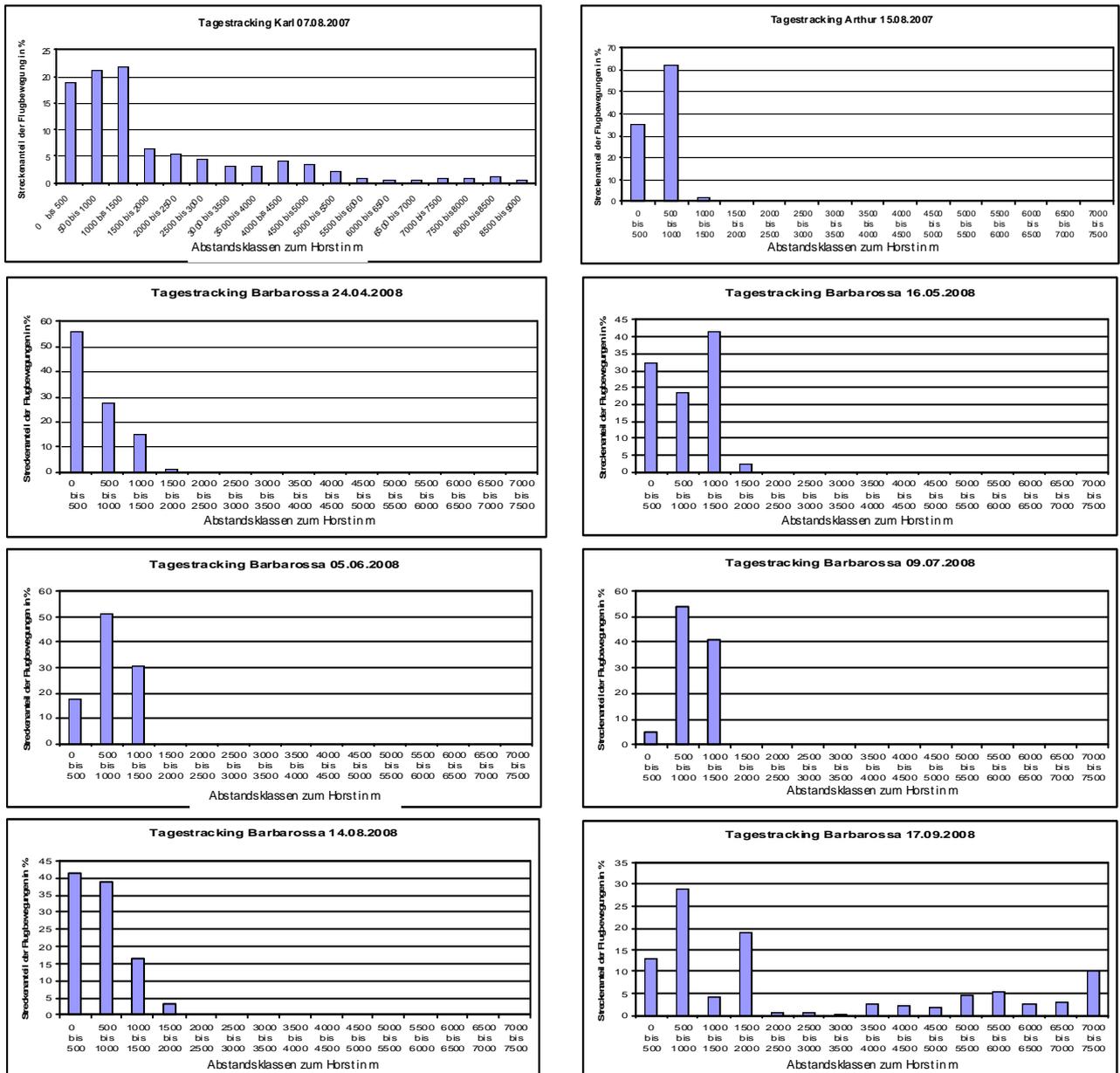


Abb. 3-26: Streckenanteil der Flugbewegungen der Rotmilan-Männchen Karl, Arthur und Barbarossa während der Tagestrackings 2007 und 2008 innerhalb von 500-m-Entfernungsklassen um den Horst.

3 Rotmilan

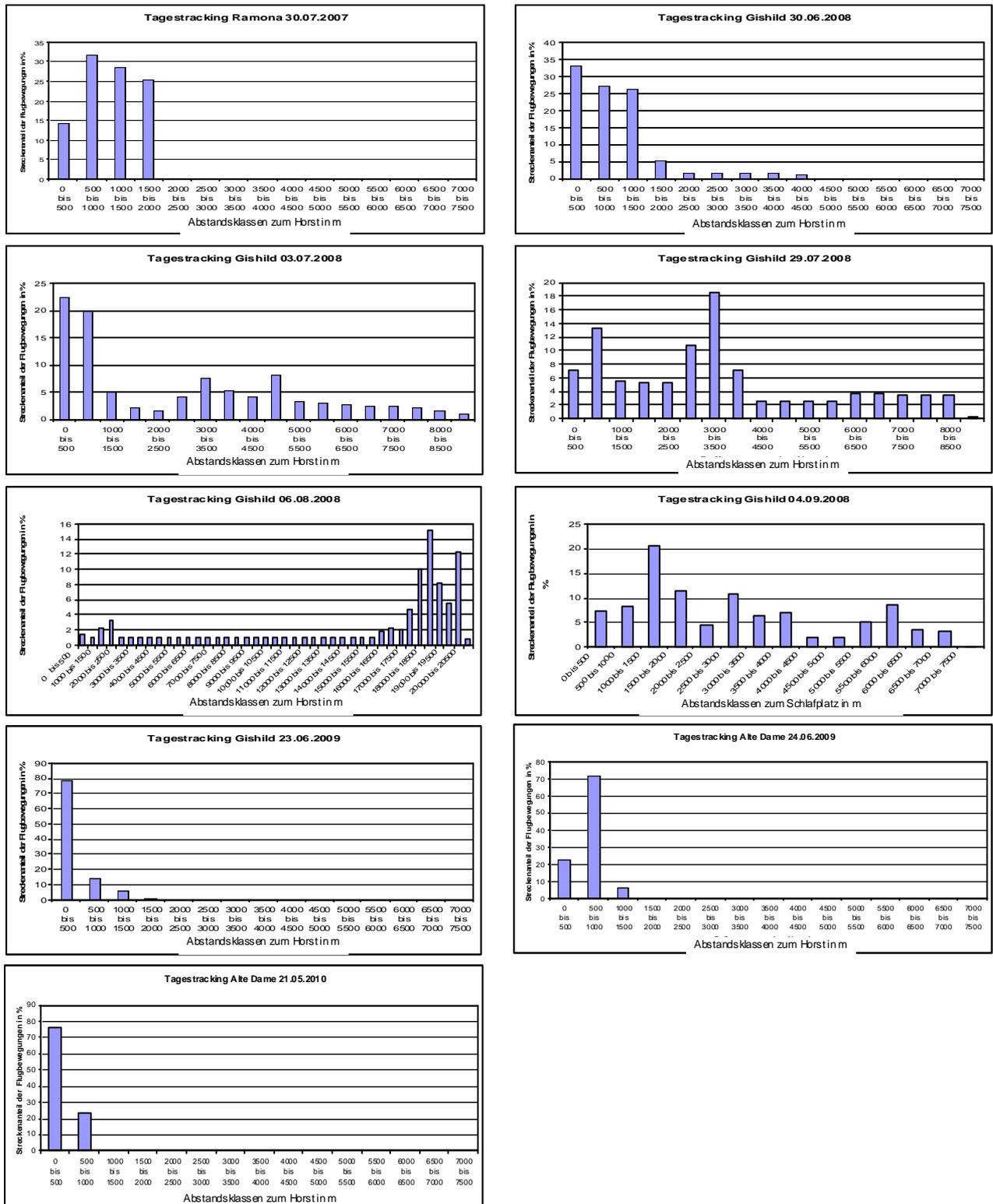


Abb. 3-27: Streckenanteil der Flugbewegungen der Rotmilan-Weibchen Ramona, Gishild und Alte Dame während der Tagestrackings 2007 bis 2010 innerhalb von 500-m-Entfernungsklassen um den Horst bzw. um den Schlafplatz. Nicht dargestellt sind zwei Tagestrackings von Alte Dame, bei denen der Vogel lediglich auf dem zum Horst benachbarten Luzernestreifen Nahrung suchte und nur minimale Flugstrecken zurückgelegt wurden.

3.3.2.2 Tages-Aktionsräume und Tages-Aktivität

Tab. 3-19 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die 20 Tagestrackings, die in den Jahren 2007 bis 2010 durchgeführt wurden.

Die Vögel verbrachten im Mittel etwa ein Viertel des Tages (arithm. Mittel: 24,5 %, SD: 21,2 %, n = 20 Tage) zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang fliegend, während sie drei Viertel des Tages saßen. Die Werte zeigen eine sehr große Spannweite, von einer täglichen Flugzeit von 00:11 h bis zu 12:20 h.

Die bei den drei Männchen ermittelte Flugaktivität war höher (arithm. Mittel: 31,2 %, SD: 22,6 %, n = 8) als die bei den drei Weibchen ermittelte (arithm. Mittel: 20,0 %, SD: 20,0 %, n = 12). Brütende Weibchen flogen kaum (siehe z.B. Alte Dame im Jahr 2010), Männchen vor allem während der Bebrütungszeit und der Aufzuchtzeit der Jungvögel dagegen sehr viel (siehe Barbarossa im Jahr 2008), wobei die Flugaktivität nach der Aufzuchtzeit wieder abnahm. Tendenziell flogen auch Weibchen während der Jungenaufzucht im Juni deutlich mehr als in den Monaten danach. Es gab aber auch starke individuelle Unterschiede.

Je Tag bestand im Mittel in 02:12 h (n = 20) kein direkter (Sicht)-Kontakt zu den Vögeln. Geht man davon aus, dass sich die Vögel in dieser Zeit genau so verhalten haben, wie in der Zeit, in der ihr Verhalten bekannt war, so würden sich daraus weitere 33 Flugminuten ergeben. Zusammen mit der beobachteten Flugdauer ergibt sich damit eine mittlere tägliche Flugdauer von 03:47 h.

Fasst man die Flugstrecken aller Tagestrackings zusammen, mit Ausnahme von Gishild am 04.09.2008, als der Horst nicht Zentrum der Aktivität war, so konnten die Rotmilane über eine Gesamtflugstrecke von 1.618 km beobachtet werden. 36,0 % davon fanden bis zu einem Abstand von 500 m um den Horst statt, weitere 34,4 % im Sektor zwischen 500 und 1.000 m (Abb. 3-28). 17 % der Flugstrecke während der Tagestrackings fand in Entfernungen zwischen 1.000 m und 1.500 m, und nur 12,6 % in Entfernungen > 1.500 m statt. Auch bei den Flugaktivitäten wurden große individuelle Unterschiede festgestellt. Im Mittel umfassten die täglichen Flugstrecken 90,1 km (SD 76,8 km, n = 20), wobei die Spanne von 6,7 km bis 320,1 km reichte.

Das Tages-Homerange, also der je Tag genutzte Raum entsprechend Definition unter Kap. 3.2.3.3.2, hatte eine Größe von 298 ha (SD 306 ha, n = 20), mit einer Spanne von 1 ha bis 1.135 ha. Die bei den drei Männchen festgestellten täglichen Homeranges (arithm. Mittel: 236 ha, SD 196 ha, n = 8) waren im Durchschnitt etwas kleiner als die bei den drei Weibchen festgestellten (arithm. Mittel: 340 ha, SD 365 ha, n = 12). Wie bei der täglichen Flugzeit gab es auch beim Tages-Homerange große Unterschiede.

Bei 19 der 20 Tagestrackings war eine Bindung an den Horst zu erkennen, also auch in der Nachbrutzeit. Lediglich Gishild hatte beim Tagestracking im September 2009 keinen Kontakt zu ihrem Horst, beim darauf folgenden Tagestracking war dies jedoch wieder der Fall. Die größte Entfernung zum Horst innerhalb eines Tages erreichte Gishild am 06.08.2008, also in der Nachbrutzeit, mit knapp über 20 km. Im Mittel der 19 Tagestrackings mit Horstbindung lag die Maximalentfernung zum Horst bei 3.890 m (SD 4.940 m). In der Brutzeit betrug die mittlere Maximalentfernung 2.480 m (SD 2.840 m n = 14), in der Nachbrutzeit 7.830 m (SD 3.770 m, n = 5).

3 Rotmilan

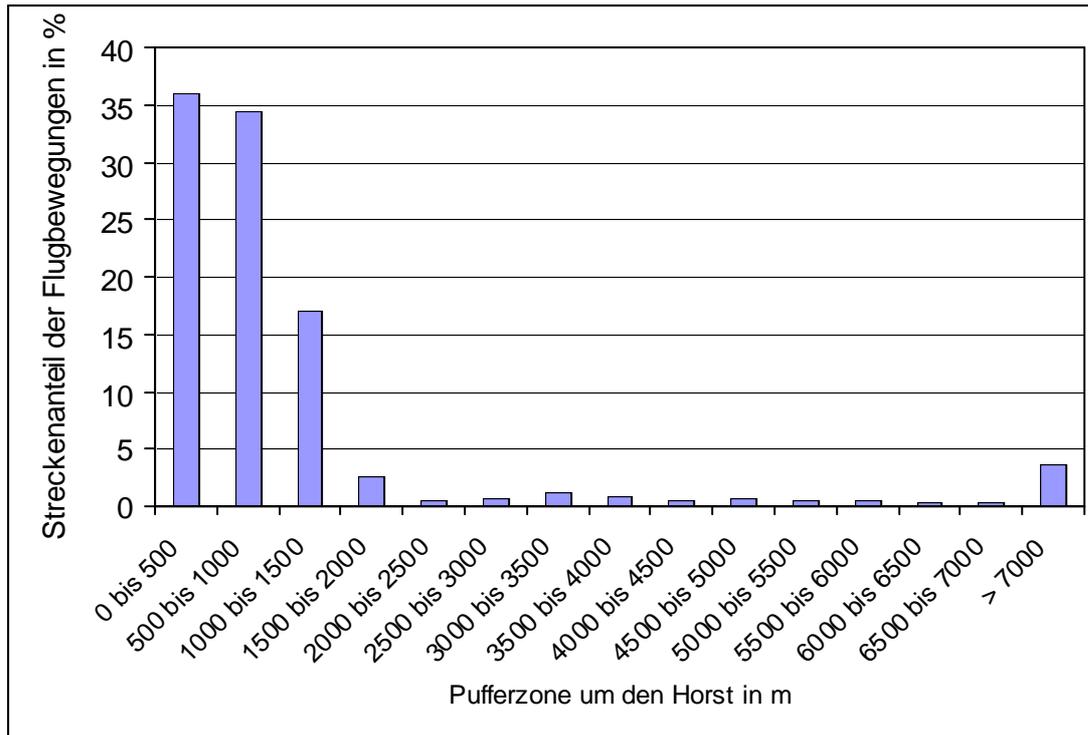


Abb. 3-28: Zusammengefasste Streckenanteile der Flugbewegungen der Rotmilane innerhalb der 500-m-Pufferzonen um den Horst (sechs Vögel, 20 Tagestrackings).

Tab. 3-19: Tages-Aktivitäten von Rotmilanen während der Tage des Tagestrackings. SA = Sonnenaufgang, SU = Sonnenuntergang.

Vogel	Datum	Max. Entf. Zum Horst [m]	Tages-Home-range [km ²]	Tages-dauer [SA-SU)	Sitzdauer		Flugdauer		kein Sichtkontakt h	Geflogene Strecke [km]
					h	%	h	%		
Karl	07.08.2007	8.540	4,48	15:08	09:45	72,0	03:47	28,0	01:36	118,9
Arthur	15.08.2007	1.330	0,75	14:39	06:43	64,7	03:40	35,3	04:16	93,0
Barbarossa	24.04.2008	1.620	2,01	14:24	08:42	64,9	04:42	35,1	01:00	115,9
Barbarossa	16.05.2008	1.870	1,11	15:37	10:50	69,4	04:47	30,6	00:00	119,6
Barbarossa	05.06.2008	1.540	1,88	16:25	03:04	19,9	12:20	80,1	01:01	302,1
Barbarossa	09.07.2008	1.410	0,84	16:24	13:49	90,4	01:28	9,6	01:07	55,0
Barbarossa	14.08.2008	1.750	1,56	14:44	13:01	94,3	00:47	5,7	00:56	24,0
Barbarossa	17.09.2008	7.500	6,22	12:34	06:00	74,8	02:01	25,2	04:33	67,8
Ramona	30.07.2007	1.850	3,27	15:33	07:50	86,1	01:16	13,9	06:27	34,1
Gishild	30.06.2008	4.300	5,39	16:35	09:46	60,7	06:19	39,3	00:30	159,8
Gishild	03.07.2008	8.880	11,35	16:33	03:49	65,6	02:00	34,4	10:44	99,4
Gishild	29.07.2008	8.600	7,63	15:37	12:41	91,7	01:09	8,3	01:47	41,3
Gishild	06.08.2008	20.050	4,84	15:12	10:49	96,0	00:27	4,0	03:56	50,6

3 Rotmilan

Vogel	Datum	Max. Entf. Zum Horst [m]	Tages-Home-range [km ²]	Tagesdauer [SA-SU)	Sitzdauer		Flugdauer		kein Sichtkontakt	Geflogene Strecke [km]
	8									
Gishild	04.09.2008	7.020*	5,69	13:25	07:55	80,8	01:53	19,2	03:37	64,0
Gishild	23.06.2009	1.880	1,29	16:39	04:41	32,9	09:32	67,1	02:26	240,7
Alte Dame	24.06.2009	1.240	0,90	16:39	10:59	67,2	05:21	32,8	00:19	134,3
Alte Dame	29.03.2010	90	0,01	12:40	12:24	97,9	00:16	2,1	00:00	6,7
Alte Dame	22.04.2010	270	0,02	14:15	14:04	98,7	00:11	1,3	00:00	7,9
Alte Dame	21.05.2010	990	0,45	15:53	13:15	83,4	02:38	16,6	00:00	60,6
Alte Dame	19.06.2010	200	0,01	16:39	16:22	98,3	00:17	1,7	00:00	7,1
arithmet. Mittel		3.890	2,98	15:16	09:49	75,5	03:14	24,5	02:12	90,1

*zum Schlafplatz

3.3.2.3 Flughöhen

Aus dem Rotordurchmesser (je nach Hersteller und Baujahr in den untersuchten Windparks 66-90 m) und der Nabenhöhe (in den untersuchten Windparks 65-105 m) ergaben sich bei WKA ab Baujahr 2001 von den Rotoren durchstrichene Höhenbereiche von 30-150 m (Tab. 3-20). Da die von den Rotoren durchstrichene Höhenbereiche der meisten Anlagen im Bereich von 50-150 m lag, wurde dieser für die weiteren Betrachtungen (siehe Kap. 6.3) verwendet.

Lediglich 2,8 % der insgesamt observierten Flugzeit flogen die Rotmilane in den Windparks höher als 150 m. Insgesamt fielen 25 % der observierten Flugzeit in den potenziell kollisionsgefährlichen Höhenbereich von 50-150 m (Abb. 3-29). Allerdings zeigt die Flughöhe deutliche saisonale Unterschiede (Abb. 3-29). In den Monaten März bis Juni, der Zeit des Aufwachsens der Kulturen auf den Feldern bis hin zum dicht geschlossenen Bestand (gleichzeitig die Zeit des höchsten Nahrungsbedarfes für die Jungenaufzucht), verbrachten Rotmilane einen deutlich größeren Zeitanteil in WKA-Typ übergreifend kollisionsgefährlichen Höhen von 50-150 m als in den durch geerntete und umgebrochene Felder gekennzeichneten Spätsommer- und Herbstmonaten. Auch für die angrenzenden Höhenklassen 26-50 m und > 150 m war diese saisonale Verlagerung der Flugaktivität zu verzeichnen.

3 Rotmilan

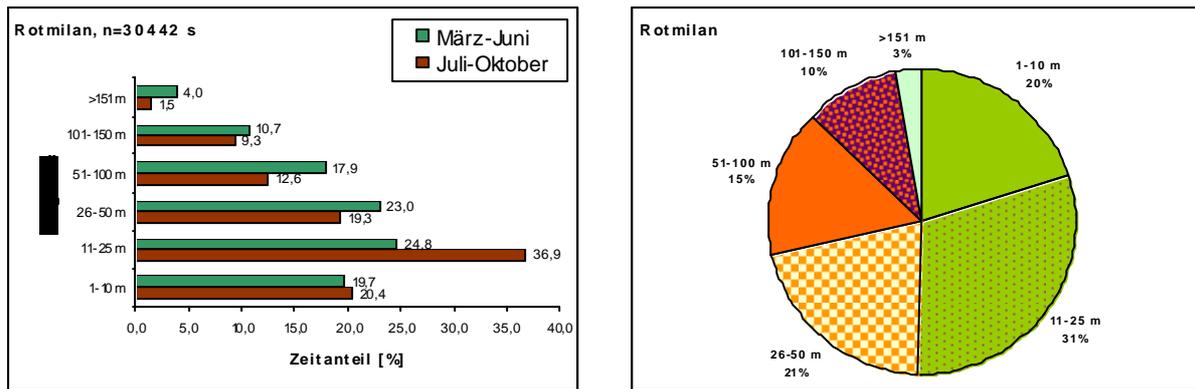


Abb. 3-29 a, b: Links: Saisonale Unterschiede der Zeitanteile der Flugaktivitäten in den einzelnen Höhenklassen. Rechts: Zeitanteile der Flugaktivität in den einzelnen Höhenklassen (Gesamtflugzeit).

Tab. 3-20: Von den Rotorblättern durchstrichener Höhenbereich in den untersuchten Windparks.

UG	WKA Typ	Nabenhöhe [m]	RD [m]	Durchstrichener Höhenbereich [m]	
				WKA-Typ	UG gesamt
UG Druiberg	Lagerwey	40	27	27-54	19-182 (v.a. 79-150)
	Micon	40	43	19-62	
	E-66/E-70	114	70/71	79-150	
	E112	125	114	68-182	
UG Querfurt	E-66	85	70	50-120	50-150
	E-66	98	70	63-133	
	V90	105	90	60-150	
	FL2500	100	100	50-150	
UG Speckberg	RE MM82	100	82	59-141	57-141
	E-70	98	71	63-133	
	E-82	98	82	57-139	
UG Dessau	E-66	98	66	65-131	65-131
UG Queis	E-66	65	70	30-100	30-100

3.3.2.4 Gefährliche Situationen

In 2,46 % der im Windpark beobachteten Flugsequenzen wurden Einflüge von Rotmilanen in die Rotorscheibe bzw. Durchflüge beobachtet. Keiner der Vögel geriet infolge der Rotorbewegungen in instabile Flugsituationen.

3.3.3 Nahrungssuche in Abhängigkeit von der Landnutzung

Die Nutzung verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen und anderer Bestandteile der Landschaft durch nahrungssuchende Rotmilane wurde im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen in den Untersuchungsgebieten in den Jahren 2007 und 2008 sowie durch gezielte Datenaufnahmen an verschiedenen Orten im Jahr 2010 untersucht.

3.3.3.1 Kulturennutzung nach Verhaltensbeobachtungen 2007 und 2008

In Abb. 3-30 ist der Bestand der Kulturen in den Untersuchungsgebieten in den Jahren 2007 und 2008 dargestellt. Abb. 3-31 zeigt die prozentuale Nutzung der Kulturen durch fliegende Rotmilane in denselben Gebieten und Jahren. In Abb. 3-32 sind die Jacobs-Indices, welche das Kulturenangebot ins Verhältnis zur Nutzung der Kultur durch Rotmilane setzen, für jede Kultur einzeln dargestellt. Positive Werte bedeuten dabei eine Präferenz, negative Werte eine Meidung der entsprechenden Kulturen.

Bereits in der Gegenüberstellung der Abb. 3-30 (Flächenangebot) und Abb. 3-31 (Flächennutzung) wird ersichtlich, dass Rotmilane die meisten Kulturen nicht proportional zu deren Flächenangebot nutzten. In Abb. 3-32 ist dies anhand der Jacobs-Indices in den Kategorien „Präferenz“ (grün), „Meidung“ (rot) und „Nutzung entspricht Angebot“ (gelb) dargestellt. Dies wurde bereits in den Monaten März und April deutlich, als die Schwarzbrachen bei einem Angebot von ca. 30 % zu 50 % genutzt und damit präferiert wurden, während Winterweizen (ca. 45 % Bestand) mit ca. 30 % Nutzung gemieden wurde. Noch deutlicher war dieser Effekt im April und Mai, als Winterweizen, Winterraps und Wintergerste zusammen ca. 65 % der Fläche einnahmen und nur zu ca. 15 % genutzt wurden. Diese stark unterdurchschnittliche Nutzung ließ sehr deutlich eine Meidung der Wintergetreidekulturen im Frühjahr (vor allem im April und Mai) erkennen. Verursacht wurde diese, da diese Kulturen im April und Mai bereits eine geschlossene Vegetationsdecke gebildet hatten und bis zur Ernte als Nahrungsfläche für den Rotmilan nicht nutzbar waren. Die Schwarzbrachen werden im April hingegen deutlich präferiert (ca. 25 % Bestand und ca. 75 % Nutzung), da sie aufgrund der guten Einsehbarkeit zu diesem Zeitpunkt gute Nahrungsflächen darstellten. Im Mai war aufgrund der Umwandlung der Schwarzbrachen in Maisfelder nur noch ein sehr geringer Flächenanteil Schwarzbrachen vorhanden (Abb. 3-30). Da bei dieser kleinen Stichprobengröße keine Rotmilane registriert wurden, zeigte der Jacobs-Index eine scheinbare Meidung dieser Flächen an. Der gleiche Sachverhalt galt auch für die Zuckerrüben, die im Mai zu nur 2,3 % vorhanden waren. Im Juni und Juli schwächte der Effekt der Meidung des Wintergetreides und Präferenz der Schwarzbrachen bzw. Maisfelder immer weiter ab, da die geernteten Raps- und Getreidestoppelfelder zu diesem Zeitpunkt wieder geeignete Nahrungsflächen für den Rotmilan darstellten. Die Maisfelder hatten hingegen eine geschlossene Vegetationsdecke ausgebildet und wurden weniger präferiert (Juni) bzw. gemieden (Juli) (Abb. 3-32). Zwischen Juni und August wurden Luzernefelder deutlich präferiert. Hervorzuheben ist die ebenfalls deutliche Präferenz von Grenzstrukturen, zu denen neben Feldwegen und Hecken auch die Mastfußbrachen und Zuwegungen der Windkraftanlagen zählen. Diese Grenzstrukturen wurden in den Monaten Mai bis Juli (Maximum im Juni) etwa dreimal so häufig genutzt wie deren prozentuales Angebot. Luzernefelder und Grenzstrukturen stellten zwischen Mai und Juli, als nur wenig geeignete Nahrungsflächen für die Rotmilane existierten, wichtige Flächen für die Nahrungssuche dar.

Zwischen August und Oktober spiegelte die Nutzung der verschiedenen Kulturen durch den Rotmilan, bis auf Luzerne und Zuckerrüben, weitgehend das Verhältnis des Kulturen-Bestandes wider, was darauf hindeutet, dass alle vorhandenen Kulturen (ausgenommen reife Maisfelder) als Nahrungsfläche geeignet waren. Die Jacobs-Indices in diesem Zeitraum zeigten zwar dennoch Meideverhalten bzw. Präferenz für die verschiedenen Kulturen, dies wurde aber im Wesentlichen durch die hohe Vielfalt an Kulturen und die daraus resultierende geringe Stichprobe für jede einzelne Kultur verursacht. Die starke Präferenz der Zu-

3 Rotmilan

ckerrüben im September (Bestand ca. 10 %, Nutzung über 30 %) war auf sieben 45-min-Beobachtungen zurückzuführen, die während des Rodens der Rüben stattfanden, d.h. nicht der Zuckerrüben-Bestand, sondern die bereits gerodeten Bereiche wurden präferiert. Ab Oktober wurden die Schwarzbrachen gegenüber dem aufwachsenden Winterraps und Winterweizen bevorzugt.

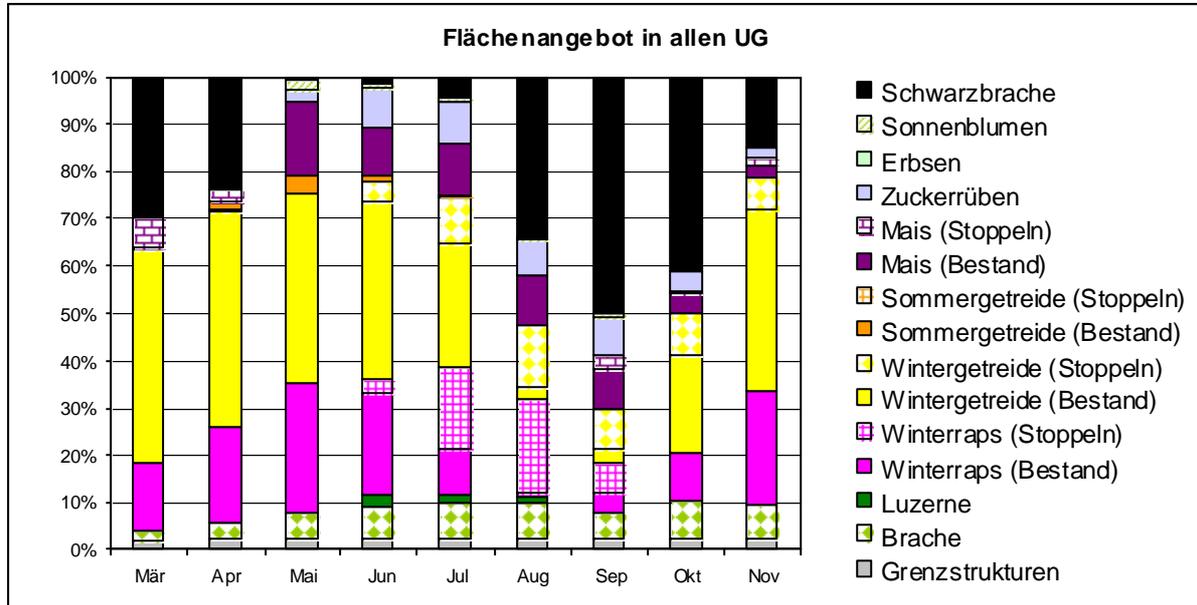


Abb. 3-30: Flächenangebot, zusammengefasst für alle UG und die Jahre 2007 und 2008.

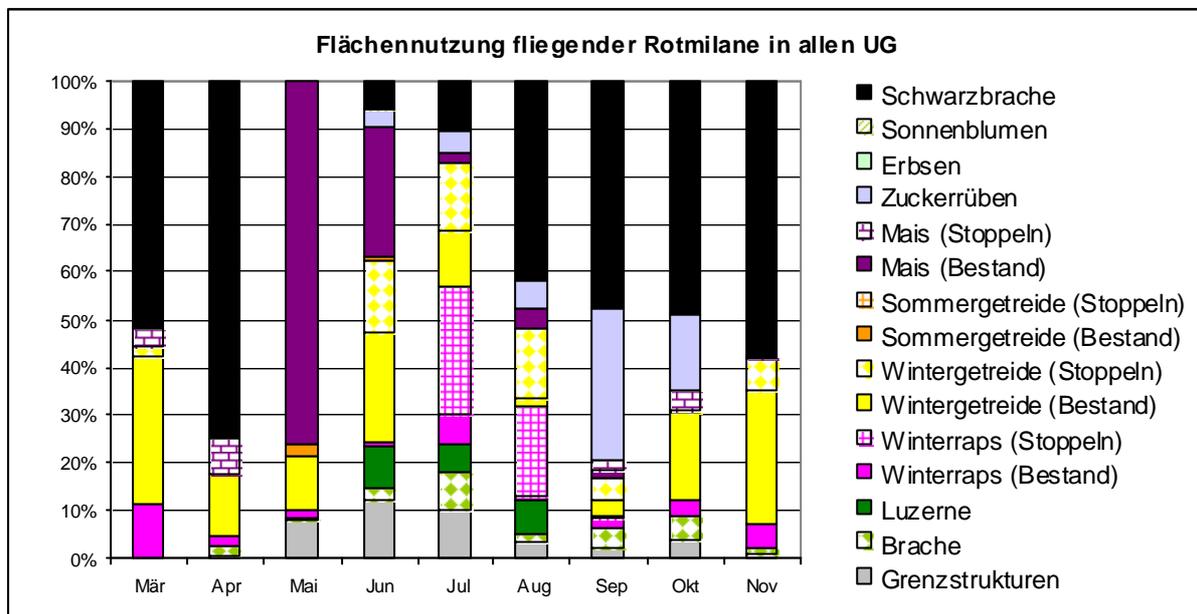
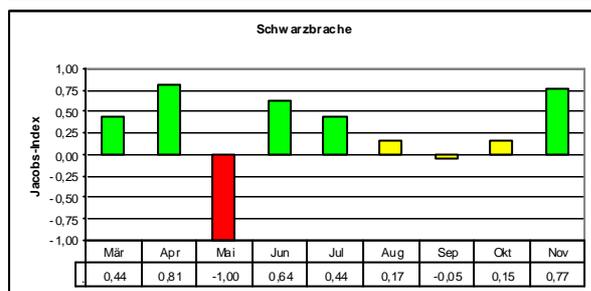
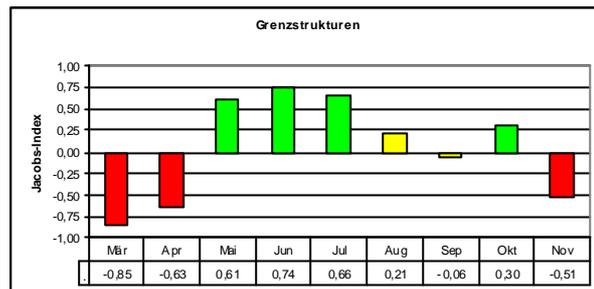
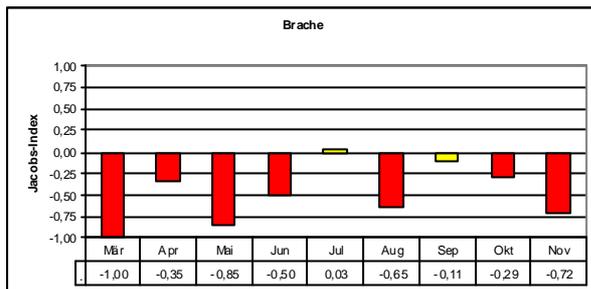
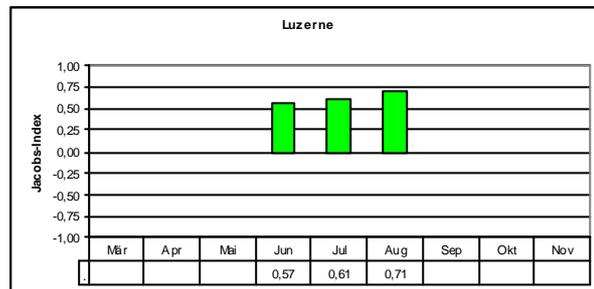
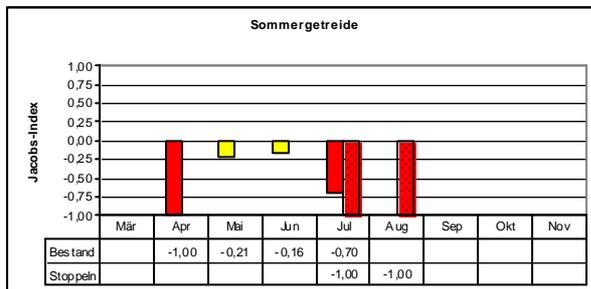
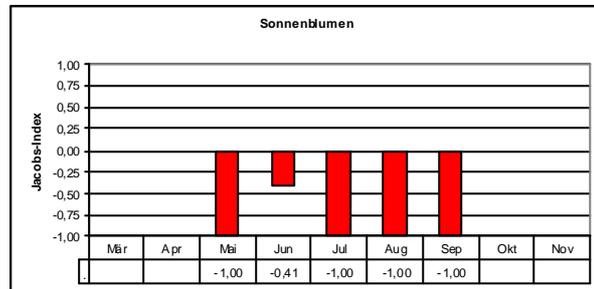
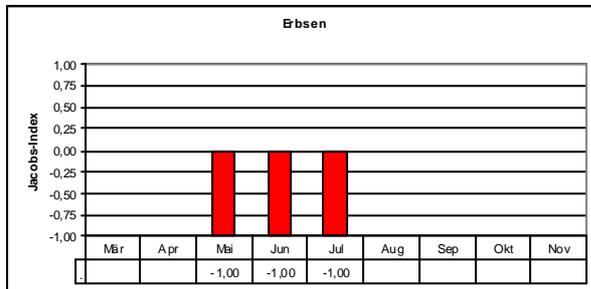
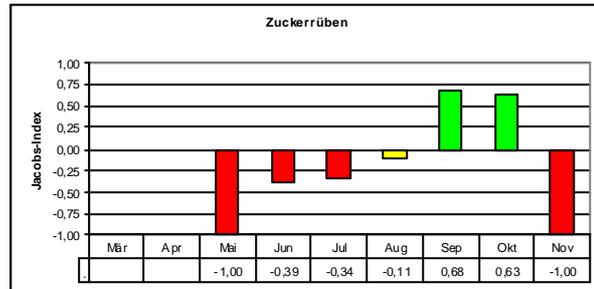
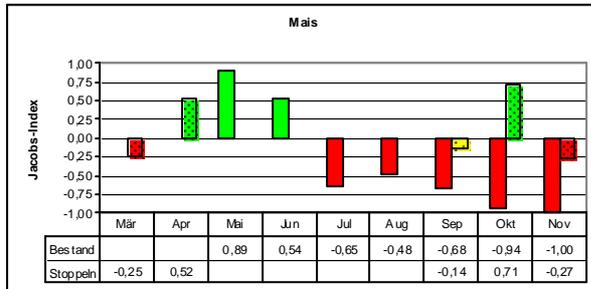
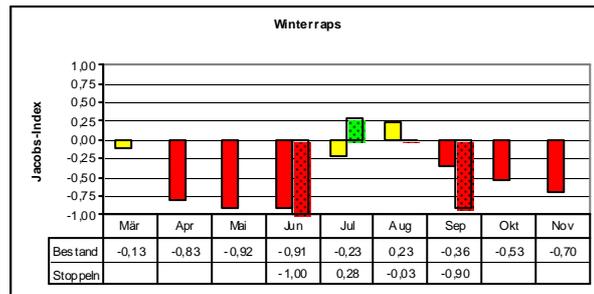
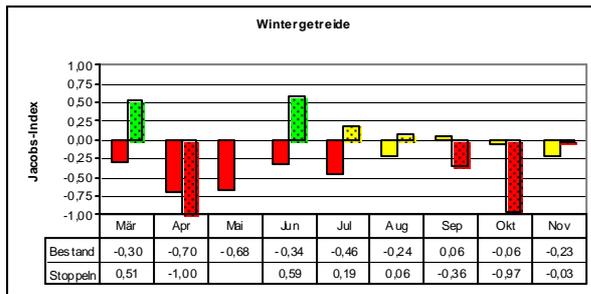


Abb. 3-31: Flächennutzung durch Rotmilane, zusammengefasst für alle UG und die Jahre 2007 und 2008.

3 Rotmilan



3 Rotmilan

Abb. 3-32 (Umseitig): Jacobs-Indices zur Nutzung der verschiedenen Kulturen durch Rotmilane, zusammengefasst für alle UG und die Untersuchungsjahre 2007 und 2008; grün=Präferenz; rot=Meidung; gelb=Indexabweichung < 0,25, d.h. Nutzung entspricht etwa Angebot; schraffiert=Stoppfelder.

3.3.3.2 Nutzung von Luzerne im landschaftlichen Kontext

Bei den flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen 2007/2008 wurde in der großräumigen Gesamtschau aller UG (vgl. Kap. 3.3.3.1) eine deutliche Präferenz der Rotmilane für Luzerneflächen festgestellt, obwohl Luzerne in den Untersuchungsflächen nur geringe Flächenanteile einnahm.

Um die Eignung von Luzerne vertiefend zu überprüfen, wurden im UG Speckberg 2010 mit einer anderen Methode (Punkt-Stopp-Zählungen an insgesamt 28 Stopp-Punkten) 959 ha landwirtschaftliche Nutzfläche betrachtet. Das Flächenangebot in den Zählflächen an den Stopp-Punkten ist in Abb. 3-33 dargestellt. Mit über 60 % dominierte Wintergetreide die Kultur an den Stopp-Punkten, gefolgt von Raps und Luzerne.

244 sitzende oder Nahrung suchende Rotmilane wurden registriert. Wiederum auffällig war die im Vergleich zum Angebot überproportional starke Nutzung der Luzerne vor allem von Mai bis August (Abb. 3-34), wohingegen Wintergetreide im Bestand ganzjährig unterdurchschnittlich genutzt wurde. Die Nutzung der einzelnen Kulturen im Jahresverlauf (Abb. 3-35) stellt sich wie folgt dar:

Der Anteil der Schwarzbrache im Gebiet stieg von Mai bis September kontinuierlich an. Während im Mai keine Schwarzbrache vorhanden war und im Juni lediglich 2 ha, war Schwarzbrache im September mit 537 ha dominierend. Präferiert wurde Schwarzbrache nur im Juli. Im August und im September wurde sie entsprechend der tatsächlichen Flächenanteile genutzt. Kräuter (Thymian und Oregano) waren in den Monaten Mai bis September mit 4 bis 10 ha vorhanden. Die Präferenzierung der Fläche im Mai ergab sich durch die Nutzung durch fünf Vögel am 20.05.2010, als die Flächen noch keinen hohen Deckungsgrad aufwiesen. Über Erbsen (6 bis 8 ha) und Kartoffeln (von Mai bis September 54 ha) wurde während der Punkt-Stopp-Zählung nie ein Rotmilan beobachtet. Rüben (26 ha) wurden in den Monaten Mai, Juli und August überhaupt nicht genutzt, während im Juni, als der Bestand noch nicht geschlossen war, Rübenfelder bevorzugt wurden. Die Anbaufläche von Mais lag bei 29 ha. Im Mai und im Juni wurden Maisflächen durch Rotmilane bevorzugt aufgesucht, danach (vollständig) gemieden. 55,8 ha Sommergetreide (Sommergerste, Sommerweizen) wurden untersucht. Im Mai waren die Bestände noch lückig und wurden bevorzugt, im Juni und Juli erfolgte die Nutzung entsprechend des Angebots und im August und September wurde Sommergetreide vollständig gemieden. Auch die Sommergetreide-Stoppeln wurden im August gemieden, jedoch könnte dies an der geringen Flächengröße (5,8 ha) liegen, überlagert von einem guten Angebot an anderen frei zugänglichen Flächen. Im September wurden Sommergetreide-Stoppeln bevorzugt genutzt. Stehendes Wintergetreide machte im Mai und Juni einen Flächenanteil von über 60 %, im Juli 55 %, im August 29 % und im September 1,4 % der Kulturen aus. Es wurde in allen Monaten nur sehr gering durch Rotmilane genutzt. Getreidestoppeln dagegen wurden im Juli bevorzugt aufgesucht, im August und im September aber entsprechend ihres Flächenanteils genutzt. Raps wurde im Mai vollständig gemieden und im Juni und Juli entsprechend des Flächenanteils genutzt. Im August war neuer Raps eingedrillt worden, so dass solche Flächen gute Möglichkeiten zur Nahrungssuche bo-

3 Rotmilan

ten und entsprechend bevorzugt genutzt wurden, genau wie Rapsstoppeln. Luzerne wurde von Mai bis August bevorzugt und im September entsprechend Angebot genutzt. Bei den Bracheflächen handelte es sich von Mai bis August um zwei kleine Flächen von zusammen 4,7 ha. Die Flächen wurden nie gemäht und waren dementsprechend unattraktiv. Im September kam eine weitere (junge) Brache hinzu, die jedoch auch kaum genutzt wurde.

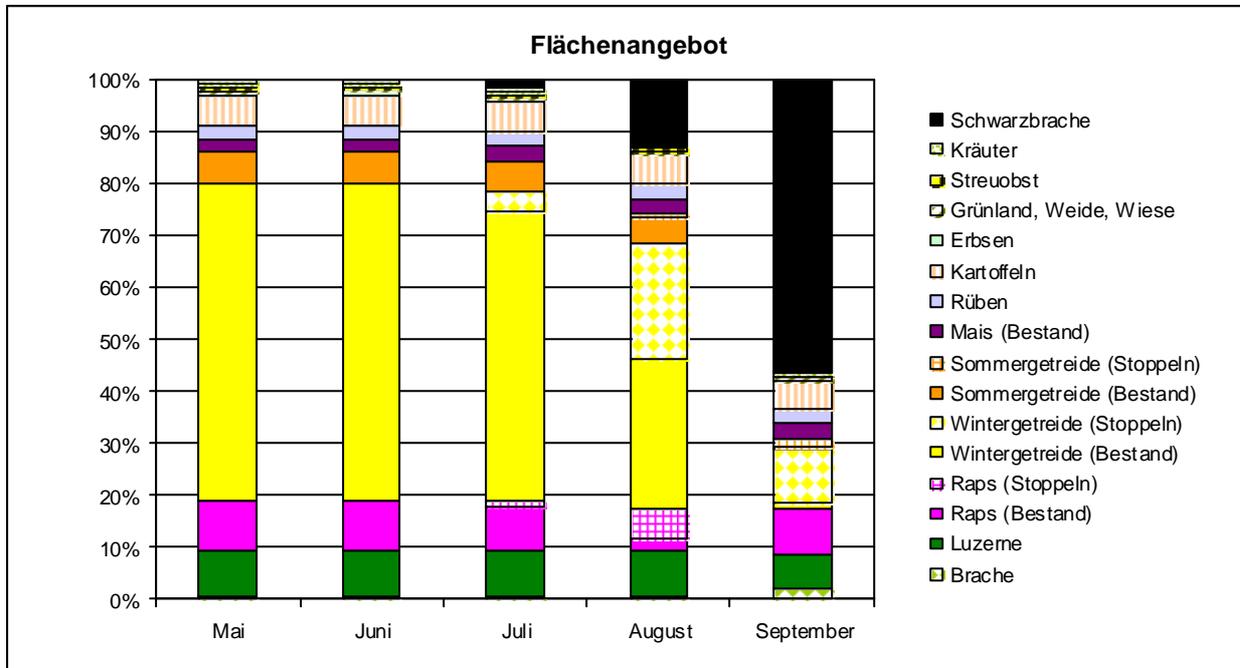


Abb. 3-33: Flächenangebot an 28 Stopp-Punkten (zusammen 959 ha) im UG Speckberg von Mai bis September 2010.

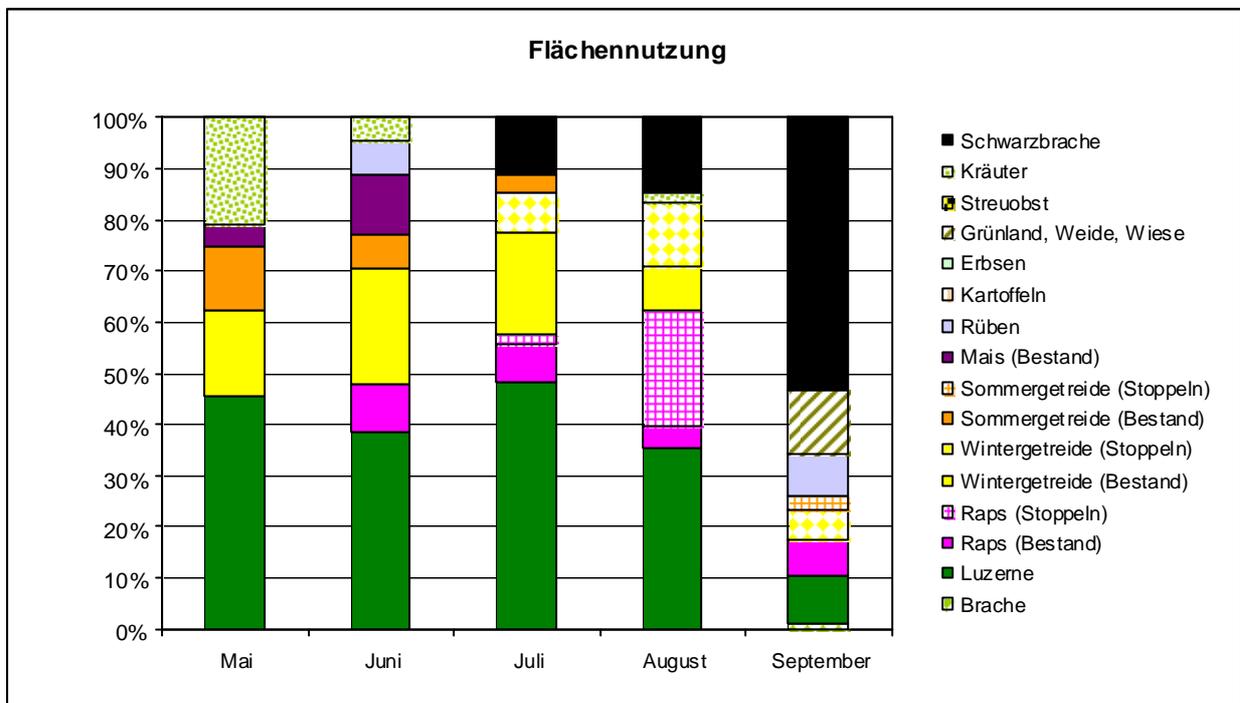
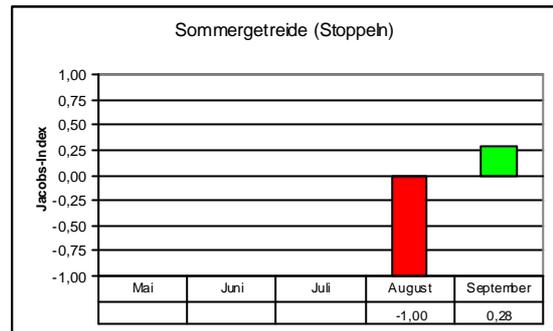
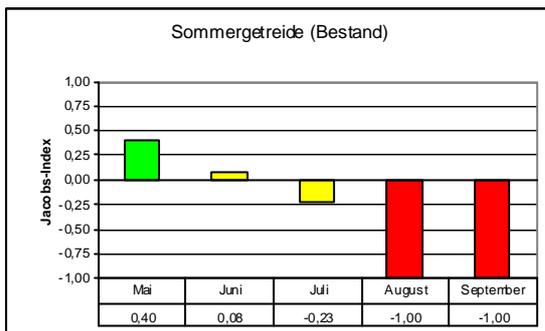
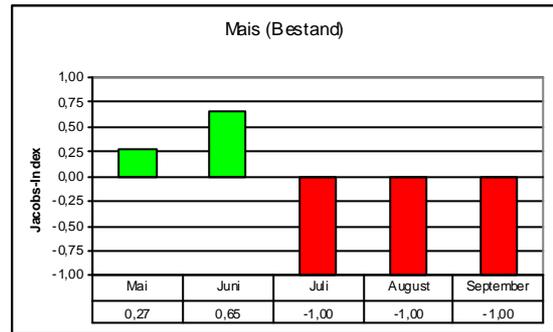
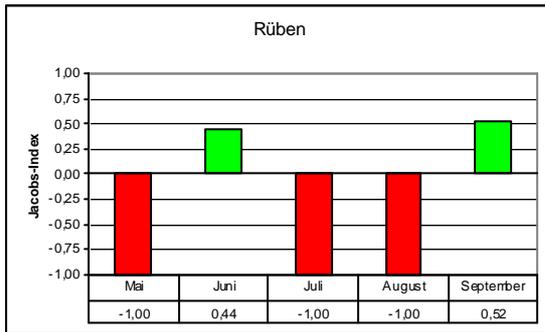
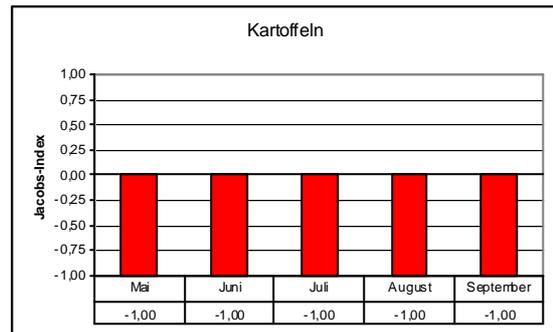
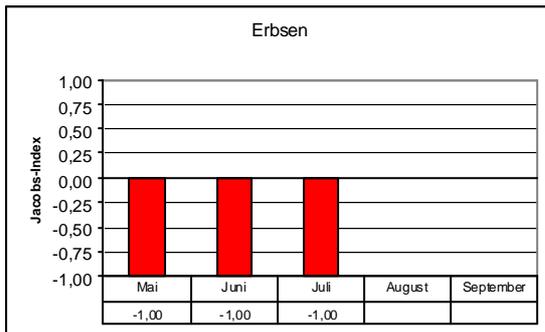
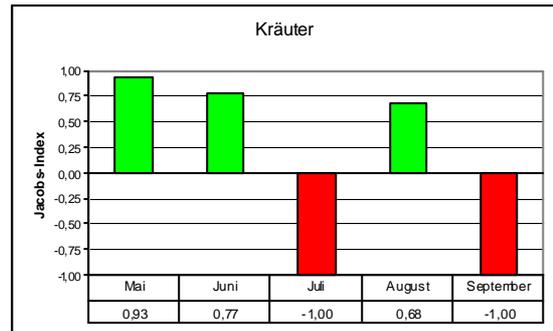
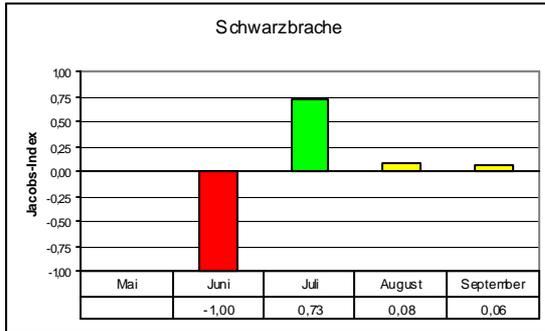


Abb. 3-34: Flächennutzung durch den Rotmilan (n = 244 Beobachtungen) an 28 Stopp-Punkten im UG Speckberg von Mai bis September 2010.

3 Rotmilan



3 Rotmilan

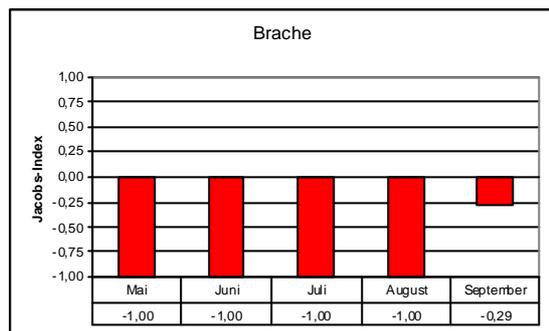
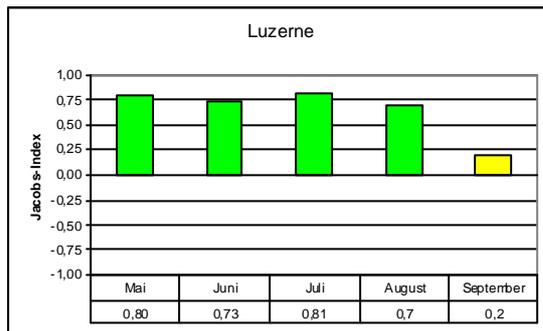
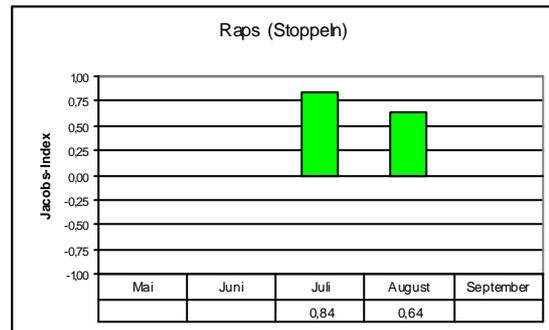
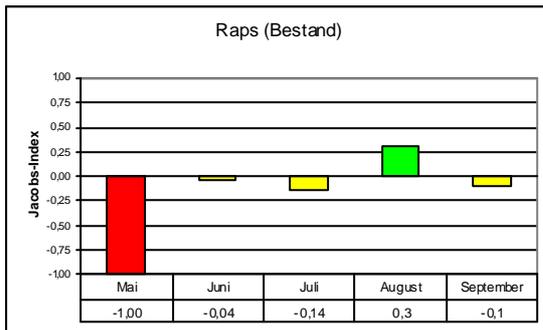
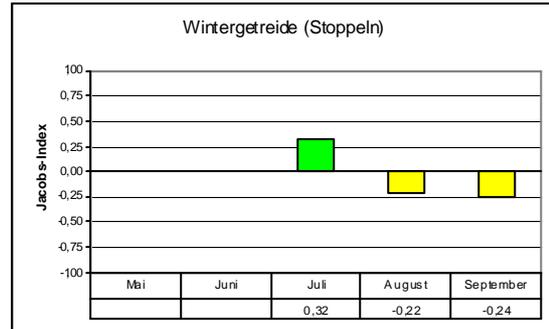
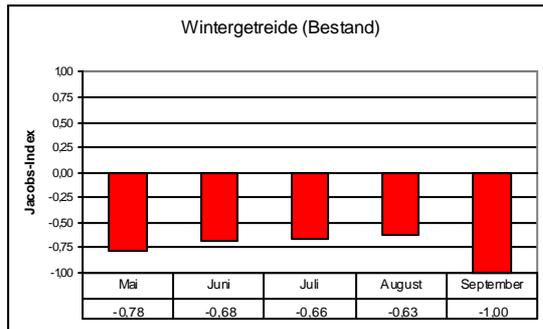


Abb. 3-35: Jacobs-Indices zur Nutzung der verschiedenen Kulturen durch den Rotmilan an 28 Stopp-Punkten im UG Speckberg im Jahr 2010; grün=Präferenz; rot=Meidung; gelb= Indexabweichung < 0,25, d.h. Nutzung entspricht etwa Angebot.

Die Punkt-Stopp-Zählungen fanden an 26 Terminen vom 20.05. bis 30.09.2010 einmal je Pentade statt. An 21 der 26 Termine (81 %) wurden Rotmilane über der Luzerne beobachtet (Abb. 3-36). Die 79 Einzelbeobachtungen fanden auf 45 Flächen statt. Da insgesamt 234 Kontrollen von Luzernefeldern (26 Termine mit je 9 Feldern) betrachtet wurden, entspricht dies einer Vorkommensfrequenz von 19,2 %.

Die Beobachtung von mehr als fünf Rotmilanen pro Punkt-Stopp-Route (am 27.05., 07.06., 18.08. und 15.09.2010) auf Luzerne lässt sich immer direkt mit der Luzernemahd (bzw. dem Wenden oder dem Abräumen der Luzerne) in Verbindung bringen.

3 Rotmilan

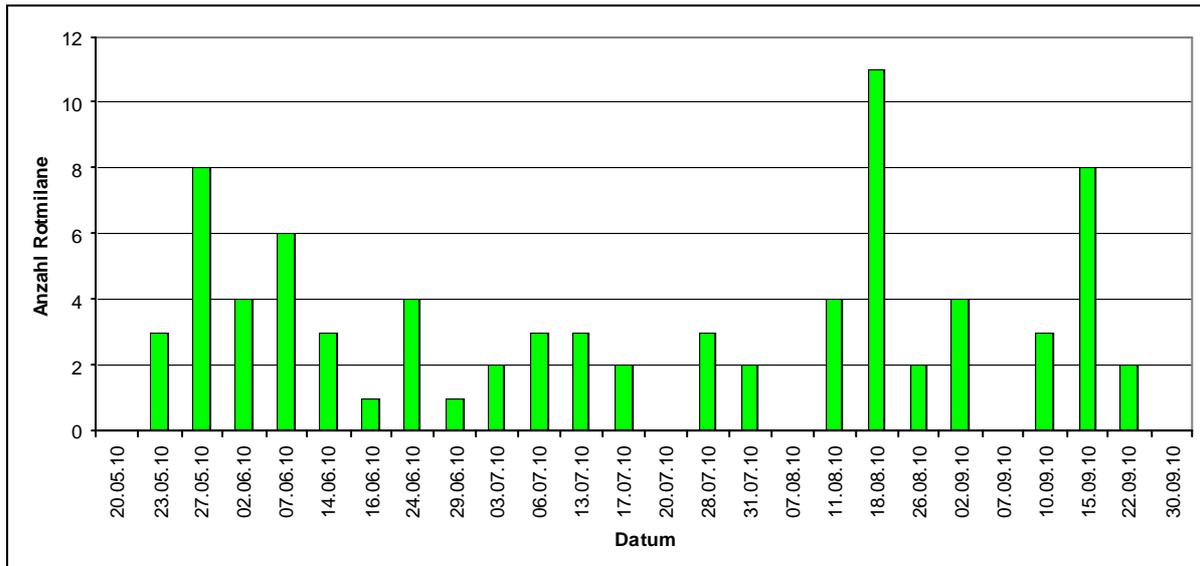


Abb. 3-36: Anzahl der Rotmilane über Luzernefeldern während der Punkt-Stopp-Zählungen.

3.3.3.2.1 Nutzung ausgewählter Luzerneflächen im Jahr 2010

Auf allen fünf betrachteten Luzerneschlägen fand der 1. Schnitt am 21.05.2010 statt. Während die hoch und dicht gewachsene Luzerne an den Tagen vor der Mahd offenbar für Rotmilane nicht attraktiv war, änderte sich dies drastisch am Mahdtag: Pro Hektar und 45-min-Beobachtungseinheit wurden über 900 Rotmilan-Anwesenheitssekunden registriert (Abb. 3-37). Pro Feld und 45-min-Einheit handelte es sich im Mittel um mindestens neun verschiedene Tiere. Bereits am Tag nach der Mahd waren die gemähten Flächen nicht mehr attraktiv.

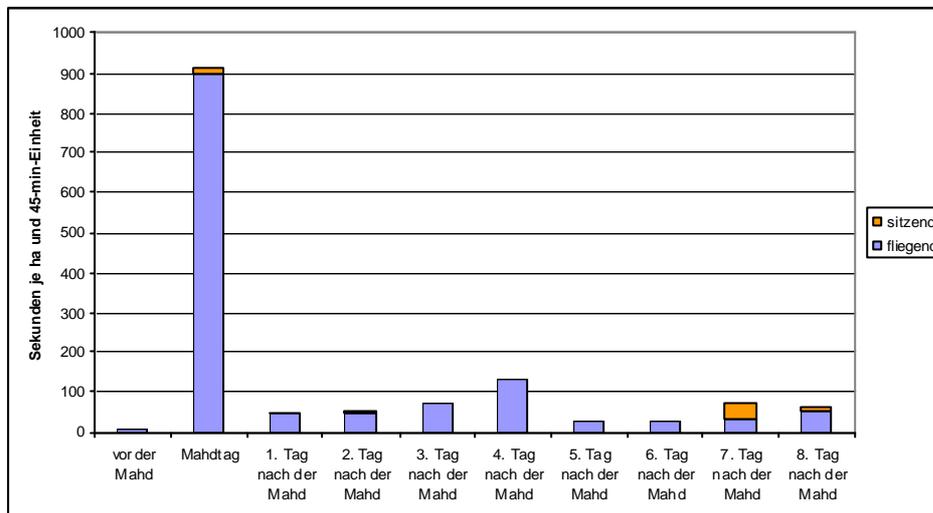


Abb. 3-37: Nutzung durch Rotmilane (in Sekunden Anwesenheitsdauer je ha und pro 45-min-Beobachtungseinheit) von fünf Luzernefeldern (zusammen 48,8 ha) vor der Mahd, am Mahdtag (21.05.2010) und nach der Mahd.

Die gleiche Situation wiederholte sich bei der 2. Mahd, als an einem Tag (22.06.2010) alle fünf Schläge (insgesamt 48,8 ha) geerntet wurden (Abb. 3-38). Am Mahdtag selbst fanden keine Untersuchungen statt, jedoch unterschied sich die Nutzung der Flächen nach der Mahd nicht von der Nutzung vor der Mahd. Auch bei der 2. Mahd ist davon auszugehen,

3 Rotmilan

dass sich am Mahdtag zahlreiche Rotmilane auf bzw. über den gemähten Luzernefeldern befanden.

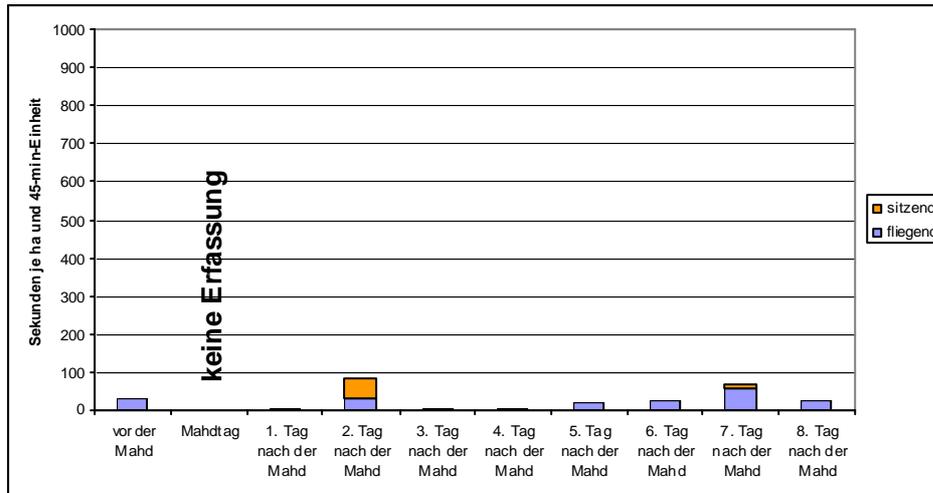


Abb. 3-38: Nutzung durch Rotmilane (in Sekunden Anwesenheitsdauer je ha und pro 45-min-Beobachtungseinheit) von fünf Luzernefeldern (zusammen 48,8 ha) vor und nach der 2. Mahd. Am Mahdtag (22.06.2010) fanden keine Untersuchungen statt.

Auch durch die GPS-Ortungen des Rotmilan-Männchens Lui lässt sich die bevorzugte Nutzung der Luzerne aufzeigen. Sieben Ortungen zwischen dem 04.06. und dem 18.07.2010 lagen genau über Luzerneschlägen. Bei sechs der sieben Ortungen ist ein Zusammenhang mit der Mahd erkennbar, drei Ortungen davon fanden direkt am Mahdtag statt.

3.3.3.3 Nutzung der Kompostieranlage im Jahr 2010

Die Kompostieranlage wurde während 48 Beobachtungseinheiten von je 45 Minuten beobachtet. Bei 37 dieser Beobachtungseinheiten wurden zeitgleich auch der Windpark (bzw. die südlichen WKA im Windpark) betrachtet. Bei 15 Beobachtungseinheiten (= Nutzungsfrequenz 31 %) wurden insgesamt 33 Rotmilane an der Kompostieranlage gesichtet. Bis zum 16.07.2010, d.h. bis zum Beginn der großflächigen Getreideernte, fanden 24 Beobachtungseinheiten statt, bei denen an neun Terminen (= Nutzungsfrequenz 37,5 %) Rotmilane im Bereich der Kompostieranlage beobachtet wurden. Ab dem 17.07.2010 wurden an sechs (von 24) Terminen Rotmilane festgestellt, was einer Nutzungsfrequenz von 25 % entspricht.

44 zielgerichtete An- bzw. Abflüge wurden registriert und einer Himmelsrichtung zugeordnet (Abb. 3-39). Die meisten Flugbewegungen gab es in südwestliche und in nördliche Richtung. Der Windpark befindet sich nordöstlich der Kompostieranlage. Nur einmal wurde beobachtet, wie ein Vogel zielgerichtet nach Nordosten – und damit direkt durch den Windpark – abflog: Am 24.05.2010 wurde ein Rotmilan an der Kompostieranlage von Krähen vertrieben und durch den Windpark verfolgt.

Bei Beobachtungseinheiten, bei denen die Kompostieranlage zusammen mit dem Windpark beobachtet wurde, wurden 21 Rotmilane registriert. Sieben (33,3 %) davon nutzten sowohl Windpark als auch Kompostieranlage im Wechsel oder hintereinander zur Nahrungssuche.

3 Rotmilan

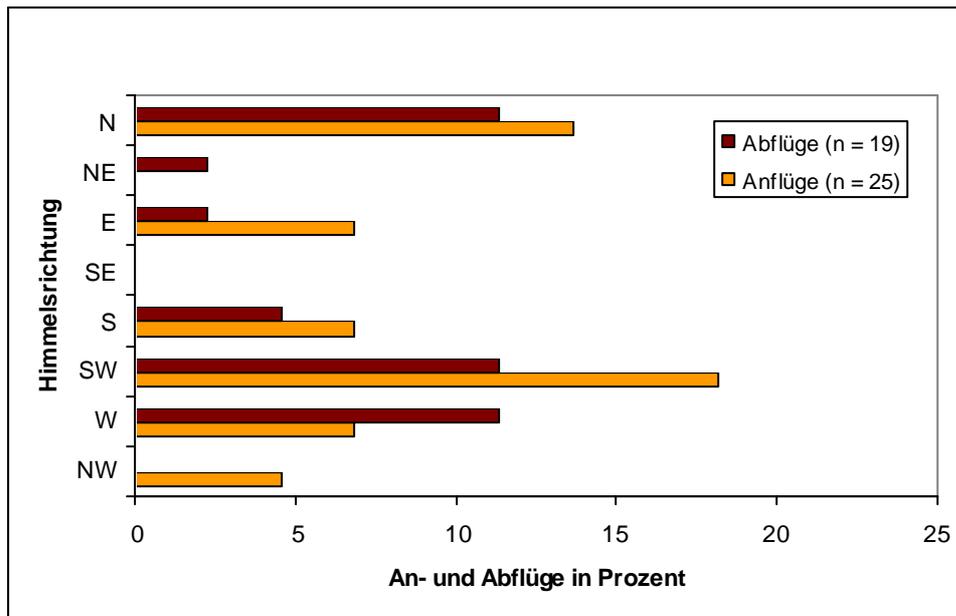


Abb. 3-39: Himmelsrichtung der An- und Abflüge von Rotmilanen an die Kompostieranlage.

3.3.4 Nutzung von Windparkflächen durch Rotmilane

3.3.4.1 Verhalten von Rotmilanen innerhalb und außerhalb von Windparks

In Abb. 3-40 und 3-41 sind die während der Beobachtungseinheiten registrierten Verhaltensweisen von Rotmilanen für die Jahre 2007 und 2008 und alle untersuchten Windparks zusammenfassend dargestellt. Die Verhaltensweisen "Durchflug" und "Thermikkreisen" wurden anteilig nur sehr wenig registriert. Dabei waren keine Unterschiede zwischen den Flächen innerhalb und außerhalb der Windparks zu erkennen. Der größte Anteil der registrierten Verhaltensweisen entfällt auf "Verhalten undifferenziert", also Fälle, in denen aufgrund der hohen Greifvogeldichte im Teilgebiet nur die Anwesenheit des Rotmilans, nicht aber die genaue Verhaltensweise dokumentiert werden konnte, sowie auf "Sitzen" und "Nahrungssuche". Die Verhaltensweise "Sitzen" (34,2 % innerhalb bzw. 22,1 % außerhalb WP) war infolge fehlenden Kollisionsrisikos für die aktuelle Fragestellung nicht relevant. "Durchflug" und "Thermikkreisen" waren aufgrund ihres geringen Anteils (Durchflug zwischen 1,0 % und 1,1 %, Thermikkreisen 3,6 % - 3,8 %) von untergeordneter Bedeutung für die Fragestellung. Das undifferenzierte Verhalten (40,5 % innerhalb WP bzw. 44,2 % außerhalb WP) beinhaltete sowohl sitzende als auch fliegende Rotmilane, die jedoch während der Beobachtung nicht zugeordnet werden konnten. Die Verteilung der Verhaltensweisen "Sitzen" und "Fliegen" zusammengefasst für beide Untersuchungsjahre und alle UG zeigt, dass die Rotmilane zu 52 % flogen und zu 48 % saßen. Da "Verhalten undifferenziert" nur dokumentiert wurde, wenn der Beobachter aufgrund der Vielzahl an Greifvögeln nicht für jeden Rotmilan Nahrungsflug und Sitzen sekundengenau differenzieren konnte, während Durchflug und Thermikkreisen immer sekundengenau erfassbar waren, kann davon ausgegangen werden, dass 52 % des undifferenzierten Verhaltens Nahrungsflüge waren. Diese Annahme wird zudem bestätigt durch die Einzelfallanalyse der registrierten undifferenzierten Verhaltensweisen: So sind die hohen Werte des undifferenzierten Flugverhaltens zu 97 % auf elf 45-min-

3 Rotmilan

Beobachtungen zurückzuführen, bei denen einzelne Flächen wie z.B. Luzerne und Zuckerrüben gemäht bzw. gerodet wurden. Durch die sehr hohe Greifvogelaktivität wurden während dieser Beobachtungseinheiten für jeden Vogel 45 Minuten "Anwesenheit undifferenziert" dokumentiert.

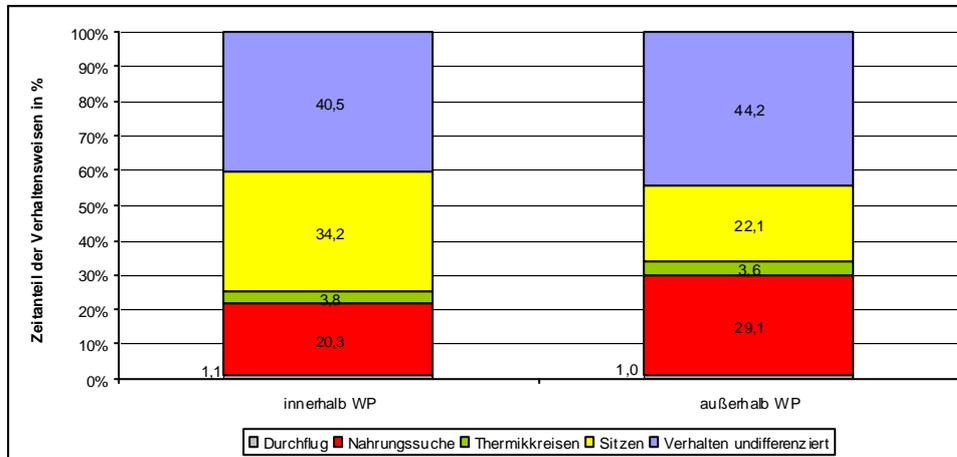


Abb. 3-40: Zeitanteile der registrierten Verhaltensweisen des Rotmilans, zusammengefasst für die Jahre 2007 und 2008 sowie alle UG.

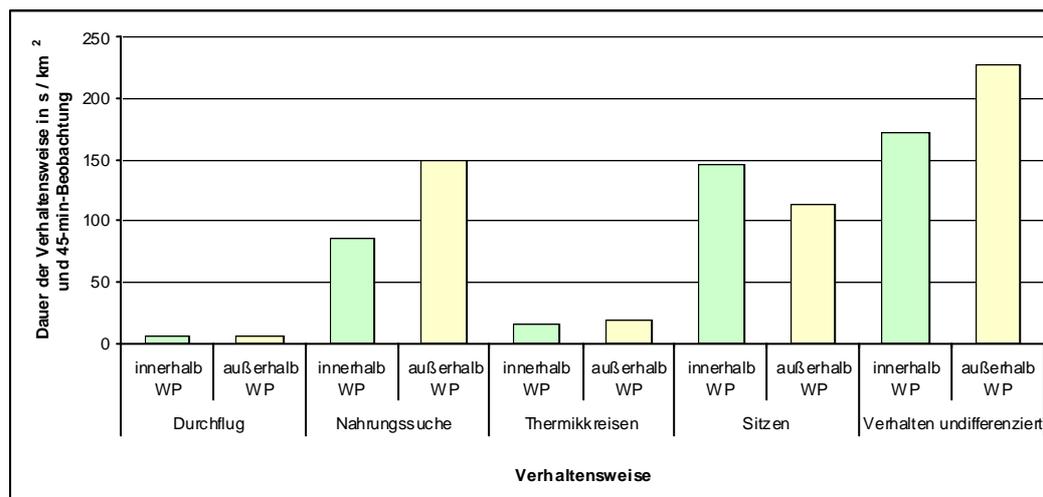


Abb. 3-41: Verteilung der registrierten Verhaltensweisen (in Sekunden / km²) von Rotmilanen, zusammengefasst für die Jahre 2007 und 2008 sowie alle UG.

Die Nahrungsflüge, die unter den Flugbewegungen den größten Anteil ausmachten, waren für die Fragestellung, ob die Windparkflächen gegenüber den Referenzflächen gemieden oder stärker genutzt werden, von großer Wichtigkeit. Unter anteiliger Berücksichtigung des undifferenzierten Verhaltens entfielen insgesamt 41,4 % aller Verhaltensbeobachtungen innerhalb der Windparks auf Nahrungsflüge. Auf den Flächen außerhalb der Windparks waren es 52,1 % aller Verhaltensbeobachtungen. Unter den drei Flugkategorien "Durchflug", "Thermikkreisen" und "Nahrungsflug" dominierten die Nahrungsflüge (inklusive dem anteiligen undifferenzierten Verhalten) mit 87,9 % innerhalb bzw. 91,5 % außerhalb von Windparkflächen.

Abb. 3-42 zeigt die Dauer der Nahrungsflüge je km² und 45-min-Beobachtung für die einzelnen Monate innerhalb und außerhalb der Windparkflächen für die Jahre 2007 und 2008.

3 Rotmilan

Zwischen den Untersuchungsgebieten ergeben sich große Unterschiede bezüglich der Dauer der Nahrungssuche. In den Untersuchungsgebieten Druiberg und Querfurt war die höchste Flugaktivität je km² zu verzeichnen. Dabei lagen die Werte im UG Druiberg und im UG Querfurt überwiegend zwischen 30 und 200 s / km².

Im UG Druiberg ergeben sich zwischen den einzelnen Monaten teils größere Unterschiede zwischen den Flächen innerhalb und außerhalb des Windparks: So war im Jahr 2007 in den Monaten Juli, September und Oktober eine deutlich höhere Flugaktivität innerhalb des Windparks zu verzeichnen. Diese hohen Werte (zwischen 137 und 240 s / km²) sind auf einzelne Stoppelfelder bzw. gemähte Brachen (im Juli) sowie frisch bearbeitete Schwarzbrachen und neu bestellte Felder (September und Oktober) zurückzuführen. Diese wurden aufgrund ihrer zeitweise hohen Eignung als Nahrungsfläche von Rotmilanen bevorzugt angefliegen. Ebenso sind die Unterschiede im Jahr 2008 zu erklären: So gehen die Unterschiede im Juni, Juli und August auf einzelne Flächen zurück (unter anderem Schwarzbrache, Stoppelfelder und frisch bearbeitete Flächen), die zum Zeitpunkt der Beobachtung besonders attraktiv als Nahrungsfläche für den Rotmilan waren.

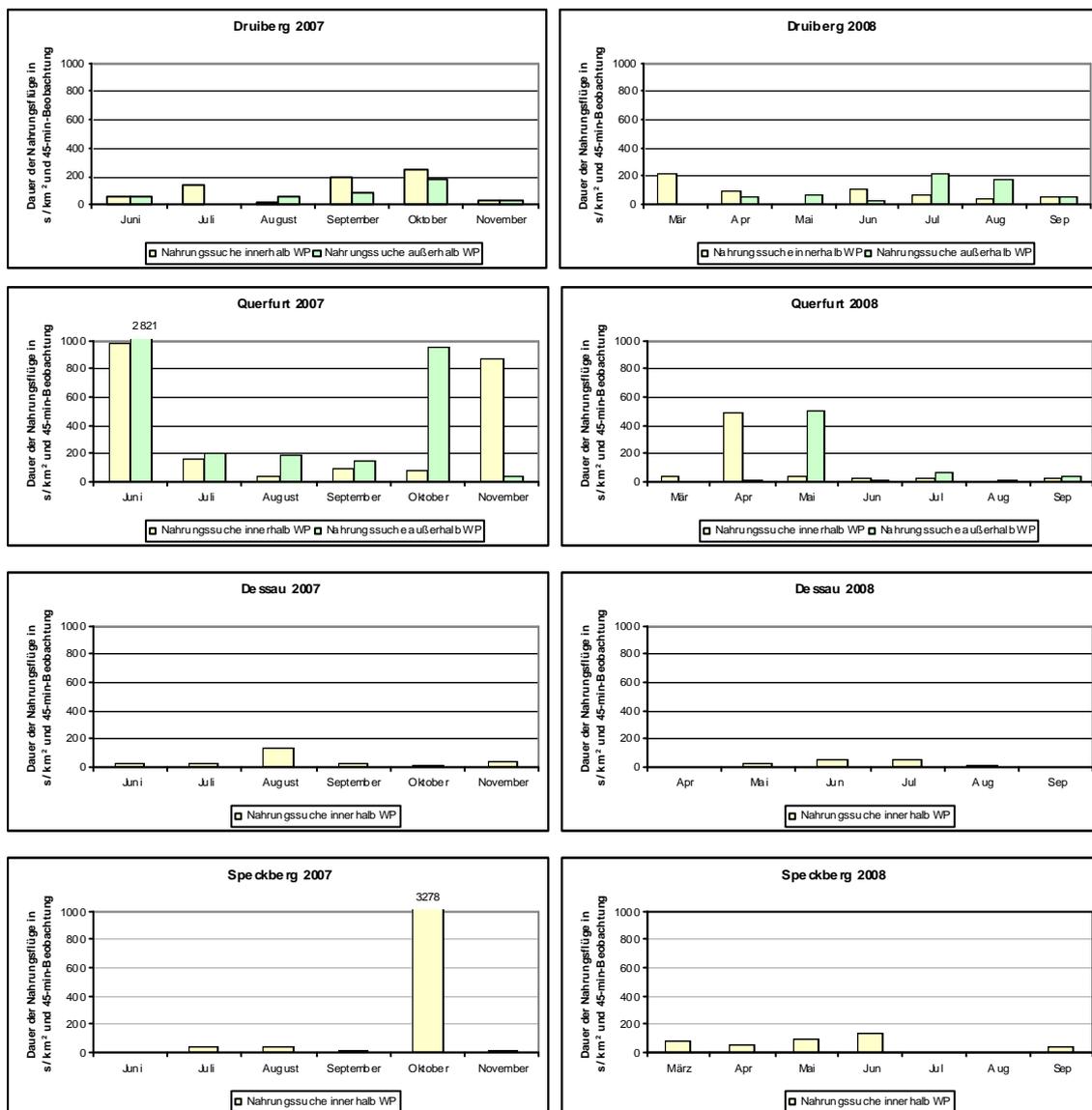


Abb. 3-42: Dauer der Nahrungsflüge (s je km²) in den verschiedenen Untersuchungsgebieten und Jahren 2007 und 2008.

3 Rotmilan

Die Unterschiede im März 2008 (über 200 s innerhalb und 0 s außerhalb) können nicht mit einer günstigeren Nahrungsfläche begründet werden, da die Werte auf Nahrungsflüge auf einer Winterweizenfläche innerhalb des Windparks zurückzuführen sind und zu diesem Zeitpunkt außerhalb ebenso gute Nahrungsflächen verfügbar waren (innerhalb 61 % und außerhalb 79 % Winterweizen. Vermutlich ist diese Differenz der geringen Stichprobengröße im März 2008 (sieben Beobachtungen innerhalb und zwei außerhalb des WP) geschuldet.

Im UG Querfurt wurde im Jahr 2007 in fast allen Monaten (bis auf November) eine deutlich höhere Flugaktivität auf den Flächen außerhalb des Windparks festgestellt. Dabei fallen insbesondere die Monate Juni und Oktober auf, in denen die Flugaktivität außerhalb des Windparks mit sehr hohen Werten von 2.821 s je km² (Juni) bzw. 952 s je km² (Oktober) die Werte innerhalb des Windparks um ein Vielfaches übersteigen. Im November wurde hingegen innerhalb des Windparks mit 881 s je km² eine 20-mal höhere Flugaktivität wie auf den Flächen außerhalb des Windparks (44 s je km²) festgestellt. Es zeigt sich auch an diesen Beispielen, dass die Dauer der Nahrungsflüge von der temporären Verfügbarkeit geeigneter Nahrungsflächen bzw. angebaute Kulturen abhängig ist: So ist die hohe Flugaktivität außerhalb des WP im Juni auf wenige 45-min-Beobachtungen eines Maisfeldes (Bestand), (zeitigen) Winterweizen-Stoppelfeldes, einer frisch bearbeiteten Schwarzbrache sowie einer frisch gemähten Luzernefläche zurückzuführen. Die ebenfalls hohe Flugaktivität innerhalb des WP (987 s je km²) ist auf eine Grenzstruktur (Feldweg bzw. Kulturengrenze) sowie ein Winterweizen-Stoppelfeld zurückzuführen. Die hohen Flugaktivitäten im Oktober (außerhalb) und November (innerhalb) wurden auf frisch geernteten Ackerschlägen (Zuckerrüben) bzw. einem Feldweg registriert.

Im April und Mai 2008 wurden im UG Querfurt deutliche Unterschiede hinsichtlich der Flugaktivität zwischen den Flächen innerhalb und außerhalb des Windparks festgestellt. Im April resultieren diese größtenteils aus der höheren Flugaktivität auf einer frisch bearbeiteten Schwarzbrache, die durch drei Rotmilane verursacht wurde. Der hohe Wert im Mai (502 s je km²) geht fast ausschließlich auf drei Rotmilane zurück, die über einer zu diesem Zeitpunkt gut einsehbaren Maisfläche Nahrung suchten. Bemerkenswert ist, dass zu diesem Zeitpunkt auch auf den Flächen innerhalb des Windparks große Teile mit Mais bestellt waren (über 50 %), die jedoch nicht oder nur wenig zur Nahrungssuche genutzt wurden (41 s je km²). Eine Erklärung für den hohen Wert außerhalb des Windparks liegt in der Verfügbarkeit weiterer Nahrungsflächen im direkten Umfeld: So konzentriert sich die Flugaktivität des Rotmilans in einem Gebiet mit sehr vielen ungeeigneten Nahrungsflächen auf die wenigen geeigneten Flächen. Im konkreten Fall waren die Flächen außerhalb des Windparks im Mai 2008 zu 85 % mit Wintergerste, Winterraps und Winterweizen bestellt, die im Mai bereits nicht mehr als Nahrungsfläche für den Rotmilan geeignet sind. Auf 13 % der Flächen war zu diesem Zeitpunkt (heranwachsender) Mais angebaut, der somit als einzige Fläche im näheren Umfeld zur Nahrungssuche geeignet war. Folglich flogen die im Gebiet lebenden/brütenden Rotmilane überproportional oft diese Fläche zur Nahrungssuche an, was sich in dem hohen Wert widerspiegelt.

Im UG Speckberg war im Jahr 2007 im Vergleich zu den UG Druiberg und Querfurt eine vergleichsweise geringe Flugaktivität zu verzeichnen. Möglicherweise waren in der näheren Umgebung besser geeignete Nahrungsflächen verfügbar, so dass die Winterweizen- (20 %), Winterraps- (17 %) bzw. Mais- (22 %) und Rübenfelder (41 %) an Attraktivität für den

3 Rotmilan

Rotmilan verloren haben. Bemerkenswert ist die sehr hohe Flugaktivität von 3.278 s je km² im Oktober 2007. Diese stellt die höchste Flugaktivität, die im Rahmen der 45-min-Beobachtungen in beiden Jahren festgestellt wurde, dar und geht im Wesentlichen auf fünf 45-min-Beobachtungen eines frisch gerodeten Zuckerrübenfeldes zurück, auf dem sich zwischen 8 und 12 Rotmilane gleichzeitig aufhielten. Auch die Nahrungsflüge im Jahr 2008 im UG Speckberg erfolgten fast ausschließlich auf gepflügten Ackerflächen (März und April), gut einsehbaren Maisfeldern (Mai und Juni) sowie Stoppelfeldern (September).

Die Untersuchungsflächen bei Dessau zeigten in beiden Jahren die geringsten Werte der Flugaktivität (zwischen 0 und 142 s je km²). Sowohl zwischen den Monaten eines Jahres als auch zwischen den Jahren ergeben sich kaum Unterschiede. Auch in diesem Gebiet ist die höhere Flugaktivität im August 2007 auf die Bearbeitung zurückzuführen (frisch bearbeitete Schwarzbrache und Raps-Stoppelfeld). Die etwas höhere Aktivität im Juli 2008 wurde größtenteils auf einem Raps- bzw. Wintergerste-Stoppelfeld registriert.

3.3.4.2 Häufigkeit von Rotmilanen in den Windparks

In Abb. 3-43 ist die Anzahl der Rotmilankontakte (Anzahl der Einflüge - ohne Berücksichtigung der Dauer - je Beobachtungseinheit, dividiert durch die Fläche des Beobachtungsgebiets), die im Rahmen der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen registriert wurden, für alle Untersuchungsgebiete und -jahre dargestellt. Zwischen den vier UG zeigten sich größere Unterschiede bezüglich der Anzahl der Kontakte. Die sehr hohe Kontaktdichte im Jahr 2007 im UG Querfurt war zurückzuführen auf eine besonders hohe Anzahl von Rotmilankontakten im Juni (Abb. 3-44). Die Ursache für diese hohe Kontaktdichte war der günstigen Nahrungsflächen-Verfügbarkeit geschuldet: So waren im UG Querfurt im Juni 2007 frisch gemähte Luzerne- und gut einsehbare Maisflächen sowie frisch bearbeitete Schwarzbrachen und gemähte Futterweizenfelder vorhanden. Die sehr hohen Kontaktdichten im UG Speckberg in den Jahren 2007 und 2008 waren auf die Monate Oktober 2007 bzw. April und Mai 2008 zurückzuführen (vgl. Abb. 3-44 u. 3-45). Die hohe Kontaktdichte im Oktober 2007 wurde dabei hauptsächlich auf einem frisch gerodeten Zuckerrübenfeld nachgewiesen. Die hohen Werte im April und Mai 2008 wurden im Wesentlichen auf Winterraps und Winterweizen-Flächen ermittelt.

3 Rotmilan

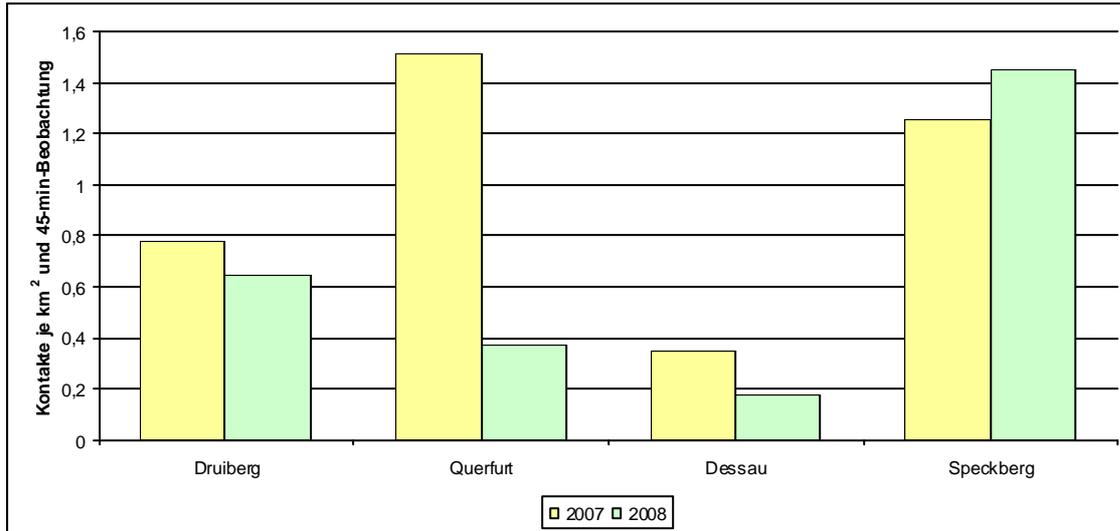


Abb. 3-43: Rotmilan-Kontaktdichten in den einzelnen UG in den Jahren 2007 und 2008.

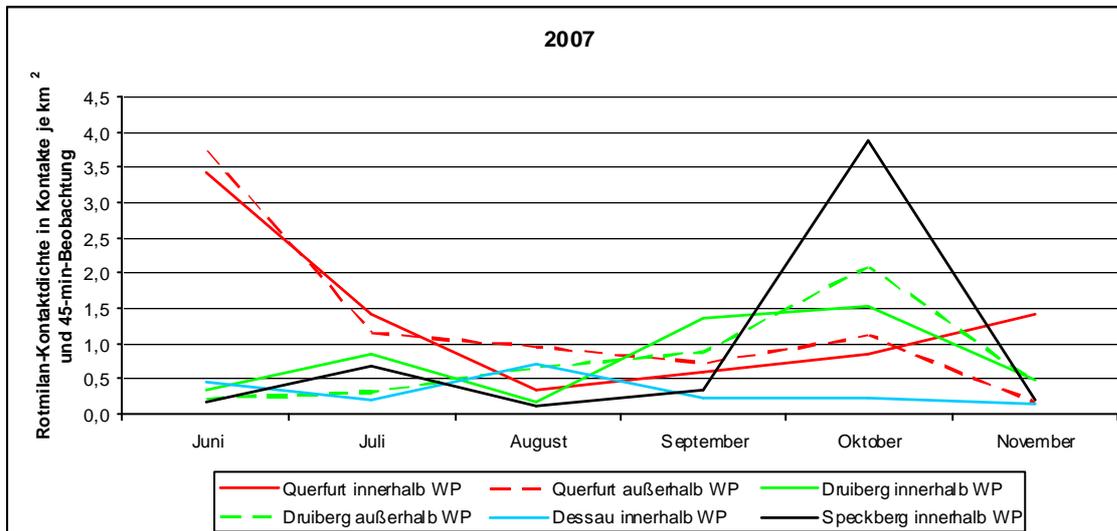


Abb. 3-44: Monatliche Rotmilan-Kontaktdichten in den einzelnen UG im Jahr 2007.

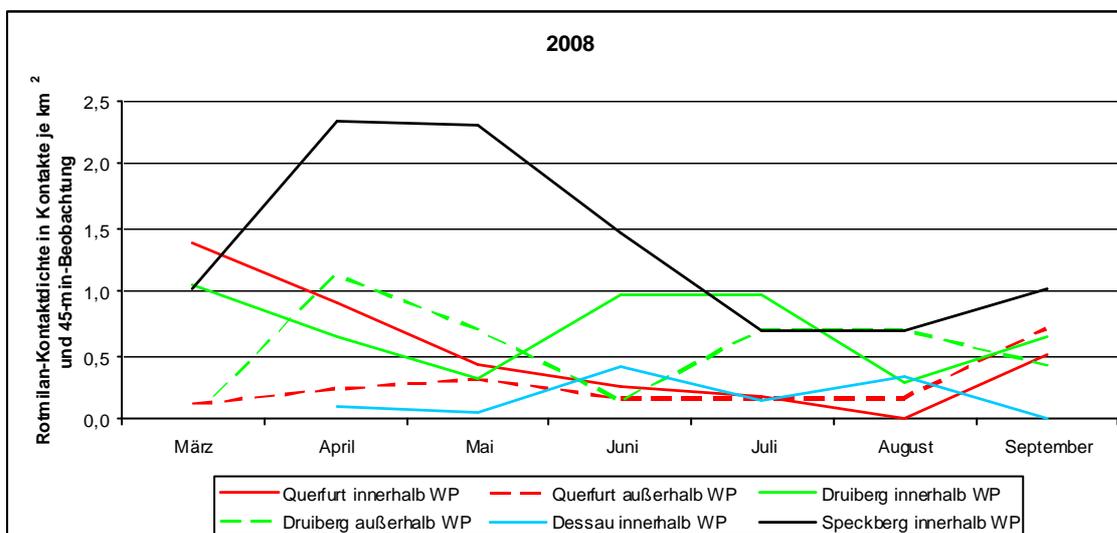


Abb. 3-45: Monatliche Rotmilan-Kontaktdichten in den einzelnen UG im Jahr 2008.

3 Rotmilan

Neben den geschilderten Zusammenhängen mit dem Angebot an Nahrungsflächen zeigte die Kontaktdichte auch eine schwache, statistisch nicht signifikante Beziehung zur Brutdichte der Rotmilane in den Untersuchungsgebieten (Spearman-Rangkorrelationstest, $\rho = 0,34$, $p = 0,42$; Abb. 3-46).

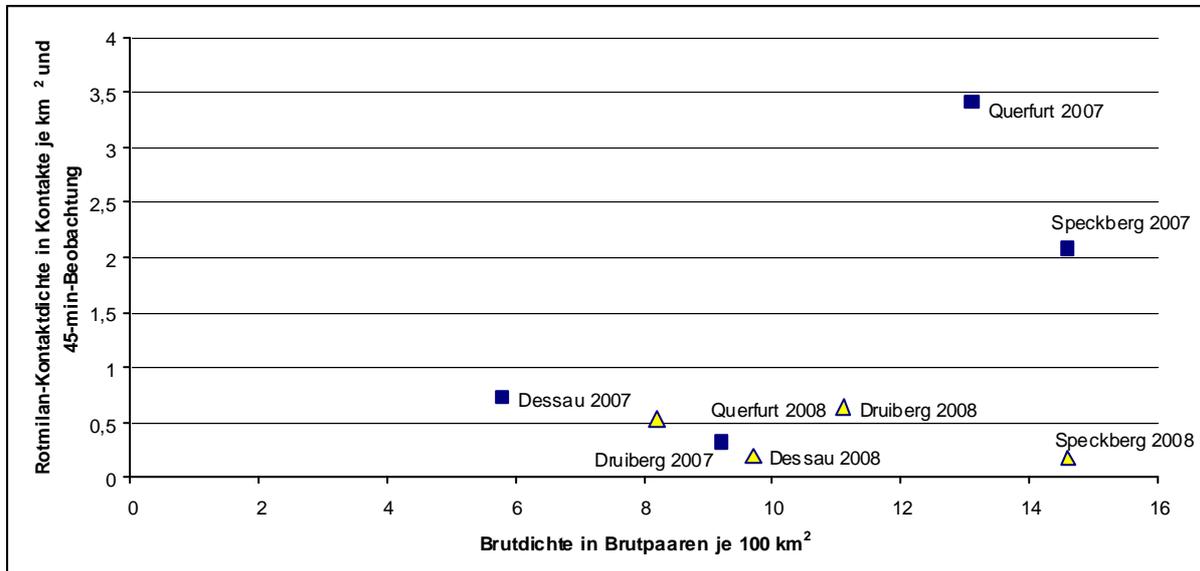


Abb. 3-46: Abhängigkeit der Rotmilan-Kontaktdichte von der Größe des Rotmilan-Brutbestandes in den einzelnen UG in den Jahren 2007 und 2008.

3.3.4.3 Einflug in den Gefahrenbereich der WKA

Abb. 3-47 zeigt, dass im UG Druiberg 41-61 % der im Rahmen der flächenbezogenen Verhaltensbeobachtungen registrierten Rotmilanflüge auch durch den Gefahrenbereich (= 50 m-Radius) einer Windkraftanlage führten. Im UG Dessau waren es 21-24 % und im UG Querfurt 11-18 % aller Rotmilanflüge. Das UG Speckberg (1-6 %) weist deutlich geringere Werte auf. Hier ist zu beachten, dass das Beobachtungsgebiet in den Jahren 2007 und 2008 nur den ersten Ausbaustand des WP Speckberg, d.h. einen gegenüber den anderen UG vergleichsweise kleinen mit WKA belegten Raumausschnitt abbilden konnte, der von Rotmilanen von Nachbarflächen aus auch ohne Nahkontakt zu den WKA mit überblickt werden konnte (vgl. Abb. 3-12 – 3-15 zur Lage der Beobachtungsgebiete in den UG). Im gegenwärtigen flächigen Ausbaustand des WP kann sich dies anders darstellen. Die monatliche Betrachtung der Rotmilanflüge im Gefahrenbereich (Abb. 3-47 unten) zeigt, dass im Juni und Juli 2007 im UG Druiberg sogar bei über 50 % der registrierten Rotmilanflüge ein Einflug in den Gefahrenbereich der WKA festgestellt wurde. Der hohe Wert im Juli im UG Dessau ist auf eine geringe Stichprobe von zwei Rotmilanflügen zurückzuführen.

3 Rotmilan

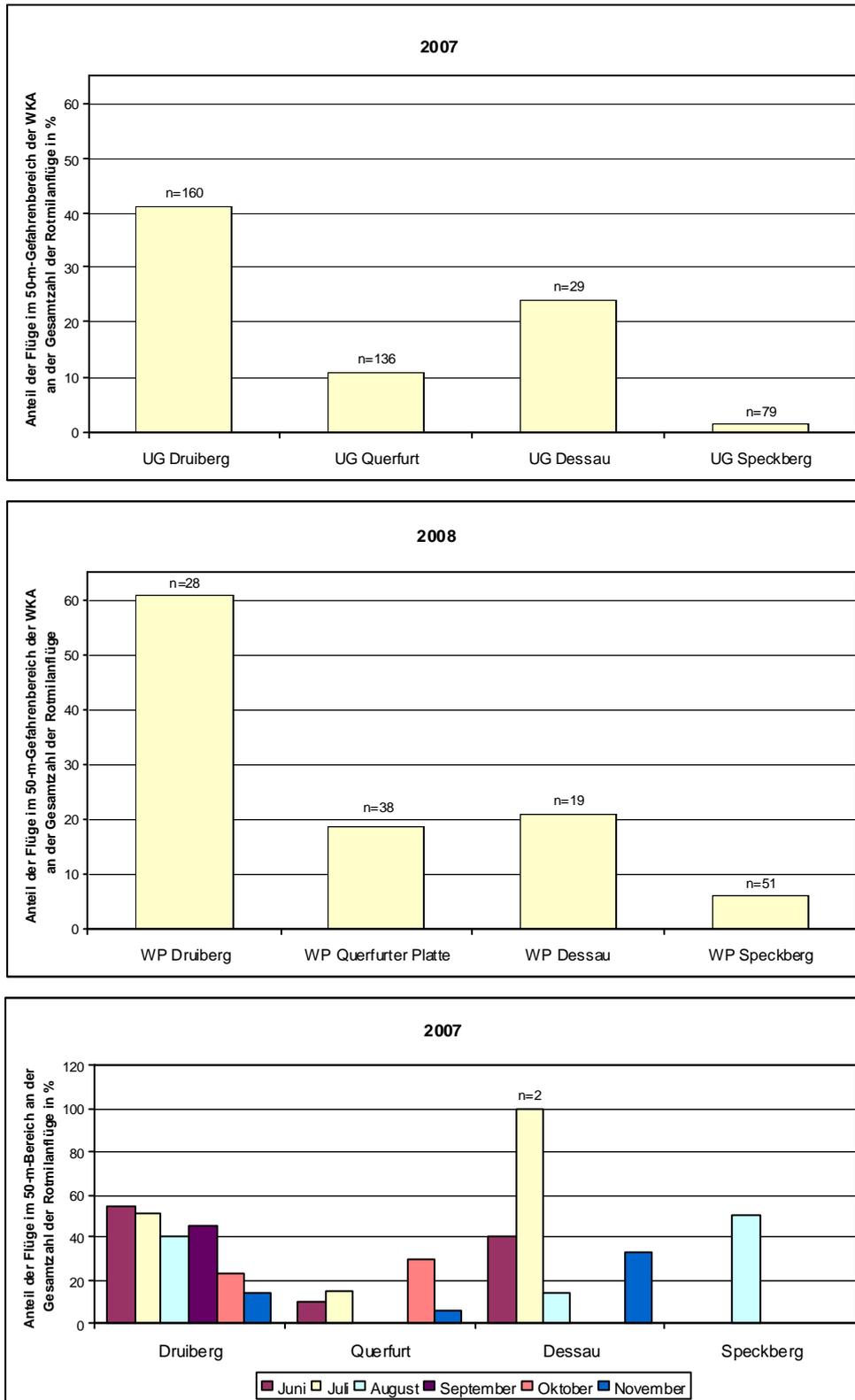


Abb. 3-47: Anteil der Rotmilanflüge mit Einflug in den Gefahrenbereich von WKA (50-m-Radius) an allen registrierten Flügen in den vier UG; alle Daten 2007/2008 (oben/mitte); für 2007 beispielhaft nach Monaten dargestellt (unten).

3.3.5 Abdeckung der Mastfußbereiche von WKA mittels Folien

Insgesamt konnten im Entfernungsbereich von unter 150 m zu den sechs Anlagen (drei Anlagen mit Mastfußabdeckung, drei Referenz-Anlagen) 23 Greifvogelanflüge beobachtet werden (13 Rotmilan-Beobachtungen, 10 Mäusebussard-Beobachtungen, vgl. Tab. 3-21), d.h. je 45-Minuten-Einheit ($n = 41$) kam es zu 0,56 Greifvogel-Beobachtungen (davon 0,31 Rotmilan-Beobachtungen). Während 30 Beobachtungseinheiten kam es zu keiner Rotmilan-Sichtung. An zwei Terminen (14.04. und 01.05.2008) wurden zwar Rotmilane im Betrachtungsraum gesehen, sie flogen aber nicht näher als 150 m an die hier untersuchten Anlagen heran.

Drei Rotmilan-Beobachtungen gab es vor der Abdeckung, zehn danach. Sechs der zehn Anflüge nach der Abdeckung galten den abgedeckten Anlagen, vier den Anlagen, die nicht abgedeckt wurden. Bei fünf der sechs Anflüge an die abgedeckten Anlagen näherte sich der Vogel mehr als 100 m an den Mast. Bei allen vier Anflügen an die nicht abgedeckten Anlagen hielten die Vögel einen Abstand von mehr als 100 m.

An der WKA 28 (geschotterter Vorplatz) gelangen innerhalb von 19 Beobachtungseinheiten acht Rotmilan-Beobachtungen im 150-m-Radius, d.h. 0,42 Rotmilan-Beobachtungen je Beobachtungseinheit.

Abb. 3-48 zeigt die Anflüge je Beobachtungseinheit und WKA vor und nach dem Abdecken der Mastfußbrachen. Die Referenzanlagen wurden weniger angefliegen als die abgedeckten WKA, und dies sowohl vor der Abdeckung (als noch kein Unterschied zwischen beiden Typen vorhanden war), als auch danach. Sowohl die abgedeckten, als auch die nicht abgedeckten WKA zeigten ab Mitte Mai mehr Anflüge als bis Anfang Mai. Es war weder zwischen abgedeckten und nicht abgedeckten Anlagen ein Unterschied nachweisbar, noch an den Versuchsanlagen zwischen dem Zeitraum vor und nach der Folienausbringung (Kruskal-Wallis-Tests, jeweils $p > 0,05$).

Bei der WKA 28 gab es etwa drei bis vier Mal mehr Anflüge als bei den sechs WKA des Folienversuchs. Auch bei dieser Anlage wurden ab Mitte Mai etwas mehr Anflüge festgestellt, als in der Zeit davor.

Tab. 3-21: An den untersuchten WKA (Beobachtungsgebiete 2 und 3) registrierte Greifvögel und deren Auftreten in den drei Untersuchungsradien. (M) = „manipulierte“ Mastfüße.

Datum	WKA-Nr.	Folienabdeckung	Art	Radius 150m	Radius 100m	Radius 50m
21.03.2008	16 (M)	nein	Rotmilan	1	1	1
21.03.2008	2		Rotmilan	1	1	
21.03.2008	20 (M)	nein	Rotmilan	1		
30.06.2008	6		Rotmilan	1		
10.07.2008	20 (M)	ja	Rotmilan	1	1	
10.07.2008	20 (M)	ja	Rotmilan	1	1	
10.07.2008	20 (M)	ja	Rotmilan	1		
17.07.2008	2		Rotmilan	1		
29.07.2008	20 (M)	ja	Rotmilan	1	1	
28.08.2008	5 (M)	ja	Rotmilan	1	1	

3 Rotmilan

Datum	WKA-Nr.	Folienabdeckung	Art	Radius 150m	Radius 100m	Radius 50m
02.09.2008	13		Rotmilan	1		
02.09.2008	13		Rotmilan	1		
18.09.2008	16 (M)	ja	Rotmilan	1	1	
14.04.2008	16 (M)	nein	Mäusebussard	1		
14.04.2008	2		Mäusebussard	1	1	
01.05.2008	16 (M)	nein	Mäusebussard	1		
01.05.2008	2		Mäusebussard	1		
29.07.2008	5 (M)	ja	Mäusebussard	1	1	1
30.08.2008	5 (M)	ja	Mäusebussard	1	1	
02.09.2008	13		Mäusebussard	1	1	1
02.09.2008	5 (M)	ja	Mäusebussard	1	1	
02.09.2008	2		Mäusebussard	1		
18.09.2008	2		Mäusebussard	1		

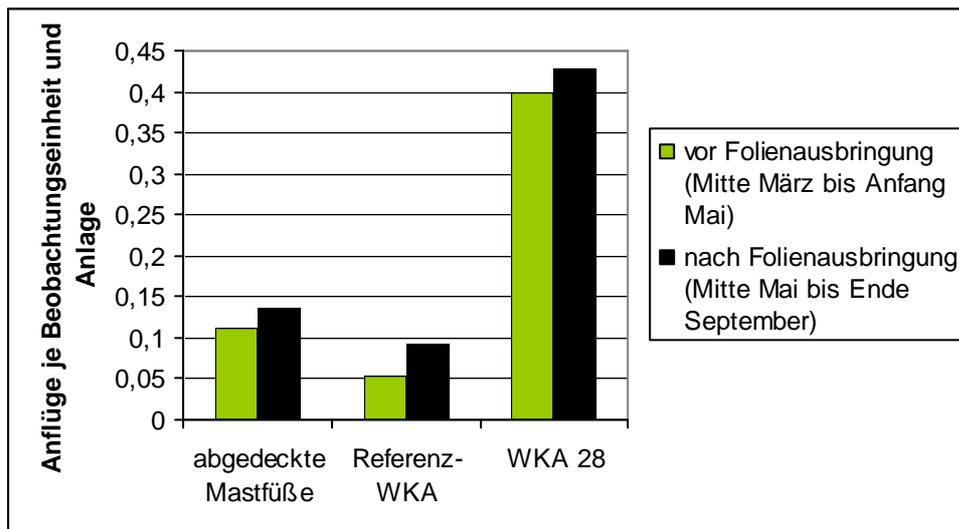


Abb. 3-48: Anflüge von Rotmilanen je Beobachtungseinheit und Anlage.

3.4 Diskussion

3.4.1 Brutbestand- und erfolg

Die in den UG nachgewiesenen Rotmilan-Dichten entsprechen denen in Sachsen-Anhalt (George & Wadewitz 2001, Mammen & Stubbe 2009a). Die UG können insofern als typisch für den Verbreitungsschwerpunkt der Art angesehen werden.

Ob der deutliche Bestandsrückgang des Rotmilans im Kernbereich des UG Querfurt, der zeitlich mit der Einrichtung des Windparks zusammen fiel (Mammen et al. 2009), auch durch diesen verursacht wurde, ist unklar, da andere, möglicherweise wichtige Faktoren wie zum Beispiel das Nahrungsangebot, das Wetter und die Bedingungen im Winterquartier nicht un-

3 Rotmilan

tersucht wurden. Im Park, in dem seit 2001 30 WKA in Betrieb sind, konnten im Rahmen einer systematischen Suche im Jahr 2005 immerhin drei tote adulte Rotmilane als Kollisionsopfer gefunden werden. Die Zahl der tatsächlich kollidierten Tiere wurde mit fünf kalkuliert (Mammen et al. 2009).

3.4.2 Größe der Aktionsräume

Die Homeranges der telemetrierten Rotmilane waren im Mittel für Männchen ebenso wie für Weibchen im gesamten Jahresverlauf sehr groß. Die ermittelten MCP95 % übersteigen die im Rahmen anderer Studien bisher ermittelten Werte teils deutlich (vgl. Tab. 3-22), insbesondere die Werte für Ostsachsen (Nachtigall 2008). In allen Studien im Nordharzvorland (Hagge et al. 2003, Nachtigall 1999), dem auch die UG Druiberg und Speckberg zugerechnet werden können, waren die Aktionsräume größer als in der kleinräumiger strukturierten Landschaft Ostsachsens. Auch die saisonalen Maximalwerte für MCP- und Kernel-Homeranges waren deutlich größer. Auch in Ostsachsen hatten die Weibchen kleinere Gesamtaktionsräume als die Männchen, ein signifikanter Unterschied bestand jedoch trotz geringerer Streuung der Einzelwerte auch dort nicht (Nachtigall 2008).

Tab. 3-22: Bisher ermittelte Aktionsraumgrößen von Rotmilanen in Deutschland.

Quelle	Hagge et al. (2003)	Nachtigall (1999)	Nachtigall (2008) bzw. *Nachtigall & Trapp (2006)
UG	Nordharzvorland, 12 ♂♀	Nordharzvorland, 2 ♂, 3 ♀	Ostsachsen, 6 ♂, 2 ♀
Brutzeit			
MCP	95%(?): 1,9-62,1 km ² (♂♀) arith. Mittel 12,1 km ²	95%: 8,7-38,4 km ² (♂) 5,5-91,6 km ² (♀)	100%: 3,3-11,1 km ² (♂) 1,9-12,1 km ² (♀)
Kernel		60%: 0,7-7,2 km ² (♂) 0,1-11,5 km ² (♀)	
Nachbrutzeit			
MCP		95%: 5,9-8,0 km ² (♂) 7,1 km ² (♀)	100%: 2,0-19,0 km ² (♂) 0,3-0,8 km ² (♀)
Kernel		60%: 1,3-2,0 km ² (♂) 1,5-3,1 km ² (♀)	
Brut- und Nachbrutzeit			
MCP			100%: 4,7-21,2 km ² (♂) 2,9-12,5 km ² (♀)
Kernel			95%: 1,0-4,9 km ² (♂) 4,6-5,6 km ² (♀) *60%: 0,4-1,2 km ² (♂) 0,9 km ² (♀)

Auch ein im Offenland um den Hakel (=UG Speckberg) von Nachtigall (1999) über zwei aufeinander folgende Jahre telemetriertes Rotmilan-♂ zeigte in beiden Jahren eine bemerkenswerte Übereinstimmung des genutzten Aktionsraumes. Infolge des hohen Arbeitsaufwandes

3 Rotmilan

der Bodentelemetrie und der batteriebedingt limitierten Senderlebensdauer gibt es bislang nur wenige mehrjährige Fallbeispiele für die Raumnutzung einzelner Individuen.

Infolge der starken Streuung bei noch relativ kleiner Stichprobenanzahl waren detaillierte statistische Betrachtungen nicht sinnvoll. Anhand der vorliegenden Daten deutet sich aber an, dass Lage und Größe der während der Brutzeit von Brutvögeln genutzten Aktionsräume sehr stark individuell bedingt zu sein scheinen. Als Ursache sind sowohl die Zugehörigkeit zu artspezifischen Grundtypen der Raumnutzung (Maximale Effektivität auf kleinstem Raum vs. Effiziente Abschöpfung im Raum weit verteilter temporärer Ressourcen) als auch Alter und Erfahrung des jeweiligen Vogels denkbar. Rotmilane als exzellente Segelflieger dürften beim Absuchen größerer Gebiete kaum Energieprobleme bekommen. Hinzu kommt die fehlende Territorialität außerhalb des engeren Horstumfeldes, welche es Rotmilanen auch zur Brutzeit ermöglicht, weit entfernte ergiebige Nahrungsquellen gemeinsam zu nutzen. Auch die Nahrungsverfügbarkeit (Dichte, Verteilung und Zugänglichkeit der Beute) im aktuellen Brutjahr ist von großer Bedeutung. Unter energetischen Gesichtspunkten reicht bei guter Nahrungsverfügbarkeit ein kleineres Homerange aus. Ist die Beute knapp, unregelmäßig verteilt oder nicht permanent zugänglich, ist der Vogel gezwungen, eine größere Fläche zur Deckung des Nahrungsbedarfes abzusuchen. Dass die Nahrungsverfügbarkeit für den auf offene bis kurzrasige Flächen angewiesenen Rotmilan in den intensiv genutzten mitteldeutschen Agrarlandschaften gerade zur Brutzeit infolge des hohen Anteils dicht schließender Kulturen suboptimal ist, wurde belegt (Nachtigall 1999, George 2004, vgl. auch Kap 3.3.3). Ein höherer Raumbedarf als in kleiner und reicher strukturierten Regionen wie z.B. Ostsachsen ist somit nahe liegend und nun in der Gesamtschau der bisher aus dem Nordharzvorland vorliegenden Untersuchungen mit den aktuellen Telemetrieergebnissen auch ersichtlich. Obwohl die Landschaft in den UG keinen optimalen Nahrungsraum darstellte, gelang es allen besenderten Rotmilanen mit der jeweiligen individuellen Raumnutzungsstrategie erfolgreich Jungvögel aufzuziehen. Das Spektrum der Aktionsraumgrößen von Rotmilanen ist sehr breit. Infolge der Abhängigkeiten von jährlich wechselnden Nahrungsressourcen (wechselnde Beutedichte, mit der Fruchtfolge räumlich wechselnde geeignete Nahrungsflächen) und individuellen Faktoren ist eine Abschätzung der potentiellen Raumnutzung zur Brutzeit anhand äußerer Faktoren wie der Landschaftscharakteristik im Horstumfeld kaum möglich (vgl. z.B. die völlig gegensätzliche Raumnutzung des Brutpaars Barbara/Barbarossa bzw. der im gleichen Jahr und Gebiet brütenden ♂♂ Barbarossa und Karl) und hätte auch nur für die aktuelle Brutsaison Relevanz.

3.4.3 Entfernung der Ortungen zum Horst

Die hier untersuchten Rotmilane entfernten sich oft weit vom Horst, so dass der Anteil der Fernortungen relativ hoch war. In den Untersuchungen 2007-2010 wurden für 5 von 10 telemetrierten Vögeln Maximalentfernungen vom Horst von > 13 km festgestellt. Derart große Entfernungen wurden in ähnlicher Weise bisher nur von Nachtigall (1999) bei einem im Hakelwald brütenden Rotmilan-♀ festgestellt, welches zeitweise weit entfernte Nahrungsflächen bzw. Schlafplätze in ca. 15 km Entfernung aufsuchte. Demgegenüber gibt Nachtigall (2008) die Häufigkeitsverteilung der Entfernung der Ortungen vom Horst mit 60 % (0-1,0 km), 20 % (1,01-2,0 km), 15 % (2,01-3,0 km) und 5 % (> 3,01 km) in der Summe aller Ortungen von neun Rotmilanen an und hat damit einen deutlich geringeren Anteil an Fernortungen zu verzeichnen, die außerdem nur in Einzelfällen weiter als 5 km vom Horst entfernt lagen

3 Rotmilan

(Tab. 3-23). Hagge et al. (2003) fanden im Nordharzvorland eine Häufigkeitsverteilung von ca. 50 % (0-1,0 km), 20 % (1,01-3,0 km), 13 % (3,01-5,0 km), 10 % (5,01-7,00 km) und 2 % (7,01-9,00 km), was den aktuell in den UG Druiberg, Speckberg, Querfurt und Queis festgestellten Werten näher kommt.

Tab. 3-23: Bisher ermittelte Maximalentfernungen von Rotmilanen zum Horst.

Quelle	Hagge et al. (2003)	Nachtigall (1999)	Nachtigall (2008)
UG	Nordharzvorland, 12♂♀	Nordharzvorland, 2♂, 3♀	Ostsachsen, 6♂, 2♀
Maximale Entfernung der Ortungen vom Horst			
	7-9 km	♂: 5,6 km ** bzw. 8,5 km *** ♀: 3,7 km** bzw. 15,5 km*** **Offenlandbrüter, ***Waldbrüter	♂: 4,5 km (BZ), 8,1 km (NBZ) ♀: 3,6 km

3.4.4 Tagestracking

Die Durchführung des Tagestrackings bei hoch mobilen Vögeln, die jedoch nur Sender von ca. 22 g mit entsprechend begrenzter Reichweite tragen können, ist mit einem erheblichen Aufwand (mehrere Bearbeiter, ganze Tage) verbunden. Auch aus diesem Grund gibt es derartige Untersuchungen zu Rotmilanen bisher nicht. Nachtigall (2008) versuchte, den Sendervögeln über ca. 4 h zu folgen. Eine Vorstellung, welche Flugstrecke Rotmilane innerhalb eines Tages zurücklegen, konnte bisher aber lediglich durch Verbinden diskreter Ortungspunkte gewonnen werden, was die tatsächliche Flugstrecke, sowohl bei sehr flugaktiven Individuen, die von einem einzelnen Bearbeiter nicht permanent auffindbar sind, als auch bei Vögeln, die innerhalb eines kleinen Gebietes ausdauernd kreisen, um ein Vielfaches unterschätzt. Auch in unseren Untersuchungen waren „Fehlzeiten“, also Zeiten in denen über die Aktivität des Vogels keine Angaben gemacht werden können, nicht vermeidbar. Teilweise erschweren ungünstige räumliche Gegebenheiten die Verfolgung (Bodenwellen, Tagebaurestloch, Hochkippen, Hügel, fehlende Wege). Insbesondere bei längeren Zeiten ohne Kontakt muss auch davon ausgegangen werden, dass der Vogel sich nicht „den Erwartungen entsprechend“ verhielt, da er sonst schneller wieder gefunden worden wäre. Die angenommenen gradlinigen Streckenverbindungen in Zeiten ohne Kontakt zum Sendervogel sind daher immer als Mindestflugstrecke zu betrachten. Die tatsächliche Flugstrecke kann bei längeren Fehlzeiten noch deutlich höher als hier veranschlagt liegen.

Die insgesamt durchgeführten 20 Tagestrackings (bei sechs Vögeln) geben einen Einblick in die tägliche, individuell und saisonal sehr breit gefächerte Raumnutzung des Rotmilans. Deutlich wird, dass die tägliche Flugstrecke sowohl in der Brut- als auch in der Nachbrutzeit nicht selten > 100 km beträgt und dass auch Rotmilane mit kleinem Homerange (z.B. Barbarossa) teils die gleiche Tagesflugeistung erbringen wie Vögel mit großem Homerange (z.B. Karl).

3.4.5 Aufenthalt und Flächennutzung von Rotmilanen in Windparks

Rotmilane bewegen sich während der Nahrungssuche meist für längere Zeit kreisend über der Jagdfläche (Walz 2005). Da sie keine natürlichen Feinde aus der Luft kennen, konzentrieren sie sich dabei vorwiegend auf den Bereich unter ihnen (Martin 2011). Durch dieses

3 Rotmilan

Verhalten unterliegen Rotmilane dem größten Kollisionsrisiko an Windkraftanlagen während der Nahrungssuche.

Die Registrierungen der Flughöhe zeigen, dass sich Rotmilane häufig (25 % der observierten Flugzeit) in der Höhe der Rotoren im potenziell kollisionsgefährlichen Höhenbereich von 50-150 m bewegen. Bei geringen Nabenhöhen (z.B. 70-90 m) durchstreichen Rotoren der Größenordnung von 70-90 m Rotordurchmesser den Luftraum noch bis in geringe Höhen über Grund. Höhere Anlagen könnten potenziell die Gefahrenexposition des Rotmilans vermindern, wenn sie einen größeren Abstand zwischen Boden und Rotorunterseite aufweisen würden. Allerdings wurden die in den UG bisher errichteten WKA mit 98 m Nabenhöhe auch mit größeren Rotoren ausgestattet als die kleineren Anlagen, so dass der durchstrichene Rotorbereich nun innerhalb des hauptsächlichen Flughöhenbereichs des Rotmilans (< 150 m) zwar weiter in die Höhe reicht, in der unteren Grenze des Drehbereichs aber nicht substantiell nach oben verschoben wurde. Insgesamt erscheinen WKA mit geringem rotorfreiem Luftraum über dem Boden als die problematischsten.

Die Auswertung der räumlichen Flugbewegungen des Rotmilans (vgl. Abb. 3-47) zeigte, dass in einzelnen UG ein sehr hoher Anteil der registrierten Rotmilanflüge mit einem Einflug in den Gefahrenbereich der WKA (50-m-Bereich) verbunden war. Bei den individuenbezogenen Verhaltensbeobachtungen wurden in geringeren Anteilen ebenfalls Einflüge in den Gefahrenbereich erfasst, die sich jedoch schon direkt auf den Aufenthalt im Bereich der Rotorscheibe bezogen. Ähnliche Ergebnisse fand Strasser (2006): Von 11.467 Flugsekunden entfielen 10 % der Flugzeiten auf Aufenthalte im Bereich der Rotorkugel (Radius 35 m). Es wurden 21 Rotordurchflüge beobachtet, auch gab es 12 direkte Beobachtungen von Rotmilanen, die in instabile Fluglagen gerieten oder in die Tiefe stürzten und danach den Windpark in der Regel zügig verließen. Mehrere Studien belegen somit auch quantitativ, dass Rotmilane kein Meideverhalten gegenüber Windkraftanlagen zeigen, sondern auch den direkten Nahbereich der Anlagen bei ihren Flügen nutzen.

Für die Abschätzung eines Kollisionsrisikos ist es deshalb wichtig, die Faktoren zu erkennen, die die Häufigkeit von nahrungssuchenden Rotmilanen in Windparks bestimmen. Zwei Faktoren standen im Fokus der Betrachtungen: die Brutdichte der Rotmilane in der näheren Umgebung und die Nahrungsverfügbarkeit in den Windparks.

Zwischen der Brutpaardichte der Rotmilane im Umfeld und der Häufigkeit der Rotmilane im Windpark (gemessen als Kontaktdichte) bestand eine schwache, statistisch nicht signifikante Beziehung. Zur Klärung dieses Zusammenhangs, der nicht im Fokus des Untersuchungsprogramms stand, hätten wesentlich mehr Windparks untersucht werden müssen. Für die Fragestellung des Projekts kann jedoch davon ausgegangen werden, dass in Gebieten mit einer hohen Brutpaardichte auch mit einer höheren Frequentierung der Windparks zu rechnen ist.

Neben der Rotmilan-Brutdichte der näheren Umgebung war das Vorhandensein attraktiver Nahrungsflächen eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Rotmilane einen Windpark aufsuchten. Dies galt insbesondere in den Monaten April bis Juni, als aufgrund der geschlossenen Vegetationsdecke der dominierenden Wintergetreide- und Winterraps-Schläge eine generelle Nahrungsflächenknappheit für den Rotmilan herrschte. Besonders geeignete Kulturen waren in diesem Zeitraum Mais, Luzerne, Grünland, Brachen oder (meist für Energienutzung) frühzeitig gemähte Getreidefelder sowie Grenzstrukturen. Zu Grenzstrukturen zählten neben Feldwegen und Hecken auch die Mastfußbrachen der Windkraftanlagen, welche meist eine niedrigwüchsige Vegetation aufwiesen und ganzjährig gute Nahrungsflächen für

3 Rotmilan

den Rotmilan darstellten. Diese Mastfußbrachen übten somit insbesondere zur Zeit der Nahrungsflächenknappheit eine große Lockwirkung auf Rotmilane aus. Im Frühjahr und Frühsommer ergeben sich durch den Mangel an Nahrungsflächen Konzentrationseffekte, da viele Rotmilane auf nur wenige geeignete Flächen zur Nahrungssuche ausweichen mussten. Zur Zeit der Ernte im Hochsommer waren alle abgeernteten oder weiter bearbeiteten Flächen gut geeignet für Rotmilane und wurden gegenüber anderen Flächen bevorzugt. Auf die Bedeutung der Erreichbarkeit der Nahrung wiesen bereits zahlreiche Studien hin (Wuttky et al. 1982, Porstendörfer 1994, Hille 1995a, b, Nachtigall 1999, Mammen 2000, Weber & Stubbe 2000, Walz 2001, Albrecht & von Lindeiner 2002). Die vorliegenden Ergebnisse zeigten, dass die scheinbaren Unterschiede in der Nutzung von Flächen innerhalb und außerhalb der Windparks zur Nahrungssuche fast ausnahmslos durch die jeweils angebaute Kultur sowie der Bearbeitung der jeweiligen Flächen zu erklären waren.

Neben den landwirtschaftlichen Kulturen und deren Bearbeitungsständen gab es noch andere potentielle Nahrungsquellen, die eine Anziehungskraft auf Rotmilane ausübten. Die Kompostieranlage am Speckberg (Abb. 49 u. 50) war für Milane sehr attraktiv, insbesondere an solchen Tagen, an denen größere Massen Kompost umgeschichtet wurden, was betriebsbedingt häufig, aber unregelmäßig (auch abhängig von neuen Lieferungen) geschah. Die Nutzung der Anlage war problematisch, weil viele Milane sich dabei nicht auf einen Aufenthalt auf bzw. über der Anlage beschränkten, sondern „Ausflüge“ in die nähere Umgebung machten. So wurde auch der in der Nähe befindliche Windpark zwangsläufig häufiger aufgesucht.

Für Rotmilane attraktiv waren ebenfalls Haufen mit Stalldung, wie sie im Frühjahr und Sommer häufig an Feldrändern zwischengelagert wurden, bevor sie nach der Ernte auf den Feldern verteilt werden konnten. Befinden sich solche Haufen im Nahbereich von WKA, werden dadurch Rotmilane zusätzlich in den Gefahrenbereich der Rotoren gebracht. Es schien in letzter Zeit gängige Praxis zu sein, dass als Lagerplätze die (Kran-)Stellflächen von WKA genutzt wurden. So wurde bei der Nachsuche nach dem Sendervogel Erik im UG Querfurt festgestellt, dass sich an der WKA, an der der Vogel zuletzt geortet wurde, ein großer Misthaufen befand. Die Suche nach dem Sendervogel Erik erbrachte den Totfund eines anderen Rotmilans. Damit ist mit großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass an dieser WKA innerhalb weniger Wochen zwei Rotmilane ums Leben kamen. Auch im Vorjahr befand sich an dieser Stelle bereits ein Stalldunghaufen an dem darüber kreisende Rotmilane mehrfach beobachtet wurden.

Unter dem Gesichtspunkt der Risikominimierung für Rotmilane wäre es von Vorteil, im Bereich von Windparks attraktive Kulturen (Mais, Luzerne, Grünland, Brachen) zu vermeiden. Die übrigen Ackerflächen sollten bis zur großflächigen Ernte von Winterraps, Winterweizen und Wintergerste im Juli nicht bearbeitet werden (kein Umbrechen, keine vorzeitige Ernte, keine Mahd). Da Grenzstrukturen wie Mastfußbereiche Rotmilane anlocken können und somit das Kollisionsrisiko erhöhen, sollte die Größe dieser Flächen möglichst klein gehalten werden. Darüber hinaus sollten die Flächen im Mastfußbereich zu einer höherwüchsigen ruderalen Gras-Krautflur entwickelt werden, um deren Attraktivität für den Rotmilan weiter zu verringern.

Zwischen Kompostieranlagen und WKA sollte ein ausreichender Abstand eingehalten werden. Einhausungen können aus technischen Gründen nicht das gesamte Betriebsgelände einer Kompostieranlage umfassen und sind deshalb keine Lösung.

Auch sollten keine Stalldunghaufen in Windparks angelegt werden.

3 Rotmilan



Abb. 3-49: Blick von einer WKA auf die Kompostieranlage am Speckberg. Ein Teil der Kompostieranlage (links im Bild) wurde abgedeckt, damit Milane nicht mehr an tierische Stoffe gelangen können (03.04.2010, U. Mammen).



Abb. 3-50: Blick von der Kompostieranlage auf den WP Speckberg (03.04.2010, U. Mammen).

3 Rotmilan



Abb. 3-51: Eine von zwei WKA direkt auf dem Gelände einer Kompostieranlage bei Hohendodeleben (Bördekreis, Sachsen-Anhalt)(30.07.2008, U. Mammen).

3.4.6 Abdeckung des Mastfußbereichs

Die Ergebnisse der experimentellen Abdeckung des Mastfußes waren nicht eindeutig. Das „Folienexperiment“ konnte nur am Druiberg realisiert werden, wo die Greifvogelaktivität deutlich geringer als in den anderen UG war. Es ist zweifelhaft, ob durch die Abdeckung der Mastfußbrache mit Folie wirklich der Zustand „unattraktiv für Milane“ erreicht wurde. Möglich wäre auch das Gegenteil: Unebenheiten auf der Folie oder Verschmutzungen könnten für Milane auch durchaus attraktiv ausgesehen haben (Abb. 3-17).

Großflächige Schotterungen waren für Milane attraktiv, wie die größere Anzahl an Flugbeobachtungen an der WKA 28 (Enercon E112) zeigt, die einen großen geschotterten Platz hatte (Abb. 3-19). Möglicherweise spielt für einen Suchjäger wie den Rotmilan die tatsächliche Nahrungshäufigkeit eine geringere Rolle als das Vorhandensein von gut einsehbaren Flächen, auf denen er – falls vorhanden – Beute greifen könnte. Da Rotmilane täglich große Gebiete überfliegen, werden dabei zwingend auch weite Bereiche abgesucht, auf denen keine Beute gegriffen wird. Energetisch dürfte sich das Abpatrouillieren für Segelflieger auch lohnen, wenn nur sehr selten Beute gemacht wird.

Die starke Bevorzugung von Grenzstrukturen (siehe oben), zu denen ja die Mastfußbereiche gehören, durch nahrungssuchende Rotmilane zeigt, dass diese Strukturen Rotmilane in den Windpark locken können. Auch wenn die Folienexperimente keine eindeutigen Ergebnisse

3 Rotmilan

erbrachten, bleibt es eine wichtige Aufgabe zur Minderung des Kollisionsrisikos, die Mastfußbereiche möglichst unattraktiv für jagende Rotmilane zu gestalten.

3.5 Fazit

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Rotmilane keine Scheu vor WKA hatten und ein bestenfalls sehr gering ausgeprägtes Meideverhalten besaßen. Sie flogen häufig (25 % der observierten Flugzeit) in der Höhe der Rotoren im potenziell kollisionsgefährlichen Höhenbereich von 50-150 m. Das Risiko einer Kollision wird also vor allem dadurch bestimmt, wie lange sich Rotmilane in Windparks aufhalten, d.h. wie häufig sie Flächen in Windparks zur Nahrungssuche aufsuchen bzw. Windparks bei der Nahrungssuche durchfliegen.

Die Häufigkeit, mit der sich telemetrierte Rotmilane in einen Windpark begaben und der Grad der Überlappung von Homeranges mit Windparks (WP+75 m), hing sehr deutlich und statistisch signifikant von der Entfernung zwischen dem Horst und der nächstgelegenen WKA ab. Damit ergibt sich automatisch auch ein Zusammenhang zwischen der Brutdichte in der Umgebung eines Windparks und der Häufigkeit von Rotmilanen im Windpark, der im Rahmen dieser Untersuchungen auch aufgezeigt, infolge des aus anderen Gründen gewählten Untersuchungsdesigns (Schwerpunkt auf der Telemetrie) allerdings nicht vertieft werden konnte. Klar gezeigt werden konnte hingegen, wie das Nahrungsangebot im Windpark die Anwesenheit der Rotmilane beeinflusste. Das Nahrungsangebot bzw. die Nahrungsverfügbarkeit wurde bestimmt durch die Art der Kulturen, die je nach Aufwuchs in jedem Monat eine andere Attraktivität auf Rotmilane ausübten, durch die Feldbearbeitung (hohe Attraktivität frisch gemähter oder umgebrochener Flächen) und durch zusätzliche Nahrungsquellen wie Dunghaufen im Windpark oder eine Kompostieranlage in der Nähe des Windparks. Natürlich dürften auch die Nahrungsangebote der Flächen außerhalb der Windparks die Zahl der Nahrungsflüge in den Park beeinflussen, indem sie, je nachdem ob die Angebote attraktiver sind, möglicherweise Rotmilane aus dem Park abziehen.

Für eine mögliche Beeinflussung des Kollisionsrisikos stellt sich die Frage, welche der genannten Faktoren sich durch entsprechende Planungen oder ein adäquates Management beeinflussen lassen. Der Abstand Horst-Windpark lässt sich in Anbetracht einer gewissen Stabilität der Horstnutzung durch die Standortwahl des Windparks beeinflussen.

Zu den veränderbaren Faktoren gehört auch die landwirtschaftliche Nutzung innerhalb und außerhalb des Windparks. Maßnahmen zur Minimierung des Kollisionsrisikos sind in Kap. 3.6 aufgeführt.

Empfehlungen zur Nabenhöhe bzw. zur Mindesthöhe des freien Luftraumes unterhalb der Rotorspitzen zu geben ist schwierig. Da im Rahmen der Untersuchungen gezeigt wurde, dass Rotmilane in den Windparks fast die gesamte Zeit in Höhen bis max. 150 m verbringen, wird eine maßgebliche Veränderung des Kollisionsrisikos in absehbarer Zeit baulich nicht erreicht werden können. Zum einen steigt mit zunehmender Nabenhöhe in der Regel auch der Rotordurchmesser, so dass der bodennahe freie Luftraum nicht in gleicher Weise zunimmt. Zum anderen variiert die Flughöhe von Rotmilanen saisonal, je nach Zugänglichkeit der Nahrungsflächen, und in den Monaten März bis Juni verbringen sie einen deutlich größeren Zeitanteil in WKA-Typ übergreifend kollisionsgefährlichen Höhen zwischen 50 und 150 m als nach der Ernte. Mit zunehmender Bauhöhe von WKA wird jedoch im Rahmen des

3 Rotmilan

Repowerings der Anteil der Flüge in 25-50 m Höhe, der derzeit bei WKA mit 70 m Nabenhöhe und 70-90 m Rotordurchmesser kollisionsgefährdet ist, an Kollisionsrelevanz verlieren.

3.6 Schlussfolgerungen für die Praxis

Aus den Ergebnissen lassen sich Schlussfolgerungen für die Praxis ziehen, die zwar das Problem „Rotmilan und Windkraftanlagen“ nicht vollständig lösen, aber doch - bei konsequenter Umsetzung – deutlich reduzieren können.

Abstand zwischen Rotmilan-Horst und WKA

Je größer der Abstand zwischen WKA und Rotmilan-Horst ist, umso geringer ist die Überlappung von Homerange und Windparkfläche (vgl. Kap. 3.3.2.1.2 bis 3.3.2.1.4) und umso geringer ist auch die Wahrscheinlichkeit für den Rotmilan, mit den Rotoren der WKA zu kollidieren. Der Abstand sollte mindestens 1.250 m betragen.

Vermeidung von attraktiven Flächen im Windpark

Im Windpark ist auf den Anbau von Feldfutter und anderen Kulturen, die zur Brutzeit der Milane (bis Mitte Juli) gemäht werden, zu verzichten.

Die Ernte sollte im Windpark erst dann beginnen, wenn zuvor bereits andere Felder in der Region geerntet wurden. Dies trifft in Mitteldeutschland auf Wintergerste und Raps zu, weil dies die ersten Kulturen sind, die geerntet werden.

Die Brachflächen am Mastfuß sollten zum einen so klein wie möglich sein, zum anderen sollten sie unattraktiv für Rotmilane gestaltet werden: Sie sollten also vor Ende Juli weder gemäht noch umgebrochen werden.

Sehr attraktiv für Rotmilane sind auch Haufen mit Stalldung, wie sie im Frühjahr und Sommer häufig an Feldrändern zwischengelagert werden, bevor sie nach der Ernte auf den Feldern verteilt werden können. Für die Praxis ergibt sich die Schlussfolgerung, dass der Nahbereich von WKA von Haufen mit Stalldung freizuhalten ist.

Windparks sollten nur in ausreichendem Abstand zu Kompostieranlagen errichtet werden, da Kompostieranlagen aufgrund der kontinuierlichen Nahrungsverfügbarkeit regelmäßig von Rotmilanen angefliegen werden. Befindet sich in der näheren Umgebung zu einer Kompostieranlage ein Windpark, so wird dieser zwangsläufig häufiger aufgesucht, wie die Ergebnisse vom WP Speckberg zeigen.

Luzerneanbau

Gemähte Luzerneflächen sind am Mahdtag – und nur am Mahdtag – hoch attraktiv für Rotmilane. Um Rotmilane effektiv zu einer solchen Fläche zu locken (und sie damit gleichzeitig zu dieser Zeit vom Windpark fern zu halten), muss täglich eine ausreichend große Fläche gemäht werden. Im Rahmen des Projektes bestand keine Möglichkeit, die Lockwirkung unterschiedlich großer Flächen zu untersuchen. Setzt man die Fläche zu klein an, so ist sie nicht so attraktiv, dass Milane auch aus größerer Entfernung angelockt werden. Setzt man sie zu groß an, steigen die Kosten unnötig. Aus eigenen Anschauungen schlagen wir eine täglich zu mähende Fläche von 2 ha vor. Luzerne kann ca. alle 5 Wochen (35 Tage) gemäht

3 Rotmilan

werden. Daraus ergibt sich eine Gesamtfläche von 70 ha (vgl. schematische Darstellung in Abb. 3-52a-d).

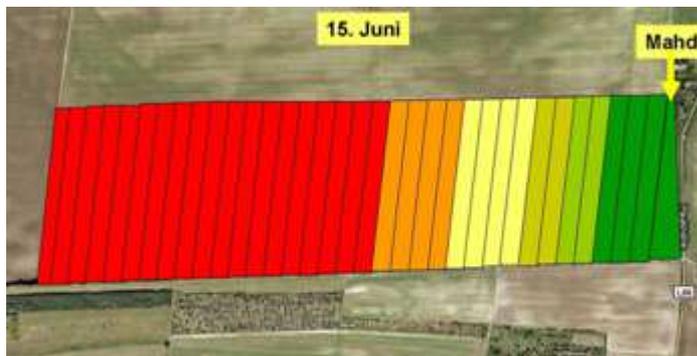
Die Mahd muss zweimal in der Zeit von Anfang Mai bis Mitte Juli erfolgen. Ab Mitte Juli bis Anfang Mai des kommenden Jahres darf die Fläche nicht mehr gemäht werden, um den dort lebenden Wirbeltieren (insbesondere Kleinsäugetern) ausreichend Entwicklungsmöglichkeit zu geben.



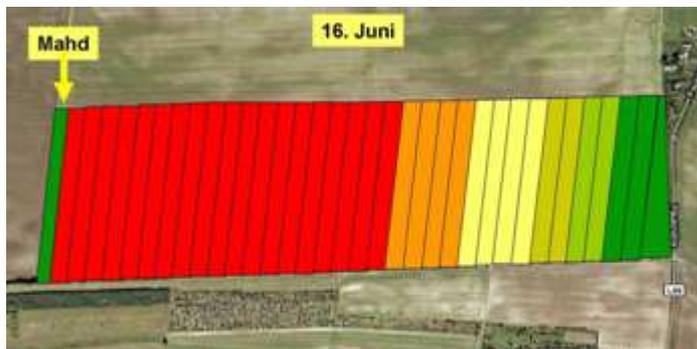
a) Mahd am 12. Mai
1. Portion, erster Schnitt



b) Mahd am 13. Mai
2. Portion, erster Schnitt



c) Mahd am 15. Juni
35. Portion, erster Schnitt



d) Mahd am 16. Juni
1. Portion, 2. Schnitt

Abb. 3-52: Schematische Darstellung der portionsweisen Mahd auf einem 70 ha großen Luzerneschlag, der in 35 Parzellen zu je 2 ha geteilt wurde.

3.7 Zusammenfassung

Die Untersuchungen zum Rotmilan fanden in den Jahren 2007-2010 in Sachsen-Anhalt statt, wo die höchsten Siedlungsdichten des Rotmilans mit einer hohen Dichte an WKA einhergehen. Zur Anwendung kamen Verhaltensbeobachtungen, Punkt-Stopp-Zählungen sowie Telemetrieuntersuchungen zur Analyse der Raumnutzung von Rotmilanen. Die Untersuchungen wurden mit verschiedener Intensität in fünf Windparks durchgeführt.

Insgesamt wurden sieben adulte Rotmilane mit VHF-Telemetrie-Sendern und im Jahr 2010 weitere drei adulte Rotmilane mit ARGOS-GPS-Sendern ausgestattet. Bei den besenderten Tieren handelte es sich um je fünf Männchen und Weibchen.

Die Brutzeit-Homeranges (MCP95%) der telemetrierten Tiere waren mit 39,2 km² (♂♂) bzw. 16,25 km² (♀♀) im Mittel größer als in anderen Studien. Zudem gab es große individuelle Unterschiede sowohl bei Männchen als auch bei Weibchen, jedoch keinen signifikanten Unterschied der Homerange-Größe zwischen den Geschlechtern. Auch alle übrigen getesteten Parameter (Senderart, Beginn der Datenaufnahme, Anzahl Ortungen, Region des UG) hatten keinen Einfluss auf die Homerange-Größe. Drei Rotmilane konnten über zwei aufeinander folgende Jahre telemetriert werden. Alle zeigten eine beträchtliche Konstanz der Raumnutzung hinsichtlich der Homerange-Größe und der Lage des genutzten Landschaftsausschnittes, sowohl in der Brutzeit beider Jahre, als auch in der Nachbrutzeit.

Die Lage des Horstes innerhalb des Aktionsraumes variierte von relativ zentral bis peripher und änderte sich teilweise auch während des Jahres. Eine ausgeprägte Treue zum Horst bzw. zum engeren Horstumfeld auch nach der Brutzeit war bei allen Sendervögeln zu verzeichnen und der Horst befand sich auch nach der Brutzeit noch innerhalb des 50 %- oder zumindest des 60 %-Kernel. Im Mittel fanden im Abstand bis zu 1.000 m vom Horst 54 % aller Ortungen der Sendervogel statt, bei einem Abstand bis 2.000 m waren es 81 %. 9 % aller Ortungen erfolgten > 5 km vom Horst entfernt.

Annäherungen an WKA auf einen Abstand von unter 300 m wurden für alle Sendervogel festgestellt. Für 9 von 10 besenderten Rotmilanen wurde mittels Telemetrie ein Aufenthalt im Windpark (WP+75 m) sowie eine Annäherung an WKA auf unter 200 m nachgewiesen. Die Hälfte der Sendervogel näherte sich dabei auf weniger als 100 m an. Je näher sich der Brutplatz am Windpark befand, desto höher war der Anteil von WKA-nahen Ortungen und von Ortungen im Windpark, und umso größer waren flächige Überlagerungen der Kernel-Homeranges mit der Fläche des Windparks (WP+75 m) sowie dem Außenpuffer WP+300, was auch statistisch signifikant belegt wurde. Durch Einhalten eines Abstands von 1.000 m zwischen Horst und WKA-Standorten wären brutzeitliche Flächenüberlagerungen mit der Windparkfläche (WP+75 m) im Mittel um 24,8 % (Kernel95%) bzw. durch Einhalten eines Abstands von 1.250 m im Mittel um 41,3 % (Kernel95%) reduziert worden.

20 Tagestrackings (d.h. die kontinuierliche Verfolgung eines Vogels über einen ganzen Tag) wurden bei sechs Rotmilanen durchgeführt. Ein Viertel des Tages zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang verbrachten die Rotmilane in der Luft, wobei die Flugaktivität der Männchen größer war, als die der Weibchen. Täglich wurden im Durchschnitt 90,1 km (min. 6,7 km, max. 302,1 km) fliegend zurückgelegt. Das Tageshomerange betrug im Mittel 2,98 km² (min. 0,01 km², max. 35 km²).

3 Rotmilan

Auf der Grundlage von individuenbezogenen Verhaltensbeobachtungen konnten Angaben zur Flughöhe ermittelt werden: 25,4 % der Flüge fanden in Höhenklassen zwischen 50 und 150 m statt – dem Bereich, in dem sich die meisten Rotoren der derzeit errichteten WKA befinden. 21,2 % der Flüge wurden im Bereich zwischen 25 und 50 m, welcher bei WKA mit 70 m Nabenhöhe und 70-90 m Rotordurchmesser kollisionsrelevant ist, ermittelt.

Flächenbezogene Verhaltensbeobachtungen wurden in vier Windparks durchgeführt, in zwei Windparks wurden auch benachbarte Referenzflächen untersucht. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die scheinbaren Unterschiede bei der Nutzung von Flächen innerhalb und außerhalb der Windparks zur Nahrungssuche fast ausnahmslos von der jeweils angebauten Kultur sowie der Bearbeitung der jeweiligen Flächen abhängig waren. Einflüge in den Gefahrenbereich von WKA wurden beobachtet.

Zur Analyse der Präferenz oder Meidung der Flächen wurde das Angebot (Flächengröße) mit der Nutzung (Zeit, die Rotmilane über/auf der Fläche verbrachten) verglichen. Die Auswertung zeigte, dass im Frühjahr und Frühsommer (vor allem im Juni), wenn die dominierenden Kulturen (Wintergerste, Winterweizen, Winterraps) bereits eine geschlossene und für den Rotmilan nicht mehr einsehbare Vegetationsdecke ausgebildet haben, nur noch wenige Nahrungsflächen zur Verfügung stehen. In dieser Phase mieden Rotmilane diese Kulturen und wichen zur Nahrungssuche auf (noch) einsehbare Flächen wie Mais- und Rübenfelder oder Grenzstrukturen aus. Besonders attraktiv sind Flächen während oder kurz nach der Mahd bzw. der Bodenbearbeitung. Luzerneflächen waren am Tag der Mahd hoch attraktiv für Rotmilane, wohingegen die Attraktivität schon am Tag nach der Mahd stark nachließ. Als sehr attraktiv erwies sich auch eine Kompostieranlage in der Nähe des WP Speckberg.

Für die Praxis ergeben sich folgende Schlussfolgerungen zur Problemminimierung:

Der Abstand zwischen WKA und Rotmilan-Horst sollte mindestens 1250 m betragen. Die Schaffung von für Rotmilane attraktiven Flächen im Windpark ist zu vermeiden. So sollte auf den Anbau von Feldfutter und anderen Kulturen, die zur Brutzeit der Milane gemäht werden, verzichtet werden. Die Ernte sollte im Windpark erst dann beginnen, wenn zuvor bereits andere Felder in der Region geerntet wurden. Die Brachflächen am Mastfuß sollten zum einen so klein wie möglich sein, zum anderen sollten sie unattraktiv für Rotmilane gestaltet werden.

Im Nahbereich der WKA dürfen keine Haufen mit Stalldung gelagert werden. Windparks sollten nur in ausreichendem Abstand zu Kompostieranlagen errichtet werden

Um Rotmilanen effektiv über die gesamte Brutzeit attraktive Nahrungsflächen zur Verfügung zu stellen – und sie damit gleichzeitig vom Windpark fern zu halten – sind ausreichend große Felder (z.B. Luzerne) täglich portionsweise (2 ha je Tag) zu mähen.

3.8 Danksagung

Für die Mitwirkung bei der Datenerfassung im Gelände sowie in verschiedenen Phasen der Auswertung danken wir ganz herzlich Nicole Heinrichs, Lukas Kratzsch, Thomas Müller, Leonid Rasran, Annett Schaar, Romy Schiele, Marcel Seyring, Ralf Siano, Eike Steinborn und Konny Suckow.

3 Rotmilan

Heinrich Bartelt ermöglichte uns die Realisierung des „Folienexperiments“ im WP Druiberg. Adrian Aebischer stellte sein Know-how zur GPS-Satellitentelemetrie zur Verfügung und Gerfried Klammer ermöglichte den Fang von Svenja. Vielen Dank dafür!

Bernd Nicolai, Egbert Günther, Michael Hellmann, Gunthard Dornbusch, Stefan Fischer und Michael Stubbe danken wir für viele anregende Diskussionen.

3.9 Literatur

Aebischer, A. (2009): Der Rotmilan – Ein faszinierender Greifvogel. Haupt Verlag, Bern. 232 pp.

Albrecht, H. & Lindeiner von, A. (2002): Habitatnutzung und Brutbiologie des Rotmilans (*Milvus milvus* Linné, 1758). Projekt im Auftrag des Bezirks Mittelfranken. Abschlussbericht. Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. 68 pp.

Arndt, O. (2002): Die Entwicklung der Kulturlandschaft auf der Querfurt-Merseburger Platte seit dem Mittelalter. Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 39: 3-20.

Bergen, F. (2001): Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum.

Bergen, F. (2002): Einfluss von Windenergieanlagen auf die Raum-Zeitnutzung von Greifvögeln. In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes; Technische Universität, Berlin: 86-96.

Berny, P. & Gaillet, J.-R. (2008): Acute poisoning of Red Kites (*Milvus milvus*) in France: data from the SAGIR network. Journal of Wildlife Diseases 44: 417-426.

Brauneis, W. (1999): Der Einfluß von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der „Solzer Höhe“ bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg.- Untersuchung im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen e.V. - Ortsverband Alheim-Roteburg-Bebra: 91 pp.

Castelloe, J. (2000): Sample Size Computations and Power Analysis with the SAS System, SAS Institute Inc., SUGI Proceedings. Paper 265-25.

George, K. (2004): Veränderungen der ostdeutschen Agrarlandschaft und ihrer Vogelwelt insbesondere nach der Wiedervereinigung Deutschlands. Apus 12: 1-138.

George, K. & Wadewitz, M. (2001): Aus ornithologischen Tagebüchern - Bemerkenswerte Beobachtungen 2000 in Sachsen-Anhalt. Apus 11:1-36.

Hagge, N., Nachtigall, W., Herrmann, S., Stubbe, M. (2003): Habitatnutzung und Aktionsraumgrößen telemetriertes Rotmilane (*Milvus milvus*) und Schwarzmilane (*Milvus migrans*) im Nordharzvorland. Poster DO-G, Kurzzusammenfassung in: Schleucher, E.: Bericht über die 136. Jahresversammlung 1.-6. Oktober 2003 in Halberstadt: 44-45.

Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trehwella, W. J.; Woollard, T. & Wray, S. (1990): Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. Mammal Review 20: 97-123.

Hille, S. (1995a): Untersuchungen zur Ökologie des Rotmilans *Milvus milvus* (1758) in der Rhön. Staatsexamensarbeit, Universität Gießen.

Hille, S. (1995b): Nahrungswahl und Jagdstrategie des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Biosphärenreservat Rhön/Hessen. Vogel und Umwelt 8 (Sonderheft): 99-126.

Hooge, P. N.; Eichenlaub, B. & Salomon, E. (2000): Animal movement extension to ArcView: version 2.04 beta. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological Survey, Anchorage, USA.

3 Rotmilan

- Hötker, H., Thomsen, K.-M., Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Endbericht, Dezember 2004. Michael-Otto-Institut im NABU, gefördert vom Bundesamt für Naturschutz, Förd.Nr. Z1.3-684 11-5/03. 80 pp.
- Jacobs, J. (1974): Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14: 413-417.
- Kenward, R. E. (1992): Quantity versus quality: programmed collection and analysis of radio-tracking data. In: Priede, I. G. & Swift, S. M. (eds), *Wildlife Telemetry. Remote Monitoring and Tracking of Animals*, Ellis Horwood, London: 231–246.
- Kenward, R. E. (2001): *A manual for wildlife radio tagging*. Academic Press, London. 311 pp.
- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 151-153.
- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2012): Fachkonvention „Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten“ – Entwurf mit Stand vom 7.11.2012.
- LAU [Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt] (Hrsg.) (2000): *Die Landschaftsschutzgebiete Sachsen-Anhalts*. Magdeburg, 494 pp.
- Mammen, U. (2000): Bestandsabnahme beim Rotmilan *Milvus milvus* von 1994 bis 1997 in Deutschland. *Ornithologische Mitteilungen* 52: 4-13.
- Mammen, U. (2009): Quo vadis *Milvus*? *Falke* 56: 56.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2009a): Aktuelle Trends der Bestandsentwicklung der Greifvögel- und Eulenarten Deutschlands. *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 6: 9-25.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2009b): Jahresbericht 2003 und 2004 zum Monitoring Greifvögel und Eulen Europas. *Jahresbericht Monitoring Greifvögel Eulen Europas* 16/17: 1-118.
- Mammen, U.; Mammen, K.; Strasser, C. & Resetaritz, A. (2009): Rotmilan und Windkraft – eine Fallstudie in der Querfurter Platte. *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 6: 223-231.
- Martin, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006): *Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Biologie, Kennzeichen und Bestände*. Kosmos, Stuttgart. 495 pp.
- Mumby, P.J. (2002): Statistical power of non-parametric tests: A quick guide for designing sampling strategies. *Marine Pollution Bulletin* 44: 85-87.
- Nachtigall, W. (1999): Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus* Linné, 1758) im nordöstlichen Harzvorland. Diplomarbeit, Universität Halle-Wittenberg.
- Nachtigall, W. (2008): Der Rotmilan (*Milvus milvus*, L. 1758) in Sachsen und Südbrandenburg – Untersuchungen zu Verbreitung und Ökologie. Dissertation, Universität Halle.
- Nachtigall, W.; Stubbe, M. & Herrmann, S. (2003): Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Winter - eine telemetrische Studie im Nordharzvorland. *Journal für Ornithologie* 144: 284-294.
- Nachtigall, W. & Trapp, H. (2006): Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans in Ost-sachsen. Poster auf dem 6. Internationalen Symposium Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten, Meisdorf, Oktober 2006.

3 Rotmilan

- Nicolai, B. & Mammen, U. (2009): Dichtezentrum des Rotmilans *Milvus milvus* im Nordharzvorland – Bestandsentwicklung, Ursachen und Aussichten. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 3/2009: 144-150.
- Nicolai, B., Günther, E. & Hellmann, M. (2009): Artenschutz beim Rotmilan - Zur aktuellen Situation in seinem Welt-Verbreitungszentrum Deutschland/Sachsen-Anhalt (Grundlagen, Probleme, Aussichten). Naturschutz und Landschaftsplanung 41: 69-78.
- Porstendörfer, D. (1994): Aktionsraum und Habitatnutzung beim Rotmilan *Milvus milvus* in Süd-Niedersachsen. Vogelwelt 115: 293-298.
- Porstendörfer, D. (1998): Untersuchungen zum Aktionsraum des Rotmilans (*Milvus milvus*) während der Jungenaufzucht. Vogelkundliche Berichte Niedersachsen 30: 15-17.
- Regionale Planungsgemeinschaft Harz (2007): Umweltbericht zum Regionalen Entwicklungsplan für die Planungsregion Harz. Quedlinburg.
- Resetaritz, A. (2006): Ökologie überwinternder Rotmilane *Milvus milvus* (Linné, 1758) im Nordharzvorland. Jahresbericht Monitoring Greifvögel Eulen Europas, 4. Sonderband: 1-123.
- Resetaritz, A., Stubbe, M., Hagge, N. & Herrmann, S. (2006): Aktionsräume im Brutgebiet überwinternder Rotmilane (*Milvus milvus* L.). Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten 5: 281-300.
- Strasser, C. (2006): Totfundmonitoring und Untersuchung des artspezifischen Verhaltens von Greifvögeln in einem bestehenden Windpark in Sachsen-Anhalt (2005). Diplomarbeit, Universität Trier.
- Stubbe, M., Stubbe, A. (2007): Fragmentierung der Landschaft und andere anthropogene Einflüsse auf Wildtierpopulationen und Biodiversität. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 32: 31-50.
- Stubbe, M., Stubbe, A., Weber, M. & Mammen, U. (2006): Farbmarkierte Rotmilane (*Milvus milvus*), Schwarzmilane (*Milvus migrans*) und Mäusebussarde (*Buteo buteo*). Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten 5: 324.
- Stübing, S. (2001): Untersuchungen zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Herbstdurchzügler und Brutvögel am Beispiel des Vogelsberges (Mittelhessen). Diplomarbeit, Philipps-Universität Marburg.
- Töpfer, S. (1995): Beziehungen zwischen Landschaftsstruktur und Vogelbeständen einer Agrarlandschaft im nördlichen Harzvorland. Diplomarbeit, Universität Halle.
- Traxler, A., Wegleitner, S. & Jaklitsch, H. (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Studie.
- Villafuerte, R., Viñuela, J. & Blanco, J. C. (1998): Extensive predator persecution caused by population crash in a game species: The case of red kites and rabbits in Spain. Biological Conservation 84: 181-188.
- Walz, J. (2001): Bestand, Ökologie des Nahrungserwerbs und Interaktionen von Rot- und Schwarzmilan 1996-1999 in verschiedenen Landschaften mit unterschiedlicher Milandichte: Obere Gäue, Baar und Bodensee. Ornithologische Jahreshefte Baden-Württemberg 17: 1-212.
- Walz, J. (2005): Rot- und Schwarzmilan. Flexible Jäger mit Hang zur Geselligkeit. Aula-Verlag, Wiebelsheim. 150 pp.
- Weber, M. & Stubbe, M. (2000): Nahrungsangebot und Nahrungswahl von Rotmilan (*Milvus milvus*) und Mäusebussard (*Buteo buteo*) im nordöstlichen Harzvorland nach 1990. Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten 4: 203-222.

3 Rotmilan

Wuttky, K., Stubbe, M. & Matthes, H. (1982): Greifvogelbesiedlung des Havel und Überwinterung des Rotmilans *Milvus milvus* (L., 1758). *Hercynia*, N. F. 19: 121-134.

Windenergieerlass NRW (2000): Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen - Windenergie - Erlass - WEA-Erl. 2310, Gem. RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen - II A 1 - 901.3/202 -, d. Ministeriums für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung, Kultur und Sport - 413 - 16.21 -, d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft - VI A 6 - 30.04.04 - und d. Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr - 421-00-19 - vom 03. Mai 2000.

Windenergieerlass NRW (2005): Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen – WKA-Erl. – Gem. RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Verkehr – VI A 1 - 901.3/202 –, d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – VII 8 - 30.04.04 – u. d. Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie – IV A 3-00-19 – v. 21.10.2005.

Windenergieerlass NRW (2011): Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass). - Gem. RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (Az. VIII 2 - Winderlass) u. d. Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr (Az. X A 1 – 901.3/202) u. d. Staatskanzlei (Az. III B 4 – 30.55.03.01) v. 11.7.2011

4 Wiesenweihe

4.1 Telemetrische Untersuchungen von Wiesenweihen in Schleswig-Holstein

Bodo Grajetzky, Georg Nehls

BioConsult SH, Brinckmannstraße 31, D-25813 Husum b.grajetzky@bioconsult-sh.de

4.1.1 Aufgabenstellung und Ziele

Im Rahmen des durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Verbundvorhabens „Greifvögel und Windkraft: Problemanalyse und Lösungsvorschläge“ wurde neben dem Seeadler und dem Rotmilan auch die Wiesenweihe untersucht.

Die Wiesenweihe (*Circus pygargus*) gehört nach erheblichen Bestandseinbrüchen im 19. Jahrhundert und in den 1950er Jahren heute zu den seltensten Greifvogelarten Deutschlands. Mit einem Bestand zwischen 410 und 470 Brutpaaren wird sie in der Roten Liste der BRD mit der Stufe 2 als gefährdet und sehr selten geführt (Südbeck et al. 2009). Die Verbreitung ist wie im gesamten Mitteleuropa lückenhaft und auf vereinzelt Brutschwerpunkträume konzentriert (BirdLife International 2004). Diese Brutgebiete liegen in Mainfranken (Pürkhauer et al. 2009), der Hellwegbörde in Westfalen (Joest et al. 2014), im Bereich Oldenburg in Niedersachsen (Baum & Baum 2011) sowie an der Westküste Schleswig-Holsteins (Schmüser & Gahrau 2011).

Seit den 1970er Jahren vollzog die Wiesenweihe in vielen Gebieten Europas einen drastischen Habitatwechsel aus den schwindenden natürlichen Habitaten (u. a. Hoch- und Niedermoore) hinein in die Agrarlandschaften, wo sie bis heute vorrangig in Getreidefeldern brütet. In Schleswig-Holstein brüteten im Untersuchungszeitraum 2007 und 2008 jeweils über 80 % des Brutbestandes im Getreide, vorzugsweise in Wintergerste und Weizen. (Schmüser & Gahrau 2011).

In Schleswig-Holstein fiel der Höhepunkt der Besiedlung der Agrarlandschaften zusammen mit der Errichtung von Windparks in den 90er Jahren in nahezu denselben Vorzugsräumen. Heute konzentrieren sich die Schwerpunkträume der Wiesenweihe in den Gebieten mit der höchsten Dichte von Windkraftanlagen in Nordfriesland. Über das Verhalten und die Gefährdung von Wiesenweihen gegenüber Windkraftanlagen liegen bislang keine belastbaren Ergebnisse vor.

Im Gegensatz zum Seeadler und zum Rotmilan existierten bis zum Jahr 2007, dem Beginn dieses Forschungsvorhabens, in der Fundkartei bundesdeutscher Kollisionsopfer an Windkraftanlagen keine dokumentierten Opfer der Wiesenweihe (Dürr 2007). Diese Art wurde jedoch angesichts ihrer kleinen Brutbestände und großen räumlichen Überschneidung der Brutgebiete mit Windparks als dritte Art in dem vom BMU finanzierten Forschungsprojekt „Greifvögel und Windkraft“ berücksichtigt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Um die Auswirkungen der Windkraft auf die Brutbestände der Wiesenweihe zu untersuchen, wurden in den Brutperioden 2007 und 2008 in zwei Untersuchungsgebieten Nordfrieslands insgesamt 11 adulte Wiesenweihen mit VHF-Sendern ausgerüstet und deren Flugverhalten und Habitatnutzung dokumentiert. Die durchgeführten Untersuchungen dienten den folgenden Zielsetzungen:

- Untersuchung des Verhaltens und der Habitatnutzung der Wiesenweihe im Bereich von Windparks
- Ermittlung der Auswirkungen von Windparks auf die Aktivität und Habitatnutzung (Meidung, Kollisionsrisiko)
- Ableitung von Maßnahmen zur Verminderung des Kollisionsrisikos und von Habitatbeeinträchtigungen.

4.1.2 Untersuchungsgebiete

Die beiden Untersuchungsgebiete befinden sich an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins im Kreis Nordfriesland (NF). Die Landschaft ist hier durch die Nachbarschaft von Salzwiesen des Wattenmeer-Vorlandes, und den binnendeichs liegenden und im Regelfall ackerbaulich genutzten Kögen gekennzeichnet, die durch Deiche voneinander getrennt sind.

Die Salzwiesen des Vorlandes beherbergen hohe Brutdichten von Limikolen (Rotschenkel, Austernfischer, Kiebitz) und Singvogelarten (Feldlerche, Schafstelze, Wiesenpieper). Diese Areale stellen daher potenzielle Jagdhabitats für die Wiesenweihe dar. Die Neststandorte der hier telemetrierten Vögel liegen hinter den Seedeichen in den Agrarflächen der Köge.

4.1.2.1 Gebiet Süd: Louisenkoog/Sönke-Nissen-Koog

Das Untersuchungsgebiet Süd (UG Süd) befindet sich in der Gemeinde Reußenköge, Nordfriesland. Das Vorland mit den Salzwiesen jenseits des Seedeiches ist Natura 2000-Gebiet, EG-Vogelschutzgebiet und hat den Status „Naturschutzgebiet“. Dieses Gebiet gehört darüber hinaus zum Nationalpark Schleswig-holsteinisches Wattenmeer

Die Köge hinter der ersten (Sönke-Nissen-Koog) und der zweiten Deichlinie, dem sog. Schlafdeich (Louisenkoog) werden überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt, wobei der Ackerbau mit Wintergetreide und Raps auf über 90 % der Fläche deutlich überwiegt. Die Ackerflächen bilden die Bruthabitats für die Wiesenweihen. In diesem Gebiet liegen die Brutplätze der Weihen sowohl jenseits der ersten Deichlinie (im Sönke-Nissen-Koog) als auch hinter der zweiten Deichlinie (Louisenkoog).

Die Windparks im UG Süd (insgesamt 28 WKA) sind größtenteils linear entlang der Deichlinien angeordnet. Die küstennahe WKA-Reihe entlang der zweiten Deichlinie bestand im Untersuchungszeitraum aus 13 Anlagen der Typen Vestas V 80 und Repower MM 82 mit Gesamthöhen von 100 m und einem Rotordurchmesser von 80 m (Vestas) bzw. 70 m (Repower; Abb. 4-1). Für die Brutvögel im Louisenkoog lag der Windpark quer zur Fluglinie zwischen Brutgebiet und den Salzwiesen des Vorlandes und stellte somit eine potenzielle Barriere dar, die regelmäßig durchfliegen werden musste (Abb. 4-1).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

In Richtung Binnenland befanden sich weitere 15 WKA der Typen Vestas V 66 sowie Repower MM 70 mit identischen Dimensionierungen wie die der genannten Vestas bzw. Repower-Modelle.

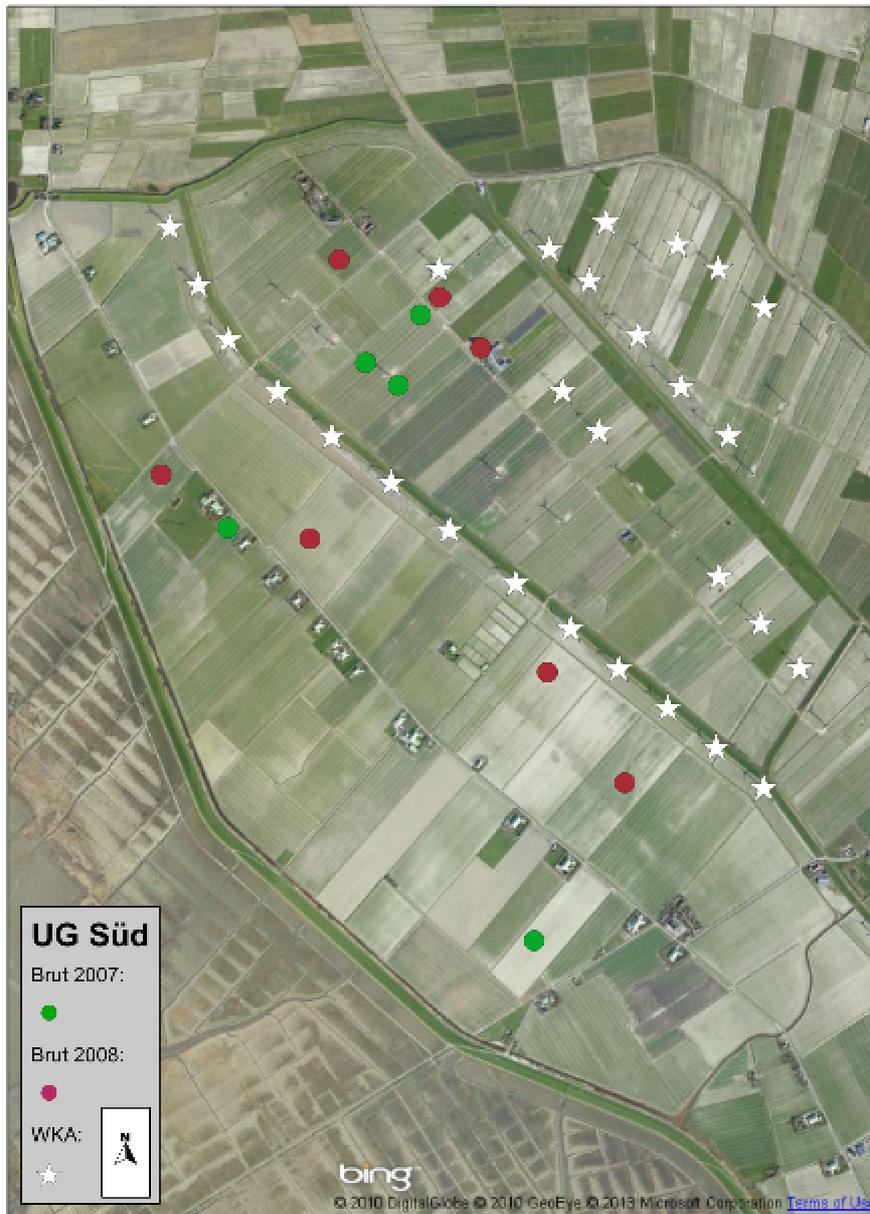


Abb. 4-1: Untersuchungsgebiet Süd, Sönke-Nissen-Koog / Louisenkoog, mit den Brutstandorten von Wiesenweihen 2007 und 2008 innerhalb des Kooges und den seewärtigen Salzwiesen des Vorlandes.

4.1.2.2 Gebiet Nord: Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog

Das Untersuchungsgebiet Nord (UG Nord) befindet sich im Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog in der Gemeinde Klanxbüll im Nordwesten des Landkreises Nordfriesland, Schleswig-Holstein. Auch dieser ackerbaulich genutzte Koog grenzt mit seiner Westseite direkt an den Seedeich. Das Vorland jenseits des Seedeiches ist Natura 2000-Gebiet, EG-Vogelschutzgebiet und hat den Status „Naturschutzgebiet“. Ab 150 m Abstand zum Seedeich ist das Vorland Teilgebiet des Nationalparks Schleswig-holsteinisches Wattenmeer.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Der Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog ist relativ dünn besiedelt. Er wird überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt, wobei der Ackerbau mit Wintergetreide und Raps mit etwa 95 % weit überwiegt. Die Ackerflächen bilden die Bruthabitate für die Wiesenweihen. Aufgrund der relativ kleinen Schläge mit einem vergleichsweise stark entwickelten Grabensystem sowie den angrenzenden beweideten Deichen und dem Bahndamm ist das Gebiet für einen Agrarstandort vergleichsweise strukturreich. Kleinere Gehölze finden sich im Bereich der Hofgrundstücke, Süßwasserflächen in Form von Sielzügen und Speicherbecken befinden sich entlang der See- und Schlafdeiche.

Nach Norden hin wird der Koog durch den Hindenburg-Bahndamm begrenzt. Der nördlich anschließende Rickelsbüller Koog wurde mit extensiven Beweidungsprogrammen zu einem Feuchtwiesenhabitat für Rast- und Brutvögel entwickelt und als Naturschutzgebiet ausgewiesen (Abb. 4-2). Das Vorhandensein dieses Habitates im Bereich des Aktionsraumes der im Koog brütenden Wiesenweihen stellt einen wesentlichen Unterschied zum Untersuchungsgebiet Süd dar.

Mit den Salzwiesen des Vorlandes sowie der Rickelsbüller Koog sind hier somit zwei potenziell bedeutsame Jagdhabitate für die Wiesenweihe verfügbar.

Der in Abständen von 700 bis 900 m zu den Brutplätzen liegende Windpark ist auch in diesem Gebiet linear entlang der zweiten Deichlinie auf einer Länge von ca. 5 km positioniert. Im Gegensatz zum UG Süd befinden sich die Windkraftanlagen östlich der Brutplätze und damit nicht in der Fluglinie zu den Nahrungshabitaten im Vorland und im Rickelsbüller Koog (Abb. 4-2). Im Untersuchungszeitraum wurden im UG insgesamt 19 WKA des Typs Enercon E 66 mit einer Gesamthöhe von 100 m, einer Nabenhöhe von 65 m und einem Rotordurchmesser von 66 m betrieben. Die drei Anlagen am Seedeich im Südteil des UGs (s. Abb. 4-2) waren in dieser Periode nicht mehr in Betrieb und wurden abgebaut.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen



Abb. 4-2: Untersuchungsgebiet Nord, Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog, mit den Brutplätzen 2007 und 2008 innerhalb des Kooges und den seewärtigen Salzwiesen des Vorlandes. Nördlich grenzt der Rickelsbüller Koog an, der zum Feuchtbiotop für Wiesenvögel entwickelt wurde und als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist.

4.1.3 Material und Methoden

4.1.3.1 Besenderte Vögel

Es wurden insgesamt 11 Brutvögel mit VHF Sendern ausgerüstet, darunter vier Weibchen und sieben Männchen. In der Brutsaison 2007 wurden sechs Vögel besendert, 2008 waren es fünf Vögel. Bei den beiden hier untersuchten Arealen (UG Sönke-Nissen-Koog/Louisenkoog, UG Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog) handelt es sich um langjährig mit

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

mehreren Paaren besetzte Brutgebiete an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins (Schmüser & Gahrau 2011). Seit 1995 wird durch das Wildtierkataster Schleswig-Holstein ein landesweites Artenhilfsprogramm durchgeführt, das in einem Bestandsmonitoring sowie mit konkreten Nestschutzmaßnahmen für Getreidebruten besteht (Schmüser & Gahrau 2011).

4.1.3.2 Fang und Telemetrie der Vögel

Zum Fang der Vögel wurden präparierte Holzpflocke als Sitzwarten in Nestnähe postiert, die in den ausgeräumten Agrarflächen von den Brutvögeln nach einer Gewöhnungsphase von ein bis drei Tagen in Besitz genommen wurden. In einigen Fällen musste die Warte mehrfach umgesetzt werden, bis sie schließlich angenommen wurde.

Der Fangmechanismus wurde durch das Eigengewicht der gelandeten Vögel ausgelöst. Durch den vom Vogel ausgeübten Druck auf das Kopfteil des Holzpflocks löste sich ein Spanriemen, der eine mit diesem verbundene Beinschlinge zusammenzog.



Abb. 4-3: Präparierte Sitzwarte in der Nähe des Neststandortes einer Wiesenweihe zum Fang der Brutvögel. Das Kopfteil ist mit dem Rumpf des Pfahls über einen Federmechanismus verbunden, der gelandete Vogel löst mit seinem Eigengewicht eine Beinschlinge aus, die sich um einen der Läufe zusammenzieht.

Es wurden zwei VHF-Sendersysteme der Firma Biotrack (Sendertyp TW 3 mit zwei Batterievarianten) mit Gewichten von 6,8 und 8,9 g mit einer habitatabhängigen Reichweite zwischen 2 und 5 km und einer Batterielebensdauer von 6 bis 8 Wochen verwendet (Abb. 4-4). Die Sendergewichte entsprachen 2 – 3 % der Körpermasse der jeweiligen Vögel. Damit wurde die allgemeine Empfehlung, den Anteil von 3 % der Körpermasse von Vögeln nicht zu überschreiten (z. B. Kenward 2001), eingehalten.

Der ausgewählte Sendertyp wies eine hohe Signal-Trennschärfe auf, die im Nahbereich von ca. 100 m eine nahezu punktgenaue Ortung von in der Vegetation verborgenen Vögeln so-

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

wie auch den Wiederfund verlorener Sender erlaubte. Eine generelle Aussage zur Exaktheit der Sendersignale bzw. zu Lokalisationsfehlern ist nicht möglich. Diese ist neben der Entfernung des Senders vom Empfänger auch von der Landschaftsstruktur (Relief, Vorhandensein von Vertikalstrukturen etc.) abhängig. In dieser Untersuchung dienten die Sendersignale jedoch vorrangig zur Auffindung nicht sichtbarer Individuen und wurden nur in den Fällen einer exakten Lokalisation für die Raumnutzungsanalyse herangezogen. Etwa 90 % der räumlichen Lokalisationen erfolgten visuell durch den Beobachter, der sich i. d. R. bei der mobilen Verfolgung innerhalb eines 100 m – Entfernungsbereiches zum Vogel aufhielt. Die auch bei dieser visuellen Lokalisation auftretenden, entfernungsabhängigen räumlichen Unschärfen wurden bei der Analyse der Habitatnutzung durch die Anwendung entsprechender Auswertungsmethoden korrigiert bzw. minimiert (s. Kap. 4.1.3.5.2).



Abb. 4-4: Verwendeter VHF-Sender für Wiesenweihe (Variante mit 6,8 g und Befestigungsfäden).

Die Sender wurden abhängig vom Mauserstatus bzw. vom Geschlecht entweder an die beiden zentralen Steuerfedern gebunden oder auf den Rücken geklebt (Abb. 4-5). Die Ausführung der Arbeiten erfolgte in Anlehnung an die Anleitung des „Manual for Wildlife Radio Tagging“ (Kenward 2001). Die Aufnahme der Telemetriedaten startete jeweils erst ein bis zwei Tage nach erfolgter Senderbefestigung, um die Registrierung eingriffsbedingter Verhaltensänderungen weitgehend auszuschließen.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen



Abb. 4-5: Senderbefestigung an Wiesenweihen. Links: Auf dem Rücken verklebt (Weibchen). Rechts: An die Basen der beiden zentralen Steuerfedern gebunden (Männchen, nach Vorlage von Kenward 2001).

4.1.3.3 Datenaufnahme im Gelände

Die Abbildung 4-6 zeigt ein Feldprotokoll der Telemetrie-Sessions mit den erhobenen Parametern und Eintragungen. Die Vögel wurden, sofern möglich, visuell verfolgt. Dies geschah überwiegend mit dem Fahrrad, bei größeren Entfernungen der Signale wurde zum Auffinden der Vögel ein Auto benutzt. Wir wählten Intervalle von 1 min, um möglichst detaillierte Aufnahmen des Verhaltens insbesondere im Bereich der Windparks zu erreichen. Während dieser Intervalle („Snapshots“) wurden Flughöhen, Verhalten und Habitat protokolliert und die Position in eine parallel geführte Feldkarte eingetragen.

Telemetriebogen

Individuum: L3w 07

Senderfrequenz: 150.4839

Datum: 12.07.07

Erfassungszeitraum: 6:03 – 14:20 Uhr

Bearbeiter: BG

Blatt 1 von 5

Bemerkung:

Uhrzeit	Kartenpunkt	Position (Beschreibung)	Genauigkeit Lokalisierung (m)	Verhalten	Flughöhe (m)	Habitat/ Feldfrucht
6:03	1	W-Feld Schlafdeich	20	na	4	w
04	2	Straße SN-Koog	5	na	3	s
06	3	Fliegt Rtg. Brutplatz, Beute	30	fb	15	-

Abb. 4-6: Telemetrie-Feldprotokoll für Wiesenweihen mit den erfassten Parametern und beispielhaften Eintragungen. Für die einzutragenden Parameter wurden Codes bzw. Abkürzungen verwendet.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.3.4 Ermittlung der Flughöhen

Die Flughöhe wurde in jedem Minuten-Intervall visuell abgeschätzt und protokolliert. Als Referenzpunkte im Gelände dienten dabei Strukturen mit bekannter Höhe wie z. B. Deiche, sowie die Maße der lokalen Windkraftanlagen (Nabenhöhe, Höhe untere und obere Rotor spitze). Die protokollierten Höhen wurden in absoluten Meter-Angaben aufgenommen, um bei der Auswertung eine Flexibilität in der Wahl der Größenklassen zu ermöglichen.

Die auf den Sichtbeobachtungen basierenden Höhenschätzungen sind mit Messfehlern behaftet. Eine generelle Aussage zur Größe bzw. Variationsbreite der Schätzfehler ist nicht möglich, da für diese Art der individuellen Erfassung von Wiesenweihen keine geeignete Messmethodik existiert, die Vergleichsuntersuchungen ermöglichen. So erwies sich ein teilweise verwendeter Laser-Rangefinder für die Höherfassung der Wiesenweihen ungeeignet, da eine Fokussierung und Verfolgung der relativ kleinen und mobilen Art im Gelände kaum möglich war.

Die Größe des Schätzfehlers ist entscheidend von der absoluten Flughöhe und der Entfernung des Erfassers zum Vogel abhängig. Bei den überwiegenden Flügen der Wiesenweihen im Höhenbereich bis 20 m dürften sich die Schätzfehler innerhalb von maximal 5 m bewegt haben, zumal in den meisten Fällen eine Eichung der Schätzungen an den zahlreichen WKA des Gebietes möglich war und die räumliche Verzerrung durch die überwiegend geringe Entfernung zum erfassten Vogel (i. d. R. < 50 m) gering gehalten wurde. Bei Flughöhen von > 100 m sind Höhenschätzungen erfahrungsgemäß mit größeren Unsicherheiten behaftet. Dieses wurde bei der Darstellung und bei der Auswertung durch eine entsprechend weit gefasste Flughöhenklasse berücksichtigt. So wurden alle Flughöhen von > 100 m bzgl. der Bewertung des Kollisionsrisikos gleich behandelt. Aufenthalte in großen Flughöhen außerhalb des Sichtbereiches (je nach Bedingungen > 200 bis ca. 500 m) betrafen nur einen sehr geringen Anteil der Erfassungen (< 1 %), so dass eine mögliche Unterrepräsentation dieser Höhenklasse keinen relevanten Einfluss auf das Gesamtergebnis hätte.

Individuell induzierte Beobachterfehler wurden dadurch minimiert, dass die Erfassungen von einem kleinen Team von insgesamt vier erfahrenen und mit dem Gebiet und den Höhenabmessungen der WKA vertrauten Feldornithologen durchgeführt worden sind, von denen zwei mit ca. 75 % die Hauptarbeit geleistet haben.

4.1.3.5 Datenauswertung

4.1.3.5.1 Ermittlung der Aktionsräume (Home Ranges)

Die Digitalisierung und Analyse der Lokalisationen und Aktionsräume wurde mit dem Programm ArcView GIS, Version 3.2 durchgeführt. Dazu wurden mehrere Zusatztools verwendet (z. B. Homerange Analysis, Animal Movement, Distance). Zur Ermittlung der Aktionsraumgrößen wurden zwei verschiedene Verfahren angewendet.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.3.5.1.1 Minimum Convex Polygon

Die „Minimum Convex Polygon“ – Methode („MCP“, z. B. Mohr 1947, Schoener 1981) ist noch immer die einfachste und verbreitetste Methode der Home-Range-Darstellung (White & Garrot, 1990, Kenward 2001). Dabei werden die äußersten Lokalisationspunkte zum konvexen Polygon mit Außenwinkeln von $> 180^\circ$ verbunden. Durch die ungewichtete Einbeziehung aller Beobachtungspunkte dieses Verfahrens schließen die resultierenden Home-Ranges (HR) auch Flächen mit wenigen bzw. ohne Aufenthaltsnachweise ein, was das Bild der tatsächlichen Raumsprüche stark verzerren kann. Sie ist anfällig gegenüber geringen Stichprobenumfängen, ungleichmäßigen Nutzungsintensitäten sowie einzelnen, überdurchschnittlich weiten Exkursionen („Ausreißer“). Um die Vergleichbarkeit der ermittelten Home Ranges mit anderen Ergebnissen zu erhalten, werden hier die 95 % MCP-Home-Ranges jeweils parallel zu den Kernel-HR (s. unten) angegeben. Eine weitergehende Analyse erfolgt aufgrund der geringen Aussageschärfe mit dieser Methodik nicht.

4.1.3.5.1.2 Kernel-Contours

Das Kernel-Verfahren („Kernel Contours“, z. B. Worton 1987, 1989) berücksichtigt die Intensität, mit der einzelne Bereiche des Aktionsraumes aufgesucht werden. Das Verfahren berechnet aus den Datenpunkten eine Aufenthalts-Wahrscheinlichkeitsverteilung und filtert und gewichtet nach der Dichte und den Abständen von Ortungspunkten zueinander. Bereiche, die selten aufgesucht werden bzw. nur wenige Ortungen aufweisen, werden mit einer geringeren Aufenthaltswahrscheinlichkeit belegt und so tendenziell eher ausgeklammert. Die resultierenden Home-Range-Größen liegen damit i. d. Regel deutlich niedriger als die mit der MCP-Methode ermittelten Werte und stellen Schwerpunkträume der Aktivität dar. Daraus ergibt sich eine Aktionsraumgröße und -form, die dem tatsächlichen Verhalten der Tiere eher entspricht.

Der sog. Glättungsfaktor („Smoothing Factor“), der den Wahrscheinlichkeitsraum (Unschärferaum) um die einzelnen Ortungen reguliert, wurde in der vorliegenden Arbeit mit dem Verfahren der „Least Square Cross Validation“ (LSCV) ermittelt. Dabei wird in einem Testverfahren derjenige Glättungsfaktor mit dem kleinsten wahrscheinlichen Fehler bestimmt. Dieses Verfahren ist auch auf nicht normal verteilte Datensätze anwendbar und findet in Telemetriestudien breite Anwendung (z. B. Höntschi 2004, Trierweiler et al. 2010).

Das Kernel-Verfahren wurde wiederholt von mehreren Autoren hinsichtlich seiner Eignung als Instrument zur Home Range Darstellung untersucht und bewertet. Nach Kernohan et al. (2001) ist es unter den gängigen Verfahren für eine realitätsnahe Darstellung von Home Ranges am besten geeignet, da es sich als robust gegenüber geringer Stichprobengröße, Autokorrelation und der Behandlung von „Ausreißern“ erweist. Ein wesentlicher Vorteil ist auch, dass Kernzonen der Aktivität dargestellt werden können (z. B. Areal mit 50 % Aufenthaltswahrscheinlichkeit).

Aufgrund der genannten Vorteile gegenüber der MCP-Methodik wurde das Kernel-Contours-Verfahren in der vorliegenden Untersuchung für die Ermittlung der individuellen Home-Ranges der besenderten Wiesenweihen angewendet. Es wurden jeweils die 95 % Home Ranges sowie die Kernbereiche der Flugaktivität („core areas“) als 50 % Kernel der Vögel während der Jungenaufzucht ermittelt. Als erforderliche Datengrundlage wurde in Anlehnung

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

an die Empfehlungen in Kenward (2001) ein Datensatz aus mindestens 10 Tagen mit insgesamt 100 Lokalisationen definiert.

4.1.3.5.1.3 Behandlung von autokorrelierten Daten

Aufgrund der gewählten kurzen Zeitintervalle von einer Minute zwischen zwei Lokalisationen sind die aufeinanderfolgenden Datenpunkte nicht unabhängig voneinander, sie sind in hohem Maße autokorreliert. Viele mathematische Testverfahren setzen eine Unabhängigkeit der Einzeldaten voraus und reagieren empfindlich auf autokorrelierte Daten, so dass Ergebnisfehler bei der Kalkulation von Home-Ranges und Habitatnutzung auftreten können (White & Garrot 1990, Worton 1989). Beim Kernel-Verfahren führt die Verwendung autokorrelierter Daten i. d. R. zu einer Unterschätzung des Home Ranges. Eine mathematische Unabhängigkeit der Telemetrie-Datenpunkte wird durch die Wahl eines hinreichend großen Zeitintervalls zwischen zwei Lokalisationen erreicht. Die Größe der erforderlichen Zeitintervalle zwischen aufeinander folgenden Lokalisationen zur Erreichung unabhängiger Datenpunkte kann mit der Funktion von Swihart & Slade (1985, 1997) bestimmt werden. Das sogenannte TTI-Intervall („time to independence“) errechnet sich aus dem Quotient der Quadrate der mittleren Zeitspanne der aufeinanderfolgenden Lokalisationen und dem mittleren Abstand der Punkte vom Aktivitätszentrum.

Bei radiotelemetrischen Studien ist eine vollständige mathematische Unabhängigkeit der einzelnen Datenpunkte meist nur unter Einhaltung sehr großer Lokalisationsintervalle erreichbar, die mit einem hohen Verlust an biologischer Information einhergeht und ihrerseits zu unrealistischen Home-Range-Kalkulationen führen kann (McNay et al. 1994). Darüber hinaus wurde in Testverfahren festgestellt, dass das Kernel-Verfahren unter den gängigen angewandten Methoden gegenüber Autokorrelation am wenigsten anfällig ist (Kernohan et al. 2001). Mittlerweile wird bei vielen Studien ein gewisser Grad an Autokorrelation der Daten bewusst zugelassen, um wichtige biologische Informationen zu erhalten und zu realitätsnäheren Ergebnissen der Aktionsräume zu gelangen (Millspaugh & Marzluff 2001).

In der vorliegenden Studie wurde die Auswirkung des gewählten Aufnahme-Intervalls auf die Größe des 95 % Kernel-Home Ranges durch die Ziehung von Stichproben verschiedener Intervalllängen aus dem Gesamtdatensatz ermittelt. Es wurden Intervalle von 2 min (jeder zweite Datenpunkt berücksichtigt) bis zu 60 min (jeder 60. Datenpunkt berücksichtigt) getestet. Durch die Korrelation von Intervalllänge und Home-Range-Größe wurde das kleinstmögliche Datenintervall bestimmt, das eine Abbildung des Home-Range von mindestens 90 % der erreichten Maximalgröße ermöglicht. Dieser Schwellenbereich war meist dadurch gekennzeichnet, dass bei einer weiteren Vergrößerung des Intervalls hinaus eine drastische Abnahme der resultierenden Home Range - Größen auftrat, die auf dem Verlust relevanter biologischer Information durch die Verkleinerung des Datensatzes beruhte. Die Struktur und Lage der resultierenden Home-Ranges wurde zusätzlich visuell kontrolliert. Diese Prozedur wurde für die neun Vögel mit hinreichender Datengrundlage einzeln durchgeführt (Abb. 4-7). Es ergaben sich dabei Zeitintervalle zwischen 25 und 40 Minuten, die für die in Kap. 4.1.6.2 dargestellten Home-Ranges zugrunde gelegt wurden.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

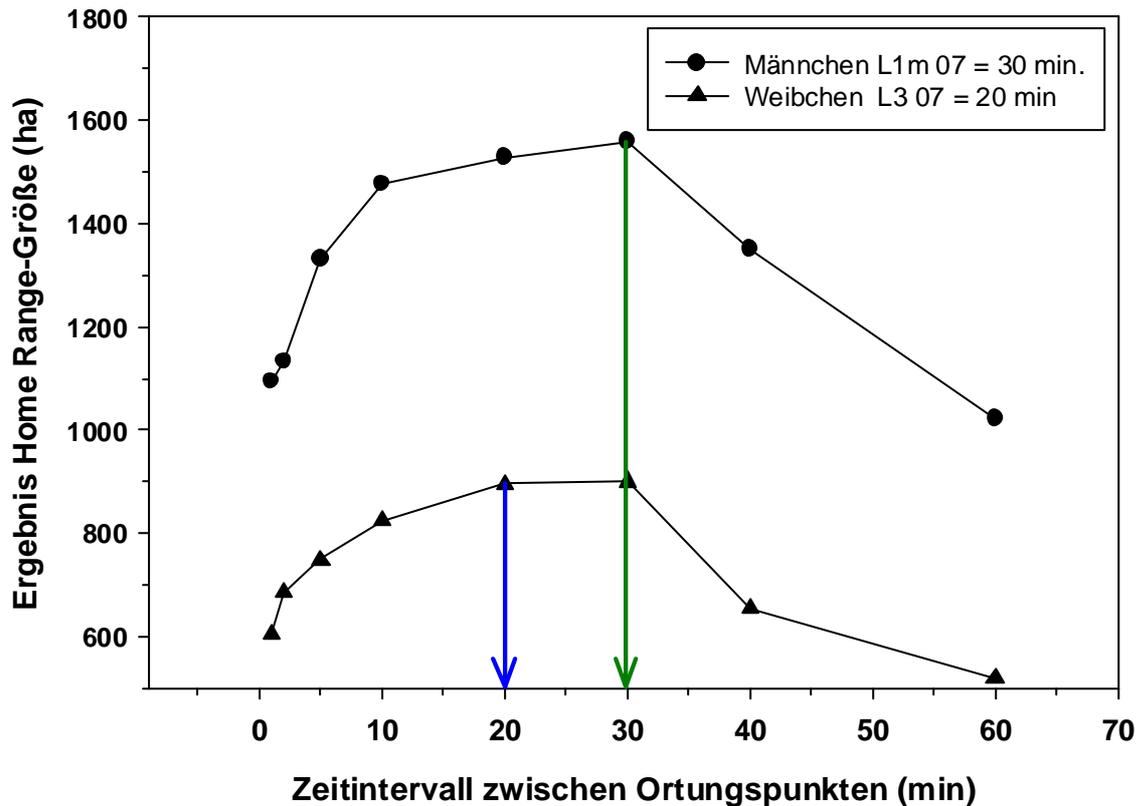


Abb. 4-7: Bestimmung des Zeitintervalls zwischen aufeinander folgenden Datenpunkten zur Reduktion autokorrelierter Datensätze bei der Home-Range-Berechnung (95 %-Kernel) am Beispiel von zwei Vögeln.

4.1.3.5.2 Habitatanalyse

Die Habitatanalyse (Habitatangebot, -nutzung und -selektion) der Telemetriedaten erfolgte mittels Berechnung von Euklidischen Distanzen der Lokalisationen zu den Habitattypen (Conner & Plowman 2001). Grundlage dieser Methodik ist der Vergleich der räumlichen Verteilungen der Lokalisationen mit kreierte Zufallsverteilungen anhand von relativen Distanzen, wobei geringere Distanzen zu einem Habitattyp gegenüber den Erwartungswerten eine Assoziation (Präferenz) für ein Habitat signalisieren. Vergleich und Analyse der Distanzabfragen mit dem resultierenden Ranking der Habitatpräferenzen erfolgt über paarweise Vergleiche mittels T-Tests bzw. äquivalente, nicht parametrische Testverfahren (Mann-Whitney-U-Test).

Dieses Verfahren wurde bislang gegenüber den verbreiteten Methoden (z. B. Compositional Analysis, Neu et al. 1974) noch relativ selten angewandt, bietet jedoch bzgl. der hier verwendeten Datengrundlage einige entscheidende Vorteile (Conner et al. 2003):

Nutzung des individuellen telemetrierten Vogels als Stichproben-Einheit

Mit der Wahl des Individuums als „sample unit“ können Tiere auch mit sehr unterschiedlich großen Datengrundlagen (Beobachtungsintensitäten) verglichen werden, ohne dass das Gesamtergebnis der Analyse nennenswert betroffen wird.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Unabhängige Analysen für jeden Habitattyp

Es können beliebige Habitattypen in die Analyse inkorporiert werden, sofern eine ausreichende Datengrundlage besteht. Da die Analyse für jeden Habitattyp unabhängig von der Gesamtpalette mittels der Berechnung der euklidischen Distanzen erfolgen kann, haben Auswahl und Anzahl verwendeter Habitate keinen Einfluss auf die Einzelergebnisse. Im Gegensatz dazu hängen bei der Composition Analysis die inkorporierten Habitattypen über ihre jeweiligen relativen Anteile miteinander zusammen (die Gesamtheit der betrachteten Habitate ist gleich 1, „sum-unit-constraint“). Lokalisationsfehler bei der Zuordnung eines Habitates wirken sich daher auf die Ergebnisse der übrigen Habitattypen aus. Demgegenüber werden bei den Euklidischen Distanzen die Habitattypen unabhängig voneinander getestet. Ein weiterer entscheidender Vorteil dieses Verfahrens ist, dass auch lineare Habitattypen in die Analyse einfließen können, deren Nutzung bei der Wiesenweihe eine bedeutsame Rolle spielen.

Robustheit gegenüber Lokalisationsfehlern der Telemetriedaten

Insbesondere in reich strukturierten Habitaten mit hohem Grenzlinienanteil können Telemetriefehler (Unschärfen) dazu führen, dass kalkulierte Lokalisationen falschen Habitaten zugeordnet werden. Bei den gängigen Analyseverfahren, in denen jede Lokalisation einem Habitat zuzuordnen ist, müssen Telemetriefehler in teilweise aufwändigen Fehler-Modellierungsverfahren korrigiert werden, bevor sie für die Habitatanalyse nutzbar sind. Bei der Verwendung Euklidischer Distanzen ist eine Fehler-Modellierung nicht notwendig, da die hier zugrunde gelegten relativen Entfernungsfehler in bezug auf die jeweiligen Gesamtstrecken der gemessenen Distanzen gering sind und das Gesamtergebnis nicht relevant beeinflussen (Conner et al. 2003).

Durchführung der Analyse

1. Simulation von Lokalisationen einer uniformen Zufallsverteilung innerhalb des Home Ranges jedes Vogels (ArcView 3.2 Erweiterungstool „Movement“).
2. Kalkulation der Distanz eines jeden Zufallspunktes zu den kategorisierten Habitattypen und Berechnung der Mittelwerte der Distanzen. Der resultierende Vektor („random“ = r_i) repräsentiert die erwarteten Distanzen jedes Individuums zu den Habitaten (ArcView 3.2 Erweiterungstools „Distance“ und „Spider Distance Analysis“).
3. Wiederholung der Schritte 1 bis 3 für die Telemetrie-Lokalisationen. Der resultierende Vektor („utilisation“ = u_i) repräsentiert die beobachtete mittlere Distanz jedes Individuums zu den Habitaten.

Berechnung des Vektors der Quotienten (d_i) aus den erwarteten und den beobachteten Distanzen pro Vogel und Habitat (u_i/r_i). Bei einer proportionalen Nutzung eines Habitates ist $\sum d_i = 1,0$, bei einer überproportionalen Nutzung (Selektion) sind die beobachteten Distanzen kleiner als erwartet, $\sum d_i < 1,0$. Die Summe der d_i wird beschrieben durch den Vektor \mathbf{p} .

4. Vergleich der Werte der $\sum d_i(\mathbf{p})$ mittels t-Tests auf signifikante Unterschiede. Die Differenz des Quotienten \mathbf{p} zum Wert 1,0 ist ein Maß für die Abweichung von einer proportionalen Nutzung (Selektion, Präferenz).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.3.5.3 Verwendung von Untersuchungsradien

Zur Analyse kleinräumiger Effekte der räumlichen Verteilung der Lokalisationen wurde im Rahmen der GIS-Auswertung mit verschiedenen Kreisradien gearbeitet. Je nach Fragestellung und Maßstabsebene wurden Prüfradien von 100 m bzw. 300 m um WKA Standorte verwendet. Die gewählten Prüfradien werden in den entsprechenden Kapiteln genannt. Für die Analyse der Raumnutzung wurde als Nahbereich von WKA ein Radius von 100 m um den Anlagenturm betrachtet (Kap. 4.1.6.2.3). Für die Analyse der räumlichen Verteilung nahrungssuchender Vögel im Bereich von WKA wurde ein Prüfradius von 300 m betrachtet (Kap. 4.1.7.2). Diese verwendeten Prüfradien sind von den im Bericht genannten Angaben zu Abstandsradien von Neststandorten bzgl. der Meidung und des Kollisionsrisikos zu unterscheiden

4.1.4 Ergebnisse zur Brutbiologie

4.1.4.1 Besenderte Brutvögel

Die besenderten Brutvögel entstammen der Brutpopulation Schleswig-Holsteins. Der Brutbestand liegt im Mittel bei 50 Brutpaaren, wobei sich im Zeitraum 1995 bis 2010 die für diese Art charakteristischen annualen Fluktuationen zwischen 31 und 61 Revieren zeigten. Schleswig-Holstein beherbergt demnach 12 bis 15 % der gesamtdeutschen Brutpopulation.

Es wurden insgesamt 11 Brutvögel mit VHF Sendern ausgerüstet, darunter vier Weibchen und sieben Männchen. In der Brutsaison 2007 wurden sechs Vögel besendert, 2008 waren es fünf Vögel. Die Zeiträume der Datenübertragung reichte von wenigen Tagen bis zu sieben Wochen (Abb. 4-8).

Im zweiten Jahr konnten einige Vögel schon während der Eiablage besendert werden, so dass hier über den gesamten Brutzyklus Daten vorliegen. In zwei Fällen gab es frühzeitige Senderverluste. Für diese beiden Vögel konnten daher keine Berechnungen zum Aktionsraum durchgeführt werden.

In Tab. 4-1 sind die Fangdaten, die Herkunftsorte (Untersuchungsgebiete) und biometrische Daten der besenderten Vögel aufgelistet.

An zwei der besenderten Vögel konnte anhand ihrer Beringung ihr Geburtsort zurückverfolgt werden. Dabei handelt es sich um ein Männchen und ein Weibchen, die als Nestlinge aus unterschiedlichen Brutrevieren in der Niederlande beringt worden waren (228 bzw. 218 km vom Brutrevier entfernt) und sich im Untersuchungsgebiet Nord (Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog) verpaart haben.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

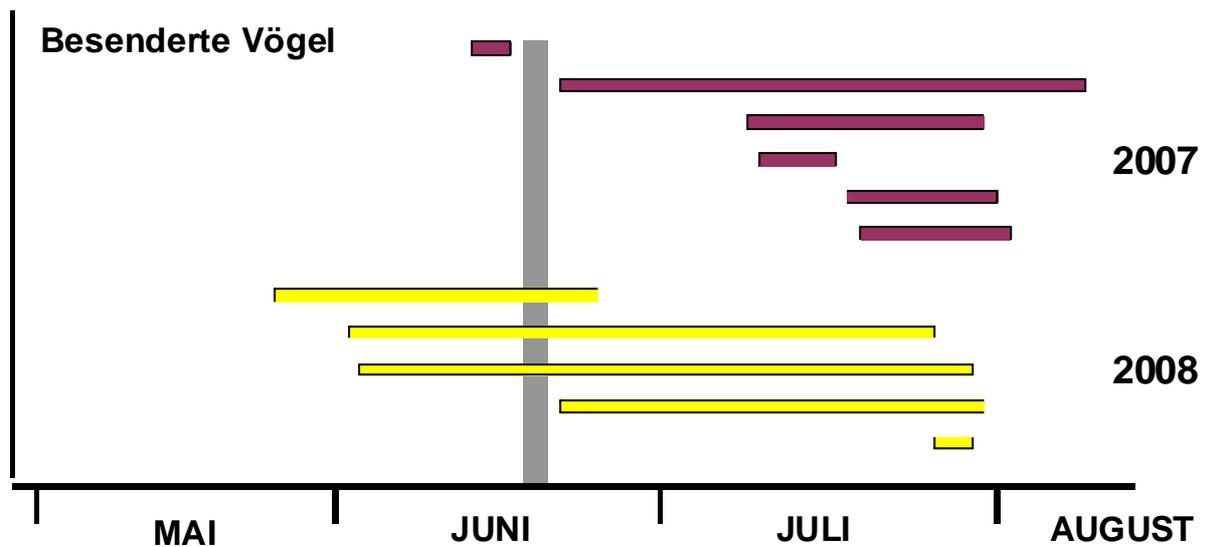


Abb. 4-8: Sendezeiträume der telemetrierten Vögel in den Brutperioden 2007 (rot) und 2008 (gelb). Der graue Balken gibt den Median (± 2 Tage) der Schlupfzeitpunkte wieder.

Die Männchen waren mit Körpermassen zwischen 258 und 299 g deutlich leichter als die Weibchen, deren Massen zwischen 295 und 362 g lagen (Tab. 4-1).

Vergleichsdaten von Körpermassen der Wiesenweihe während der Brutperiode liegen von aktuell veröffentlichten Telemetriestudien aus der Niederlande vor (Trierweiler et al. 2010). Die dort erfassten 12 Männchen der Provinzen Flevoland und Groningen wogen während der Nestlingsperiode zwischen 250 und 333 g, wobei 9 Vögel unter 300 g lagen (Trierweiler et al. 2010). Mit Ausnahme der beiden Männchen von deutlich > 300 g lagen die Werte im vergleichbaren Bereich der vorliegenden Untersuchung. Für die Gewichte der Weibchen geben Mebs & Schmidt (2006) eine Spannweite von 319 bis 445 g an, jedoch ohne Angabe des Status bzw. des Zeitraumes der kontrollierten Vögel. Weitere vergleichbare Literaturdaten aus der Brutperiode sind bislang nicht veröffentlicht.

Die vorliegenden Daten bestätigen die deutlich höheren Körpermassen der Weibchen gegenüber den Männchen. Die Stichprobengröße ist zwar gering, jedoch tritt diese Tendenz auch bei den beiden von uns besenderten Brutpaaren klar hervor. Die beiden Männchen wogen hier 258 bzw. 278 g, die zugehörigen Weibchen 352 bzw. 344 g.

Rückschlüsse auf den Konditionszustand der Vögel bzw. auf die Qualität der Brutreviere lassen die Daten aufgrund der kleinen Stichprobe, der hohen Variabilität und der Vielzahl einfließender Variablen nicht zu.

Tab. 4-1: Fangdatum, Untersuchungsgebiete, Geschlecht, Alter, Körpermassen und Sendedauer der telemetrierten Vögel. Alter: K = Kalenderjahr. K. D. = keine Daten, defekte Waage.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Bez. Vogel	Datum Besenderung	Untersuchungsgebiet (UG)	Geschlecht	Alter	Körpermasse (g)	Sendedauer (d)
FWL1m 07	13.06.07	UG Nord	m	ad (\geq K3)	292	2
FWL2m 07	19.07.07	UG Nord	m	ad (K12)	278	17
FWL1m 08	03.06.08	UG Nord	m	ad (\geq K3)	280	42
FWL2m 08	02.06.08	UG Nord	m	ad (\geq K3)	299	51
FWL3w 08	22.07.08	UG Nord	w	ad ($>$ K4)	362	4
L1m 07	19.06.07	UG Süd	m	ad (\geq K3)	258	52
L1m 08	25.06.08	UG Süd	m	ad (\geq K3)	260	44
L3m 08	22.05.08	UG Süd	m	ad (\geq K3)	k. D.	29
FWL2w 07	18.07.07	UG Süd	w	ad (K4)	344	23
L1w 07	13.07.07	UG Süd	w	ad (K3)	352	12
L3w 07	03.07.07	UG Süd	w	ad (K3)	295	19

4.1.4.2 Brutverlauf und Reproduktion

Im Zuge der Telemetriearbeiten wurde der Brutverlauf von insgesamt 14 Bruten innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete verfolgt (fünf aus 2007, neun aus 2008).

Lediglich im Jahr 2008 konnten die Bruten bereits im Gelegestatus kontrolliert werden, dabei wurden Gelegegrößen von drei und vier Eiern gefunden. Einzelne, nicht geschlüpfte Eier wurden an zwei Bruten festgestellt. Im Verlauf der Nestlingsphase wurde an mehreren Bruten durch den Tod einzelner Nestlinge eine Reduktion der Jungenanzahl festgestellt, die vermutlich mit einer Verknappung der Nahrung in Zusammenhang steht. Auffällig war dies an zwei Bruten im UG Süd, deren Jungenzahlen sich nach dem Tod des zugehörigen polygynen Männchens von ursprünglich vier bzw. drei Nestlingen sukzessive auf jeweils einen Nestling reduzierten. Die an mehreren Nestern aufgefundenen Kadaver der Nestlinge dienten den verbliebenen Nestlingen als Nahrung bzw. den Altvögeln als Beuterereservoir.

Für die 14 untersuchten Bruten (Tab. 4-2) ergibt sich ein numerischer Reproduktionserfolg von 1,5 flüggen Jungen / Brutpaar. Dieser Wert ist vergleichsweise gering, liegt jedoch im langjährigen Schwankungsbereich für den Brutbestand Schleswig-Holsteins (Gahrau & Schmäuser 2012).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Tab. 4-2: Daten zur Brutbiologie von insgesamt 14 Brutpaaren von 2007 und 2008 in den beiden Untersuchungsgebieten. Werte in Klammern: Mindestanzahl, frühere Reduktion nicht auszuschließen.

Bez. Vogel		Sender	Brutperiode	Nisthabitat	Gelegegröße	Nestlinge	Junge ausgefl.
FWL1m 07	m	x	2007	W-Weizen		≥ 2	2
FWL2m 07	m	x	2007	W-Weizen		≥ 2	2
FWL2w 07	w	x	2007				
FWL1m 08	m	x	2008	W-Weizen	3	3	2
FWL2m 08	m	x	2008	W-Weizen	4	3	3
FWL3w 08	w	x	2008	W-Gerste	3	2	2
L1m 07	m	x	2007	W-Gerste		3	2
L1w 07	w	x	2007				
L2m 07	m	---	2007	W-Gerste		2	1
L3w 07	w	x	2007	W-Gerste		3	3
L1m 08	m	x	2008	W-Gerste	4	3	2
L2m 08	m	---	2008	W-Gerste	---	---	---
L3m 08	m	x	2008	W-Gerste	---	---	---
L3m 08	m	x	2008	W-Weizen	3	3	1
L3m 08	m	x	2008	W-Weizen	4	4	1
L4m 08	m	---	2008	Raps	---	---	---
						30	21

4.1.5 Diskussion Brutbiologie

Die Ergebnisse zur Brutbiologie des untersuchten Brutbestandes bzw. der Einzelvögel stimmen weitgehend mit den bislang bekannten Daten aus Schleswig-Holstein überein. Aufgrund der besonderen geografischen Lage Schleswig-Holsteins bestehen allerdings im Vergleich mit den südlichen Verbreitungsgebieten Unterschiede, auf die im Folgenden eingegangen wird:

Die Brutphänologie ist in diesem nördlichsten deutschen Verbreitungsgebiet gegenüber den Gebieten Mittel- und Süddeutschlands um etwa eine Woche verzögert (vgl. Mebs & Schmidt 2006). Revierbesetzungen finden hier schwerpunktmäßig Anfang bis Mitte Mai statt, der Legebeginn erfolgt Ende Mai bis Anfang Juni. Die Jungen verlassen i. d. R. Ende Juli das Nest.

Die Gelegegröße schwankt auch in diesem Gebiet zwischen 3 und 5 Eiern. Bei unseren Kontrollen an insgesamt 14 Nestern, von denen die telemetrierten Brutvögel stammten, fanden wir Gelegegrößen von 3 und 4 Eiern. Der berechnete Reproduktionserfolg lag bei diesen Bruten bei 1,5 flüggen Jungen / Brutpaar innerhalb der Schwankungsbreite für Schleswig-Holstein (Gahrau & Schmäuser 2012). Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den un-

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

tersuchten Bruten um selektive Stichproben aus zwei räumlich getrennten Brutgebieten handelt. Der Reproduktionserfolg des Landesbestandes liegt im langjährigen Mittel bei 2,0 flüggen Jungen / Brutpaar, mit beträchtlichen jährlichen Schwankungen zwischen 1,4 und 2,6 J/BP. Im Durchschnitt wird damit der Schwellenwert von 1,8 Jungen, der für die Aufrechterhaltung der Population angenommen wird (Mebs & Schmidt 2006) knapp überschritten. Die Schwankungen im Bruterfolg werden im Wesentlichen durch eine wechselnde Rate der Gelegeverluste verursacht, wobei die landwirtschaftlichen Aktivitäten sowie die Prädation als Verlustursachen den größten Anteil haben (Schmüser & Gahrau 2011). Allerdings spielt saisonal auch die Nahrungssituation eine große Rolle, bedingt durch die Massenwechsel der Kleinsäuger (z. B. Looft & Busche 1980) bzw. durch Veränderungen im Verlauf der Brutsaison. Wir fanden in beiden Untersuchungsjahren Bruten, bei denen die Jungenanzahl im Verlauf der Nestlingszeit dezimiert wurde, ein Indiz für die saisonale Verknappung des Nahrungsangebotes.

Die Reproduktionsraten entsprechen denen anderer Verbreitungsgebiete, sie liegen allerdings unterhalb der Werte des Bestandes in Mainfranken, der mit effektiven Schutzmaßnahmen seit 1994 von 4 auf mittlerweile 160 Brutpaare zugenommen hat (Pürkhauer et al. 2009, mdl. Mitteilung) und mit einem Gesamtbruterfolg von 2,2 bis 2,3 J/BP die höchsten bekannten Reproduktionsraten in Deutschland aufweist (Belting & Krüger 2002).

4.1.6 Ergebnisse zu Scheuch- und Barrierewirkungen von WKA

4.1.6.1 Räumliche Beziehung zwischen Brutplätzen und WKA

Während der Brutperioden 2007 und 2008 wurden im Bereich der Untersuchungsgebiete insgesamt 24 Niststandorte und deren Lagebeziehung zu Windkraftanlagen untersucht. Die Abstände der Nester zu den WKA lagen zwischen 76 und 990 m (Abb. 4-9). Im Bereich bis bis 300 m Entfernung befanden sich sechs der 24 Nester, weitere elf lagen innerhalb des 500 m – Radius. Die Verteilung der Nestabstände um die WKA lässt eine Einhaltung von Mindestabständen oder eine Meidung der Anlagen nicht erkennen. Da das Untersuchungsdesign jedoch nur selektiv den lokalen Bereich der Untersuchungsgebiete berücksichtigt, ist eine allgemeingültige statistische Analyse nicht möglich. Es handelt sich vielmehr um eine lokale Situationsbeschreibung der untersuchten Brutareale. Die Brutplatzverteilung der beiden Untersuchungsjahre unterstreicht jedoch, dass Bruten im unmittelbaren Nahbereich von Windkraftanlagen zwar relativ selten sind, aber durchaus regelmäßig vorkommen.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

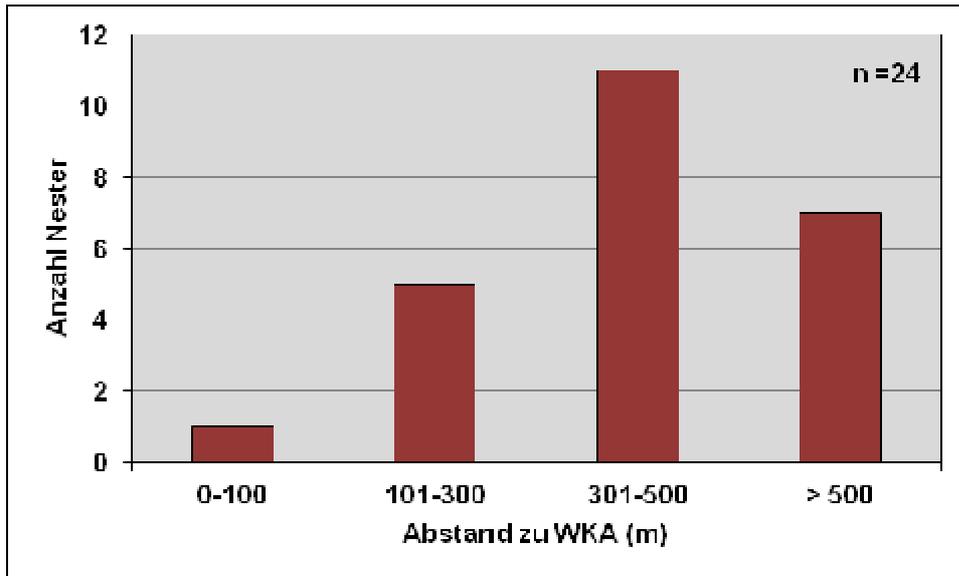


Abb. 4-9: Entfernungsbereiche von 24 kartierten Neststandorten der Wiesenweihe zu WKA im Bereich der Untersuchungsgebiete.

Nach den bisherigen Ergebnissen wird die Standortwahl offenbar maßgeblich durch die Lage von Ackerflächen mit geeigneten Strukturbedingungen bestimmt. Dabei trat die Präferenz der Brutvögel für Winter-Gerste in der Brutsaison 2007 besonders deutlich hervor (Abb. 4-10). In diesem Jahr brüteten sechs der acht Paare im Untersuchungsgebiet Süd in der Wintergerste. Diese hatte in diesem Jahr einen Anteil von 4,55 % am gesamten Flächenangebot an Ackerfläche, was für eine deutliche Selektion dieser Kultur spricht.

Im zweiten Untersuchungsjahr 2008 fanden sich bei etwa gleichem Flächenangebot (4,8 %) lediglich zwei der acht Bruten in der Wintergerste. Fünf Bruten lagen im Winter-Weizen, eine Entwicklung, die sich in diesem Jahr auch bei Bruten der Westküste Dänemarks sowie anderen Teilen Deutschlands (Mainfranken) vollzog und vermutlich auf einer gegenüber Durchschnittsjahren veränderten Aufwuchsstruktur (verzögerte Wuchshöhe, Deckungsgrad) im Zeitraum der Nistplatzwahl beruhte.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

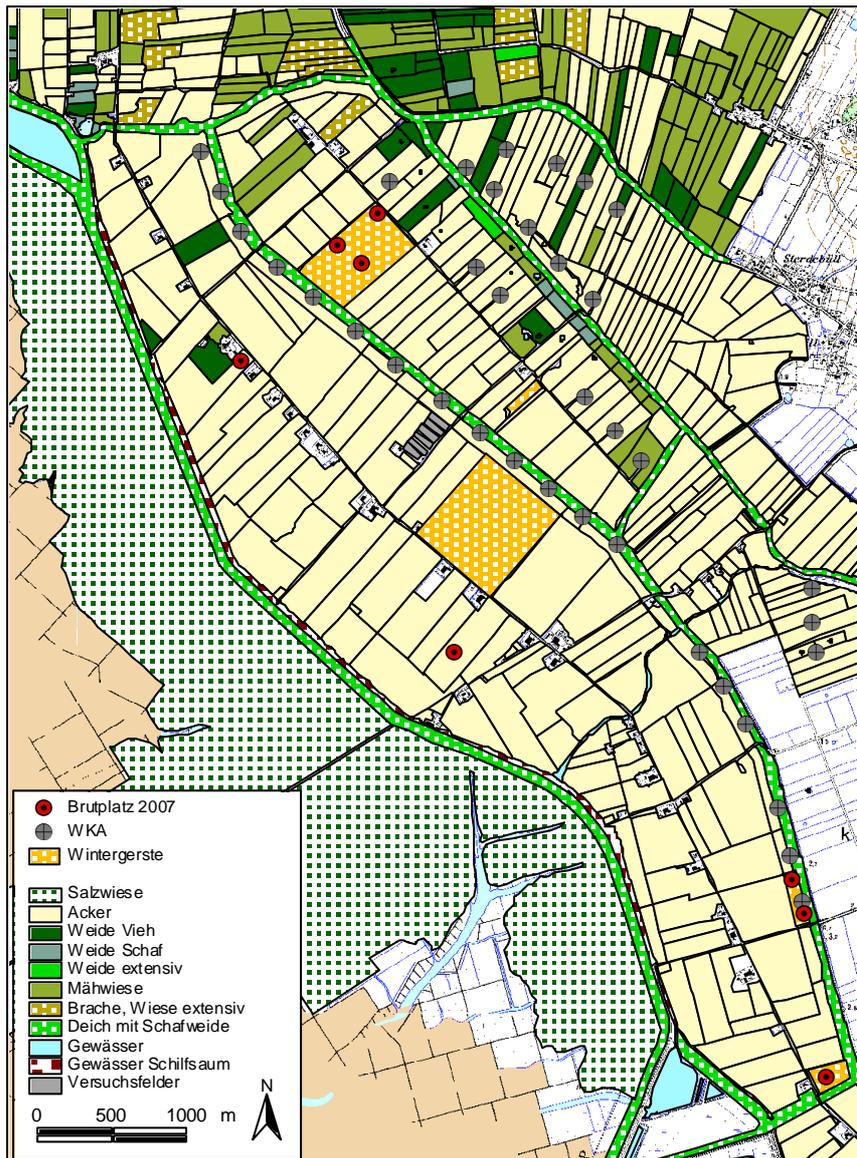


Abb. 4-10: Verteilung der Brutplätze, der WKA und der Wintergerste sowie weiterer Habitat- bzw. Nutzungstypen im UG Süd im Untersuchungsyear 2007. Sechs der acht Bruten fanden sich in Wintergerste.

4.1.6.2 Aktionsraum und Aktivitätszentrum in Beziehung zu Windparks

4.1.6.2.1 Home Range-Größen

Für die Kalkulation von Home Range-Größen während der Jungenaufzucht wurden nur die Vögel berücksichtigt, von denen eine Datengrundlage aus mindestens 10 Tagen und insgesamt 100 unabhängigen Lokalisationen vorlagen (s. Kap. 4.1.3.5.1.3). Dies war bei neun der insgesamt elf besenderten Vögel der Fall.

Die nach dem Kernel-Verfahren ermittelten Größen der 95 %-Home Ranges der neun besenderten Vögel (drei Weibchen, sechs Männchen) während der Jungenaufzucht lagen im Mittel bei 976 ± 354 ha (Tab. 4-3). Dabei traten Variationen von 341 ha (Weibchen) bis 1.516 ha (polygynes Männchen) auf. Die drei Weibchen hatten mit 626 ha im Mittel deutlich kleinere Reviere als die Männchen (1.151 ± 246 ha).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Deutlich größere Areale und Spannbreiten erbrachte die Berechnung der Minimum-Convex-Polygone (MCP, Tab. 4-3). Es ergaben sich MCP-Home Ranges von durchschnittlich 1.964 ± 246 ha, die Werte reichten von 522 bis 4.169 ha. Die großen Unterschiede zum Kernel-Verfahren liegen in der ungewichteten Umschließung der äußeren Ortungspunkte begründet, wodurch stets ein Anteil nicht genutzter bzw. nicht nutzbarer Fläche in den MCP-Arealen enthalten sind.

Die **maximalen Flugdistanzen** vom Neststandort zu den Nahrungsflächen lagen zwischen 0,75 km (Weibchen, jagt nur in der Nestumgebung) und einem Extremwert von 15,55 km (Männchen mit überdurchschnittlich langen Ausflügen). Im Mittel wurden maximale Strecken von $6,0 \pm 3,8$ km gemessen. Die individuellen Flugstrecken zeigen eine deutliche Beziehung zu den MCP-Home Range-Größen (bei diesem Verfahren wird jeder Ausflugsort in die Home-Range-Kalkulation einbezogen), jedoch nicht zu den Kernel-Arealen (Tab. 4-3).

Tab. 4-3: Größe der Home Ranges (MCP, Kernel) und Aktivitätszentren (Kernareal) sowie maximale Flugentfernungen vom Nest von neun besenderten Vögeln.

Vogel/Gebiet	Geschlecht	Home Range (MCP) (ha)	Home Range (95 % Kernel) (ha)	Kernareal (50 % Kernel) (ha)	Max. Flugdistanz vom Nest (km)
L1m 2007	M	2.909	1.516	82	5,50
L3m 2008	M	2.083	1.297	91	3,34
L1m 2008	M	4.169	1.180	252	15,55
FWL2m 2007	M	2.391	1.146	141	9,44
FWL1m 2008	M	1.044	914	170	3,71
L3w 2007	W	2.445	896	87	5,38
FWL2m 2008	M	726	851	122	2,25
FWL2w 2007	W	1.392	642	72	5,34
L1w 2007	W	522	341	41	0,75
Mittelwert		1.964,6	976,5	117,9	6,03
Standardabw.		1.170,9	354,6	63,5	3,84

4.1.6.2.2 Lage des Aktivitätszentrums (Kernareal)

Das Zentrum der Flugaktivität innerhalb des Home-Ranges, das durch das Kernel-Areal mit einer Aufenthaltswahrscheinlichkeit von 50 % beschrieben wird, wies entgegen der hohen Streubreiten der Aktionsraumgrößen geringere Größenvarianzen auf (Mittelwert $117,9 \pm 63,5$ ha). Diese reichten von 41 bis 252 ha, wobei diese Extremwerte wiederum von dem oben genannten stationären Weibchen und dem Männchen mit den weitesten Ausflügen stammten (Tab. 4-3).

Bei allen neun Vögeln lag das Aktivitätszentrum (50 % Kernel) im Bereich der Neststandorte (siehe Abb. 4-11 bis 13). Hier erreichten sowohl Männchen wie auch Weibchen die höchste Flugaktivität und Präsenz, bedingt durch die Balzflüge und Beuteübergaben der Männchen,

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

der Brutfürsorge des Weibchens sowie den Fütterungen und der nestgebundenen Territorialität beider Brutpartner.

4.1.6.2.3 WKA im Home Range

In sieben der betrachteten neun Kernel-Aktivitätsräumen waren WKA vorhanden. Die Nutzung bzw. die Annäherung an Windparkareale war in den Revieren sehr unterschiedlich ausgeprägt. Bei den Einzelvögeln wurden zwischen 1 und 15 % der Lokalisationen innerhalb eines 100 m Prüfradius um WKA registriert (Tab. 4-4).

Die Nutzungsintensität war vom Abstand des Neststandortes als Aktivitätszentrum sowie der Lage der wichtigen Nahrungsgebiete abhängig. Der Anteil von Registrierungen innerhalb 100 m von WKA der Individuen erhöhte sich mit steigender Zahl von WKA innerhalb des Home Range. Eine Ausnahme bildete das Männchen L1m 2008, das trotz 16 anwesender WKA im Home Range kaum in Kontakt zu den Anlagen kam, weil der regelmäßig genutzte Korridor zwischen Brutplatz und Nahrungsgebiet frei von WKA war (Tab. 4-4).

Die Windparkreihen wurden von den Vögeln als Leitlinie, als Nahrungsraum und als Transferaum zwischen Brutplatz und den Jagdgebieten genutzt. Die unterschiedlichen Lagebeziehungen und Nutzungsmuster werden nachfolgend anhand von individuellen Home Ranges erläutert (Kap. 4.1.6.2.4).

Tab. 4-4: Anteile der Lokalisationen innerhalb des 100 m-Abstandes um WKA sowie Anzahl von WKA innerhalb des Home Ranges.

Vogel/Gebiet	Geschlecht	Lokalisationen (n)	Anteil im 100 m-Radius von WKA (%)	Anzahl WKA im 95 %-Home Range
L1m 2007	M	1.271	15,3	11
FWL2w 2007	W	439	12,1	15
L3m 2008	M	1.967	10,2	14
L3w 2007	W	537	10,2	9
L1w 2007	W	208	1,3	0
FWL2m 2007	M	455	1,3	5
L1m 2008	M	329	1,1	16
FWL1m 2008	M	329	0,8	2
FWL 2m 2008	M	213	0	0

4.1.6.2.4 Individuelle Home Ranges

Grundsätzlich lassen sich anhand der Habitatnutzung und der Lage der Aktivitätsräume aus beiden Untersuchungsgebieten zwei unterschiedliche Typen der Home Range-Nutzung unterscheiden:

- Home Range mit Salzwiese als Hauptnahrungshabitat

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

- Home Range mit Extensiv- bzw. Feuchtgrünland als Hauptnahrungshabitat

Die Überschneidung dieser beiden Typen war insbesondere im Untersuchungsgebiet Nord relativ gering, wo Salzwiesen und Feuchtgrünland direkt nebeneinander liegen. Hier nutzten die besenderten Revier-Nachbarn und Brutpartner die Teilgebiete in jeweils unterschiedlicher Intensität, woraus eine deutliche Habitattrennung resultierte (siehe Abb. 4-13).

Im Folgenden werden drei Fallbeispiele individueller Home-Ranges dargestellt, die die typischen Strukturen, die Nahrungshabitate sowie die individuelle Variabilität der Raumnutzung der Wiesenweihen verdeutlichen.

Polygynes Männchen Gebiet Süd (Louisenkoog)

Dieses Männchen war im Untersuchungsgebiet Sönke-Nissen-Koog mit drei Weibchen verpaart. Abb. 4-11 zeigt die Lokalisationen, den resultierenden Home-Range sowie das Kernareal der höchsten Aktivität, das sich im Bereich der drei Nester befand. Der Vogel investierte bedeutende Zeitanteile in der Anwesenheit an den drei Nestern, zwischen denen er regelmäßig pendelte, Beute überbrachte und mit den Weibchen Balzflüge vollzog. Aus dieser räumlichen Konstellation resultierte eine hohe Kontaktrate mit dem Windparkareal und einzelnen WKA in Nähe der Nester. 5 % der Registrierungen lagen innerhalb eines 100m-Radius der WKA. Das WP-Areal wurde zur Passage, aber auch als Jagdgebiet genutzt. Dieses Männchen nutzte die Salzwiesen des Vorlandes als Hauptnahrungsgebiet, wo es ca. 60 % seiner Jagdzeit verbrachte. Als alternatives Jagdgebiet wurden Grünlandflächen im Nordwesten des Home Range genutzt. Dieses Männchen wurde schließlich während der Schlupfphase der Nestlinge tot aufgefunden, vermutlich ein Unfall durch WKA-Kollision (siehe Kap.4.1.9). Der Standort des südlichen Nestes, wo der Vogel aufgefunden wurde, befand sich 300 m von der nächsten WKA entfernt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

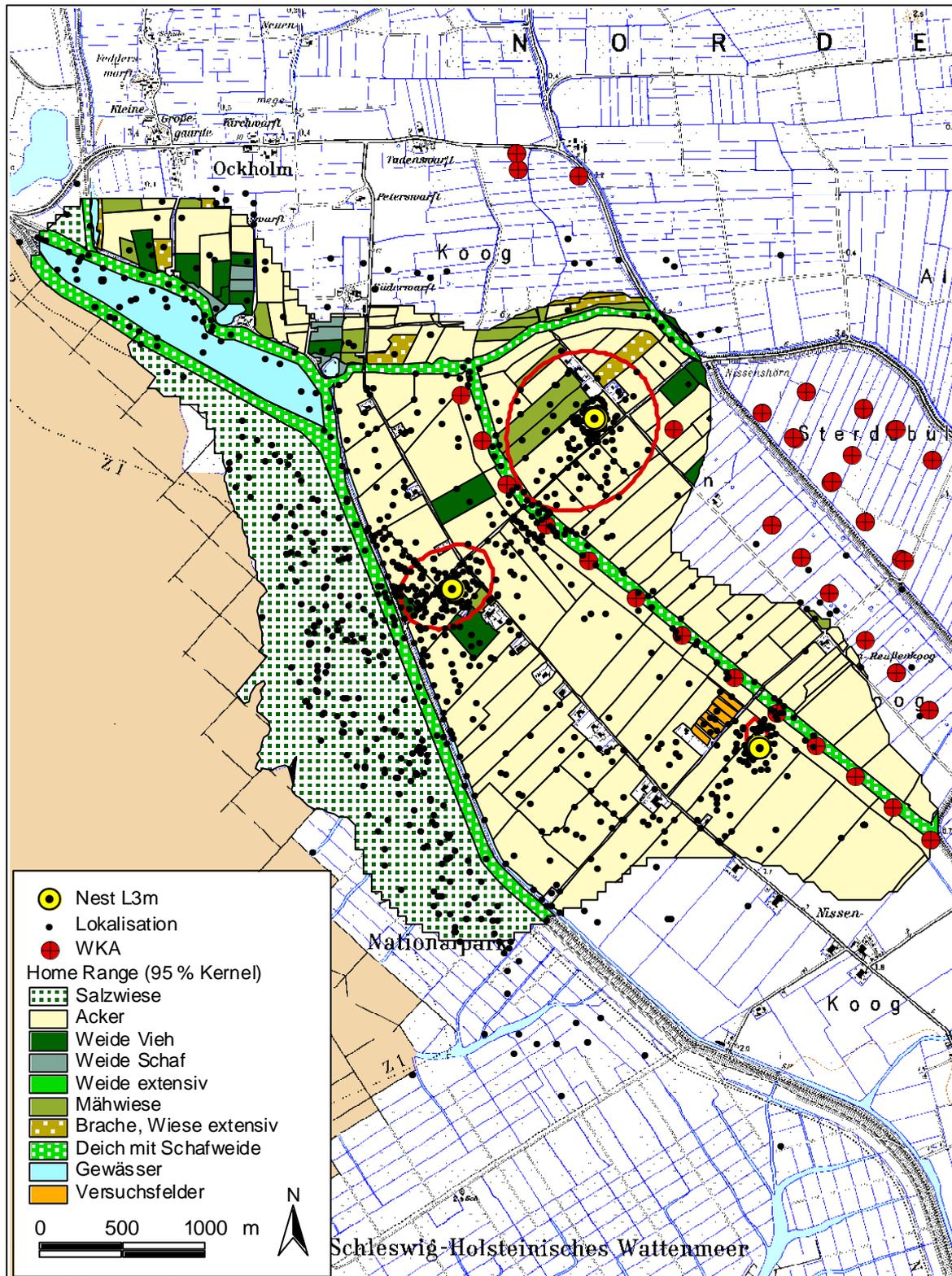


Abb. 4-11: Lokalisationen, Home Range (95 % Kernel) und Aktivitätszentren (50 % Kernel, rote Kreise) des polygynen Männchens L3m (2008) im Untersuchungsgebiet Süd (Sönke-Nissen-Koog).

Weibchen Gebiet Süd (Louisenkoog)

Auch dieses Weibchen aus dem gleichen Gebiet, das seine Jungen unter geringer Beteiligung des Männchens zum Hauptteil selbst versorgte, hatte mit 892 ha (95 % Kernel) einen

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

relativ großen Aktivitätsraum. Dieser Vogel repräsentiert den Typ Extensiv-Grünland, so dass sich trotz des gleichen Brutgebietes ein grundsätzlich anderes Nutzungsmuster als bei dem Männchen zuvor ergibt (Abb. 4-12). Dieser Vogel orientierte sich nach Nordost ins Binnenland, wo ein ausgedehntes kleinstrukturiertes Grünlandgebiet mit Extensiv-Wiesen-, -Weiden und Bracheflächen liegt. Die Salzwiesen im Südwesten wurden dagegen nur sporadisch aufgesucht, sie sind daher nicht Teil des 95 %-Home-Ranges (Abb. 4-12). Auch bei diesem Vogel ist die Integration von WKA in den Home Range und das Aktivitätszentrum deutlich erkennbar. Die im Kernbereich positionierte einzelne WKA wurde auf dem Weg in die Nahrungsgebiete regelmäßig in Abständen von unter 20 m passiert. Insgesamt lagen 10 % der verorteten Registrierungen innerhalb des 100 m-Prüfradius um WKA.

Brutpaar Gebiet Nord (FWL-Koog)

Die Aktionsräume eines Brutpaares im nördlichen FWL-Koog stellen ein Beispiel für eine weitgehende Habitattrennung zwischen Partnern und bei benachbarten Revieren dar, die bei Wiesenweihen offenbar regelmäßig auftritt, sofern die Habitatausstattung dies erlaubt (Abb. 4-13). Das Männchen dieses Brutpaares nutzte bevorzugt das Extensiv-Feuchtgrünland des Rickelsbüller Kooges, der sich etwa 400 m nördlich des Neststandortes befindet. Die Jagdflüge des Weibchens führten in die Agrarlandschaft im Süden des Kooges, die nord-süd ausgerichtete Windparkreihe diente dabei regelmäßig als Leitlinie (Abb. 4-13, siehe auch

Abb. 4-22). Allerdings nutzte dieser Vogel dabei nicht das Windpark-Areal selbst, sondern die direkt angrenzende extensive Schafweide am Deich. Auf dieser Fläche wurden mehrere erfolgreiche Beutestöße beobachtet. Die Jagdflüge führten stets in geringen Höhen von 2 bis 5 m, und in teilweise sehr geringen Abständen von 5 bis 10 m an den WKA vorbei.

Beide Partner nutzen auch kurzfristig verfügbare Nahrungsquellen an frisch gemähten Wiesen oder Stoppeläckern, die jedoch höchstens 2 bis maximal 3 Tage nach Abräumung noch angefliegen wurden. Die Kontaktrate des Weibchens mit WKA ist mit 12 % der Ortungen innerhalb des 100 m Radius um die WKA relativ hoch (Leitlinie der WKA-Reihe). Das Männchen kam aufgrund seiner überwiegend nordgerichteten Flugrouten zu den Feuchtgrünlandflächen nicht mit der im Westen des Home-Ranges gelegenen WKA-Reihe in Kontakt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

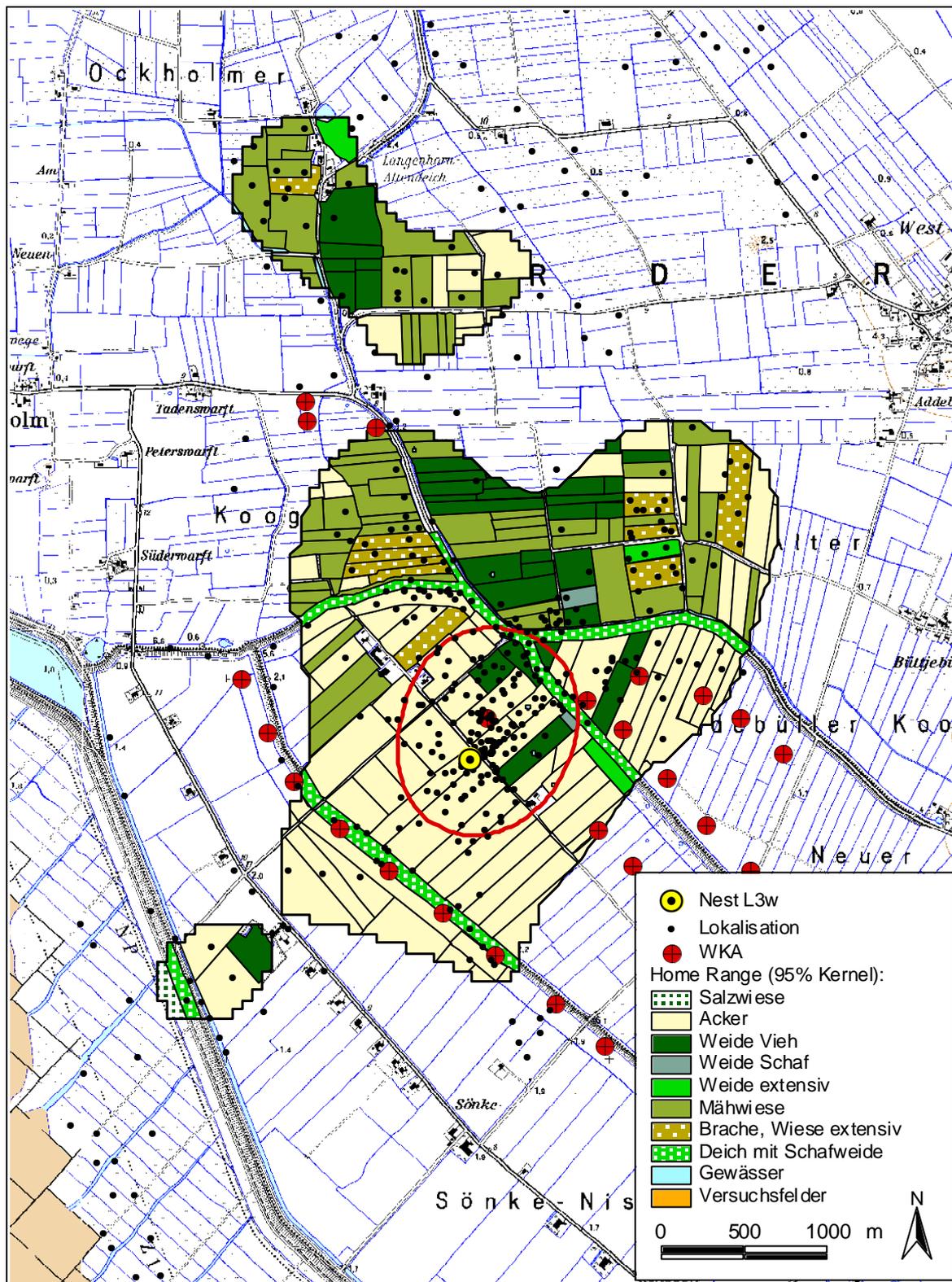


Abb. 4-12: Lokalisationen, Home Range (95 %-Kernel) und Aktivitätszentrum (50 % Kernel, roter Kreis) des Weibchens L3w (2007) im Untersuchungsgebiet Sönke-Nissen-Koog.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

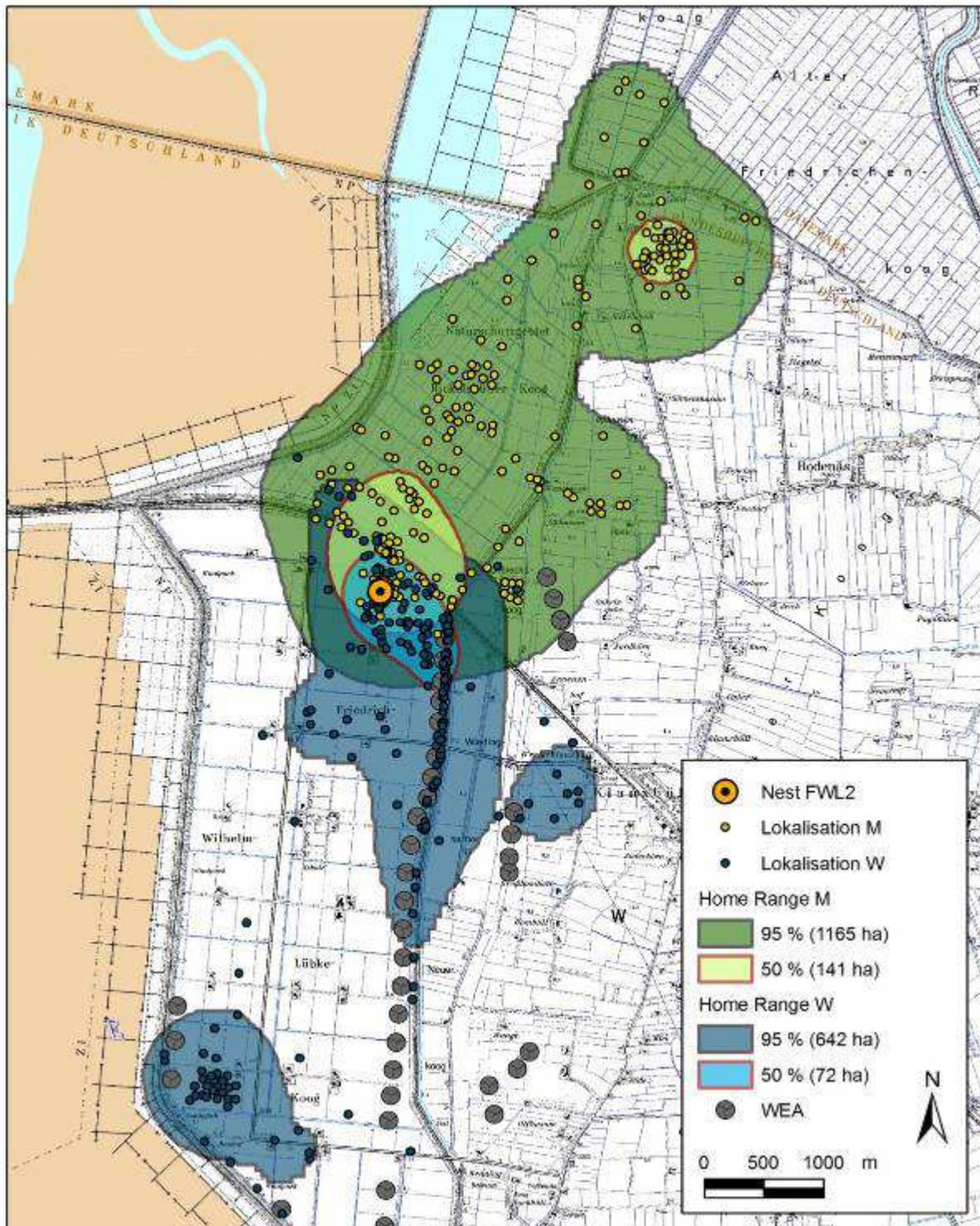


Abb. 4-13: Lokalisationen, Home-Range (95 %-Kernel) und Aktivitätszentren (50 % Kernel) des Brutpaares FWL 2 (2007) im Untersuchungsgebiet Nord (FWL-Koog).

Detaillierte Analysen zur Raumnutzung und zu Habitatpräferenzen, die als Grundlage für Habitat-Managementmaßnahmen für die Wiesenweihe dienen, werden im Kap. 4.1.11 dargestellt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.6.3 Verhalten jagender Vögel gegenüber WKA

Zur Analyse des Verhaltens nahrungssuchender Wiesenweihen im Nah- bzw. Einflussbereich von WKA wurde ein Prüfradius von 300 m um die Anlagen betrachtet (s. Kap. 4.1.3.5.3). Innerhalb dieses Radius wurde in den Home Ranges die räumliche Verteilung und die Distanzen der einzelnen Registrierungen zu den WKA ermittelt und mit denen einer Zufallsverteilung (Erwartungsverteilung) verglichen. Der statistische Vergleich der mittleren Distanzen beider Verteilungen liefert ein Maß für Attraktionswirkungen bzw. für Meidungseffekte bei jagenden Vögeln. Für diese Analyse wurden fünf Vögel mit $n > 30$ angenähert unabhängigen Lokalisationen bei der Jagd herangezogen.

Die fünf betrachteten Weihen (drei Männchen, zwei Weibchen) näherten sich bei der Beutejagd den Sockeln der WKA bis maximal 4 m an. Drei der fünf Vögel zeigten signifikant geringere mittlere Distanzen als erwartet ($p < 0,01$, $df = 1$, Chi^2 -Test), was auf eine Attraktionswirkung von WKA schließen lässt (Tab. 4-5). Zwei Vögel hielten Distanzen im Erwartungsbereich ein, verhielten sich somit indifferent gegenüber WKA. Meidungsreaktionen gegenüber WKA sind bei jagenden Wiesenweihen demnach nicht zu erkennen.

Tab. 4-5: Lokalisationen von jagenden Wiesenweihen innerhalb eines 300 m Radius um WKA und Vergleich der mittleren Distanzen mit den Erwartungswerten anhand einer Zufallsverteilung (Chi^2 -Tests).

	Lokalisationen (n)	Distanz zu WKA (m)		Chi ²	p
		beobachtet	erwartet		
L1m 07	91	136,2	187,8	3.284,82	< 0,01
L3w 07	84	146,5	143,3	903,54	n. s.
FWL2w 07	135	91,4	125,9	3.663,25	< 0,01
L1m 08	36	150,1	151,6	793,94	n. s.
L3m 08	96	133,5	160,4	1.455,26	< 0,05

Die Motive für die Annäherung an WKA liegen in der Präferenz der Weihen für bestimmte Habitatstrukturen innerhalb des Windparkareals bzw. in der nächsten Umgebung. Von besonderer Bedeutung sind dabei die flachwüchsigen Grassäume der Zuwegungen sowie die häufig angesäten Grasfluren an den Sockeln der WKA-Türme. An Windparks angrenzende, extensiv genutzte Grünlandflächen können eine Konzentration von Jagdaktivitäten im Nahbereich von WKA bewirken. Im UG Nord nutzte das Weibchen FWL2 (2007) eine direkt an die WKA-Reihe angrenzende Extensiv-Schafweide intensiv zur Beutejagd (siehe Kap. 4.1.11, Abb. 4-22), woraus die größte mittlere Annäherung der untersuchten Vögel an WKA resultierte (91,4 m, Tab. 4-5).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.7 Diskussion Aktionsraum, Verdrängungs- und Scheuchwirkungen

4.1.7.1 Aktionsraum und Aktivitätszentrum

Die hier festgestellte große Spannweite und individuelle Variabilität der Home-Range Größen findet sich auch für verschiedene Regionen Europas bestätigt. Die bisher veröffentlichten Vergleichsdaten weisen auf eine Abhängigkeit der Home-Range-Größe zur Habitatstruktur bzw. Habitatqualität hin. In der großschlägigen Agrarlandschaft der niederländischen Provinzen Flevoland und Groningen wurden bei 10 Männchen mit dem Kernel-Verfahren sehr große Home Ranges von durchschnittlich 3.490 ± 380 ha (90 %) ermittelt (Trierweiler et al. 2010). Die Ergebnisse decken sich mit früheren Veröffentlichungen aus denselben Regionen: Visser et al. (2006) ermittelten bei zweibrütenden Männchen in Flevoland mit dem MCP-Verfahren 5.800 und 5.200 ha, nach Entfernen der eingeschlossenen nicht genutzten Teilflächen ergaben sich 2.200 bzw. 4.000 ha. Bei Groningen wurden zwei Reviere mit 6.900 und 3.300 ha ermittelt (De Voogd et al. 2004), wobei allerdings auch diese Aktionsräume größere Bereiche ohne Aufenthaltsnachweise einschlossen. Legt man die Ergebnisse von Trierweiler et al. (2010) zugrunde, die wie die vorliegende Untersuchung mit der Kernel-Methodik ermittelt worden sind, so sind die Aktionsräume niederländischer Männchen etwa um den Faktor drei größer als die der Westküste Schleswig-Holsteins.

In der kleinparzellierten Agrarlandschaft West-Frankreichs wurden bei fünf besenderten Männchen maximale Routenlängen von 5,0 km vom Nest und ein mittlerer Home-Range von 1.423 ± 647 ha ermittelt (Salomolard 1997), wobei die Größen zwischen 854 und 2.346 ha streuten und damit auch den für Schleswig-Holstein ermittelten Größenbereich umfassten.

Die Aktionsräume der Region der Extremadura (Spanien) lagen zwischen denen der Niederlande und Frankreich: Arroyo et al. (2009) ermittelten bei 19 besenderten Männchen in Landwirtschaftsflächen mit unterschiedlichen Anteilen an Acker und Grünland Kernel-Aktionsräume von 2.410 ± 1.630 ha. Die Räume der Weibchen waren wie in Schleswig-Holstein auch hier wesentlich kleiner (670 ± 350 ha, 11 Vögel).

Aus den eigenen Ergebnissen sowie den Vergleichsdaten lässt sich schließen, dass es sich bei den hier untersuchten Gebieten Schleswig-Holsteins um relativ strukturreiche Habitate handelt, die sich gegenüber der Durchschnitts-Agrarlandschaft durch das zusätzliche Angebot hochwertiger Jagdgebiete (Salzwiesen, Extensiv- und Feuchtgrünland) unterscheiden. Die relative Nähe dieser Habitate zu den Brutplätzen insbesondere im Gebiet Nord (Flugentfernungen von 300 bis maximal 1.400 m) ermöglicht relativ kurze Flugstecken zwischen Neststandort und Nahrungshabitaten und kleinere Aktionsräume.

4.1.7.2 Verdrängungs- und Scheucheffekte durch WKA

Im Rahmen der telemetrischen Untersuchungen konnten für die Wiesenweihe im Nahbereich von WKA keine erkennbaren Scheuch- oder Meidereaktionen festgestellt werden.

Die Abstände der berücksichtigten Neststandorte zu WKA streuten in einem Bereich von 76 und 990 m, wobei sich sechs Nester näher als 300 m zu WKA befanden. Die Verteilung der Brutplätze innerhalb des Untersuchungsgebietes wies darauf hin, dass die Habitatwahl hier offenbar maßgeblich durch die Lage und die Aufwuchsstruktur von Getreideflächen abhängt,

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

woraus eine jährweise wechselnde Verteilung der Brutplätze resultiert. Eine besondere Bedeutung kommt dabei offenbar der Wintergerste zu, die im Untersuchungsgebiet mit lediglich <5 % Flächenanteil vorkommt und zumindest jährweise von den Brutvögeln stark präferiert wird. Im Jahr 2007 führte die Besiedlung von isolierten Einzelflächen mit Wintergerste auch zu einer Konzentration von Neststandorten im Nahbereich von WKA. Die Präferenz der Wintergerste als Brutstandort der Wiesenweihe in Agrarlandschaften ist für verschiedene Regionen Mittel- und Südeuropas belegt (z. B. Arroyo 2002, Liminana et al. 2010, Millon et al. 2002, Pürkhauer et al. 2009) und auch in einer aktuellen Studie anhand von historischen Daten zur Brutplatzverteilung und Landnutzung für die hier bearbeiteten Untersuchungsgebiete bestätigt (Gahrau 2011). Welche Kleinstrukturen bzw. Habitatparameter innerhalb der Kulturen letztendlich die Nistplatzwahl entscheiden, wurde bislang nicht untersucht. Vermutlich führt die witterungsabhängige Aufwuchsstruktur (Höhe, Dichte) zum Zeitpunkt der Nistplatzwahl zu der beobachteten jährweisen Variation in der Nutzung, wodurch andere Kulturen (Weizen, Raps) jährweise relativ stärker genutzt werden. Möglicherweise können auch vorhandene Verdrängungsreaktionen der Wiesenweihe gegenüber WKA bei der Brutplatzwahl durch die Habitatpräferenzen überlagert werden. Dabei könnte das in Schleswig-Holstein übliche geringe Flächenangebot an Wintergerste (im UG < 5 %) von Bedeutung sein, wodurch die Vögel möglicherweise eine stärkere Annäherung an WKA „in Kauf nehmen“. Im Brutgebiet der Hellwegbörde (NRW), wo der Anteil und damit das Flächenangebot der Wintergerste mit 20-30 % deutlich höher liegt, wurden im Rahmen einer GIS-gestützten Analyse der Verteilung von Brutstandorten und WKA größere Nestabstände zu WKA als in den hier bearbeiteten Untersuchungsgebieten festgestellt (s. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Joest et al. 2014). Der minimale Nestabstand betrug dort 170 m und der Mittelwert 500 m. Bei der durchgeführten multifaktoriellen Analyse wurde allerdings auch ein Einfluss weiterer Habitatfaktoren wie die Höhe des Gebietes über Meeresspiegel, die Ausprägung der Hangneigung und das Vorhandensein von flächigen Vertikalstrukturen auf die dortige Brutverteilung nachgewiesen (Joest et al. 2014). Dabei ergab sich ein signifikanter Einfluss der Distanz der Nester zum nächsten Hochspannungsmast sowie zu der Summe der punktförmigen Vertikalobjekte inklusive der WKA auf die Nistplatzwahl. Ein Einfluss von WKA allein auf die Verteilung der Neststandorte ließ sich jedoch nicht nachweisen. Diese Ergebnisse zeigen, dass von WKA grundsätzlich Verdrängungswirkungen ausgehen können, diese jedoch offenbar lediglich im Zusammenspiel mit weiteren Vertikalstrukturen in der offenen Landschaft messbare Wirkung erzeugen. In den beiden Untersuchungsgebieten Schleswig-Holsteins können die beobachteten geringeren Nestabstände mit dem Fehlen der weiteren Einflussfaktoren zusammenhängen (geringe Höhe ü. Meeresspiegel, keine Hangneigung, weitgehendes Fehlen von weiteren Vertikalstrukturen), so dass davon auszugehen ist, dass die Einzelwirkung der WKA unter der derzeitigen Konstellation keinen messbaren Einfluss auf die Nistplatzwahl ausübt.

Insgesamt zeigen die Beobachtungen und Ergebnisse, dass die Auswirkungen durch Verdrängungs- bzw. Meidungseffekte von WKA auf die Bruthabitatwahl der Wiesenweihe von geringer Bedeutung sind, wobei zu beachten ist, dass mögliche Verdrängungseffekte durch WKA durch eine Überlagerung mit weiteren Einflussfaktoren (z. B. Höhenlage des Gebietes, Hangneigung, weitere Vertikalstrukturen) verstärkt werden können. Für die hier untersuchten Landschaften Norddeutschlands, die keine weiteren der bekannten Störfaktoren aufweisen, sind unter der aktuellen WKA-Konfiguration keine messbaren Verdrängungseffekte zu erwarten. Die Ergebnisse und die Bewertung der Verdrängungseffekte entsprechen weitgehend

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

den für die Kornweihe in Schottland getroffenen Einstufungen der „Bird Sensitivity Map“ des RSPB (Bright et al. 2007), nach der mögliche Verdrängungseffekte auf Brutplätze durch WKA allenfalls für den Nahbereich bis etwa 100 m Abstand zu erwarten sind (Whitfield & Madders 2006b).

Die Ergebnisse zur Raumnutzung und Flugaktivität innerhalb des Home-Range ließen keine Scheuch- bzw. Meidereaktionen bestehender WKA auf jagende oder Beute tragende Wiesenweihen erkennen. Windparks bzw. Windkraftanlagen sind Teil des Home-Range der Wiesenweihen, sofern sie sich in deren Brutgebieten befinden. Sie wurden zur Passage zu den Nahrungs- bzw. Brutgebieten durchflogen und auch selbst zur Nahrungssuche genutzt. Bei einzelnen Vögeln nahmen Windparks ein Areal zwischen 1 und 12 % des Home-Ranges ein. Die Intensität der Nutzung von Windparks und die Annäherung an WKA wird maßgeblich durch den Abstand zum Neststandort beeinflusst. Bei den hier untersuchten Einzelvögeln lagen die Zentren der Flugaktivität und die Aufenthaltsschwerpunkte beider Geschlechter im Bereich der Neststandorte. Befinden sich innerhalb dieser Areale hoher Flugaktivität WKA, kommt es zu häufigen Annäherungen. Die Bedeutung der Lage des Neststandortes auf die Habitatnutzung und die Annäherung an WKA wird besonders durch die Raumnutzung des hier untersuchten polygynen Männchens deutlich. Die Umgebung der drei Neststandorte der zu versorgenden Weibchen bildeten die Aktivitätszentren innerhalb des Home Ranges. Aufgrund der Lage von WKA in den Aktivitätszentren sowie in den Fluglinien zwischen den Neststandorten lagen insgesamt 25 % der Registrierungen dieses Vogels innerhalb des Nahbereiches von WKA (hier: 100 m -Prüfradius um WKA). Vergleichsdaten zur Flugaktivität im Bereich von Windparks liegen für die Wiesenweihe bislang nicht vor.

Die räumliche Verteilung der Lokalisationen und die Erfassung der Flugwege nahrungssuchender Wiesenweihen unterstreicht, dass diese regelmäßig sehr geringe Abstände zu WKA einhalten. Die Auswertungen von flugaktiven Einzelvögeln ergaben, dass Meidereaktionen im Nahbereich nicht auftreten. Einige Vögel zeigten gegenüber den Erwartungswerten sogar eine größere Annäherung, die auf eine Attraktionswirkung durch die WKA bzw. die Begleitstrukturen schließen lässt. Wichtige Motive für die Nutzung von Windparks bzw. die Annäherung an WKA sind dabei das zusätzliche Angebot an Begleitstrukturen von Windparkflächen (Schotterwege, Grasfluren) zur Nahrungssuche sowie die Angrenzungen von hochwertigen Nahrungshabitaten (z. B. Extensiv-Grünland), wobei auch Grenzlinieneffekte durch ein möglicherweise erhöhtes Nahrungsangebot von Bedeutung sein können (siehe Kap. 4.1.11.3). Bei den hier untersuchten Vögeln waren die Windparkflächen selbst als Nahrungshabitat von untergeordneter Bedeutung (Zeitanteile von < 5 % der gesamten erfassten Nahrungssuche), offenbar weil innerhalb ihres Home Ranges stets hochwertige Nahrungshabitate (Salzwiesen, großflächige Grünlandbereiche) verfügbar waren. In strukturarmen, großschlägigen Agrargebieten können allerdings die durch die Windparkflächen zusätzlich geschaffenen Strukturen und Grenzlinien für die Nahrungssuche der Weihen erhöhte Bedeutung erlangen und zu gesteigerter Nutzungsintensität führen. Weiterhin stellten Baum & Baum (2011) bei Wiesenweihen in Niedersachsen die Nutzung von Windparks als Schlaf- bzw. Ruheplatz fest. Die Brutvögel suchten dazu die Randsäume der Zuwegungen auf, die sich in Nestnähe befanden. Die Autoren vermuten, dass die Vögel während der Nacht offene übersichtliche Flächen in Nähe der Brutplätze bevorzugen, die innerhalb der intensiv genutzten Agrarflächen nicht existieren. Insgesamt zeigt sich, dass die Habitatnutzung der Wiesenweihe von Windparks maßgeblich von der Strukturausstattung der Agrarlandschaft abhängig ist, woraus

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

sich eine Regulierbarkeit und Lenkung durch entsprechende Habitat-Management-Maßnahmen ergibt (siehe Kap. 4.1.13).

4.1.7.3 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

- Die untersuchten Aktionsräume (Home Ranges) der Wiesenweihe in S-H variieren zwischen 340 ha bis 1.560 ha (Kernel). Männchen haben größere Home-Ranges als Weibchen.
- Die Zentren der Flugaktivität liegen im Bereich der Neststandorte und sind zwischen 41 ha und 252 ha groß.
- Wichtige Nahrungsgebiete sind Salzwiesen des Vorlandes sowie großflächiges, grenzlinienreiches Extensiv-Grünland.
- Windparks innerhalb des Home Range werden ohne Meidung des Nahbereiches der WKA genutzt. Die Nutzungsintensität ist abhängig von der Lage und dem Abstand des Aktivitätszentrums (Nestbereich) und der Nahrungsgebiete zu WKA.
- Die Beobachtungsergebnisse lassen keinerlei Hinweise auf Verdrängungseffekte bei der Brutplatzwahl sowie auf Scheuchwirkungen bei der Habitatnutzung erkennen.

4.1.8 Ergebnisse zur Ermittlung des Kollisionsrisikos

4.1.8.1 Flugaktivität

Der Kalkulation der Aktivitätsbudgets der besenderten Vögel liegen insgesamt 13.531 auswertbare Beobachtungs-Minuten zugrunde. Es liegen Ortungen von der gesamten Tagesaktivitätsperiode vor, der größte Anteil der Beobachtungszeit entfiel auf die Tagesintervalle 9 bis 13 und 13 bis 17 Uhr (MESZ; zusammen 71 %). Zur besseren Veranschaulichung wurden die Zeitanteile der einzelnen Verhaltensweisen auf einen mittleren Aktivitätstag von 16 h (Hellphase SA–SU im Untersuchungszeitraum) normiert.

Männchen und Weibchen unterscheiden sich deutlich in ihren Zeitanteilen, die sie fliegend zur Nahrungssuche und sitzend am Boden verbrachten (Abb. 4-14). Die sechs Männchen investierten im Mittel mit 38 % ihrer Tagesaktivität deutlich mehr Zeit in die Nahrungssuche (6,1 h eines 16 h – Tages) als die Weibchen (27,5 % entspr. 4,4 h). Diese verbrachten ihrerseits den Hauptteil ihres Tages sitzend am Boden (9,57 h). Das Sitzen beinhaltete bei den Weibchen die Präsenz am Nestbereich, die Bewachung und das Hudern der Jungvögel, das Warten auf Beuteübergaben durch das Männchen, sowie das Ruhen und die Gefiederpflege. Auch bei den Männchen ist der Zeitanteil, der sitzend am Boden verbracht wird, mit durchschnittlich 5,5 h relativ hoch. Diese ruhten regelmäßig nach erfolgten Beuteübergaben in der Umgebung des Nistbereiches, wo auch die Ruheplätze lagen. Auch auf längeren Jagdausflügen legten die Männchen gelegentliche Sitzpausen ein.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Alle weiteren Verhaltensweisen wurden im Flug gezeigt. Die untersuchten Männchen befanden sich somit durchschnittlich 6,4 h ihres Aktivitätstages in der Luft. Sie waren damit knapp zwei Stunden pro Tag länger flugaktiv als die Weibchen. Die höhere Flugaktivität der Männchen hat möglicherweise einen Einfluss auf das geschlechtsspezifische Kollisionsrisiko (siehe Kap. 4.1.8.2).

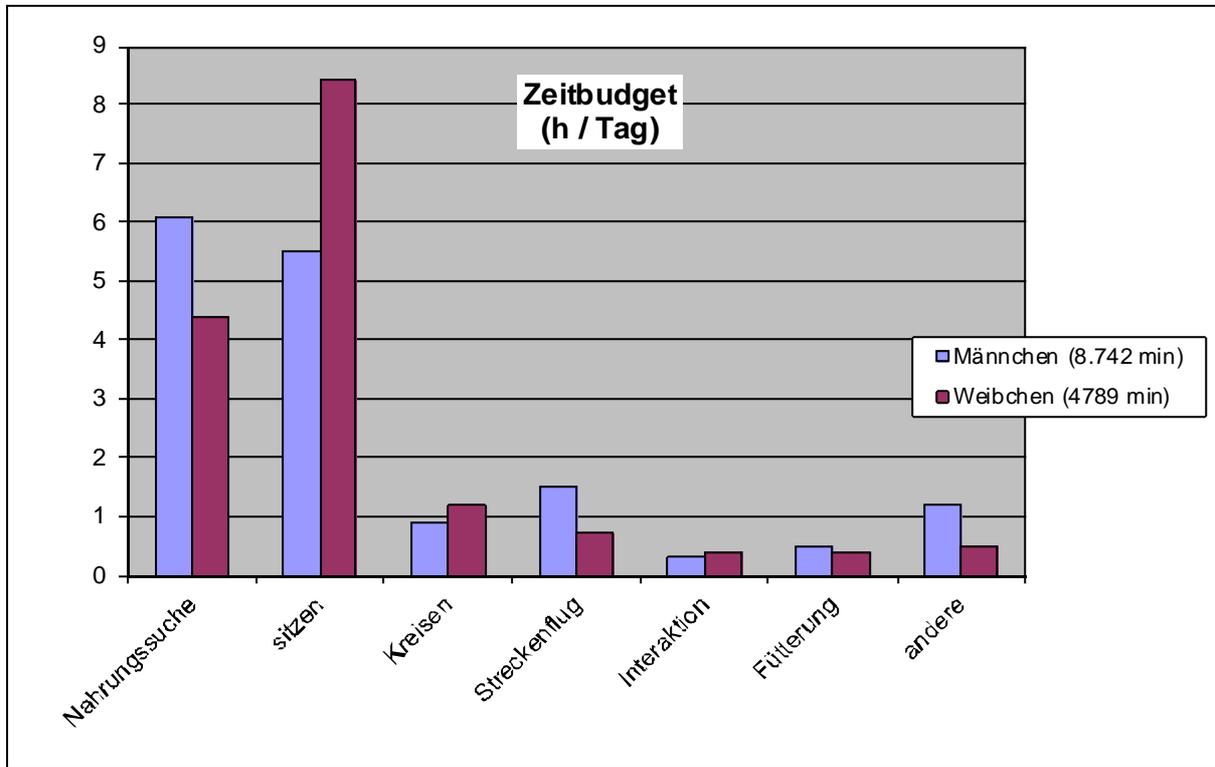


Abb. 4-14: Aktivitäts-Tagesbudgets besenderter Männchen und Weibchen der beiden Untersuchungsgebiete. Die beobachteten Zeitanteile wurden auf einen 16 h-Aktivitätstag normiert.

4.1.8.2 Flughöhen

Als Bezugsgröße zur Abgrenzung des Gefährdungsbereiches der drehenden Rotoren wurde schwerpunktmäßig der Höhenbereich von 20 - 100 m betrachtet, da dieser der Dimensionierung der Mehrheit der WKA-Typen in den UGs sowie in Schleswig-Holstein im Untersuchungszeitraum entsprach.

Im Rahmen der telemetrischen Untersuchungen wurden die visuell erfassten Flughöhen in insgesamt 7.800 Flugminuten der Wiesenweihen protokolliert. In der Gesamtheit aller registrierten Flugsequenzen flogen Wiesenweihen bevorzugt in geringen Höhen. Fast 90 % der Flugminuten lagen im Höhenbereich bis 20 m. Der weitaus größte Zeitanteil entfiel auf den Höhenbereich bis 5 m (63 %). Im Höhenbereich zwischen 20 und 100 m (rot markiert in Abb. 4-15) wurde im Mittel 7 % der Flugzeit registriert. Flughöhen von über 100 m wurden mit insgesamt 2,9 % Zeitanteil relativ selten genutzt.

Insbesondere in den niedrigen Flughöhen fällt die relativ geringe Variationsbreite der Einzelvögel auf (Abb. 4-16). Im Höhenbereich 0 bis 5 m liegt die Spannweite der Zeitanteile zwi-

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

schen 48 und 67 %. Die Einzelvögel wiesen demnach weitgehend übereinstimmende Flughöhen auf.

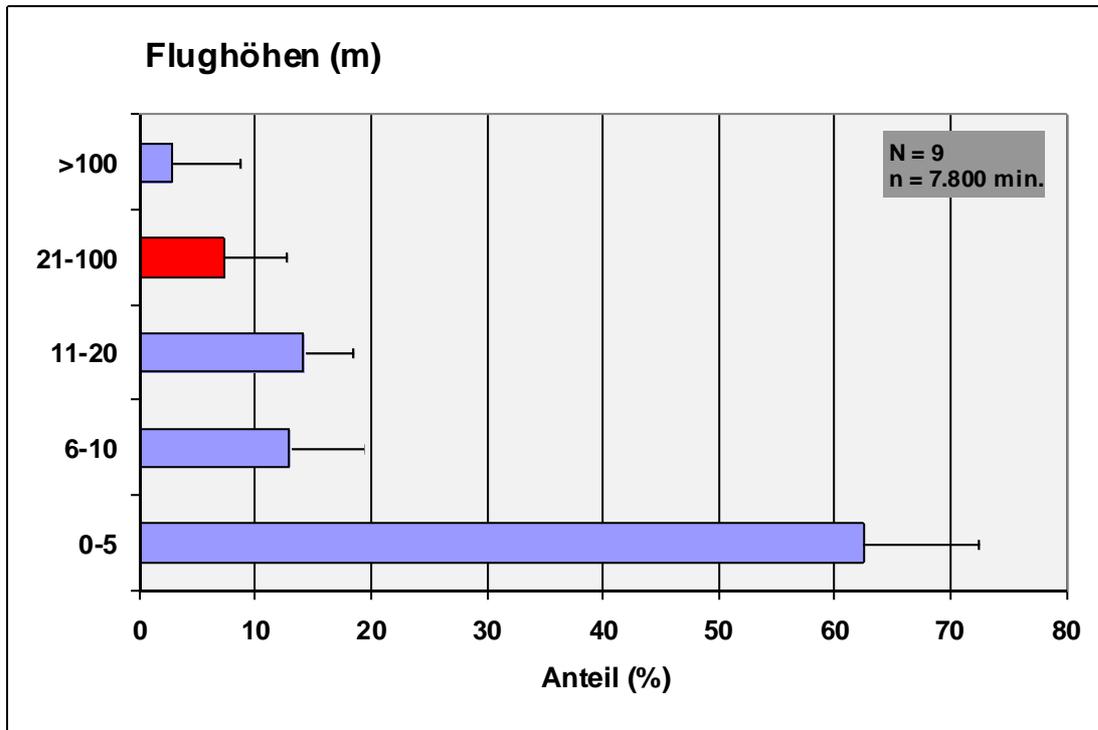


Abb. 4-15: Höhenverteilung der Wiesenweihen anhand der gesamten Flugsequenzen in den Untersuchungsjahren 2007 und 2008 ($n = 7.800$ min, Anteile der Flugminuten, Mittelwerte und Standardabweichung von neun Vögeln). Der rot gekennzeichnete Bereich 21 bis 100 m kennzeichnet den potenziellen Gefährdungsbereich der Rotoren vieler gängiger WKA-Typen.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

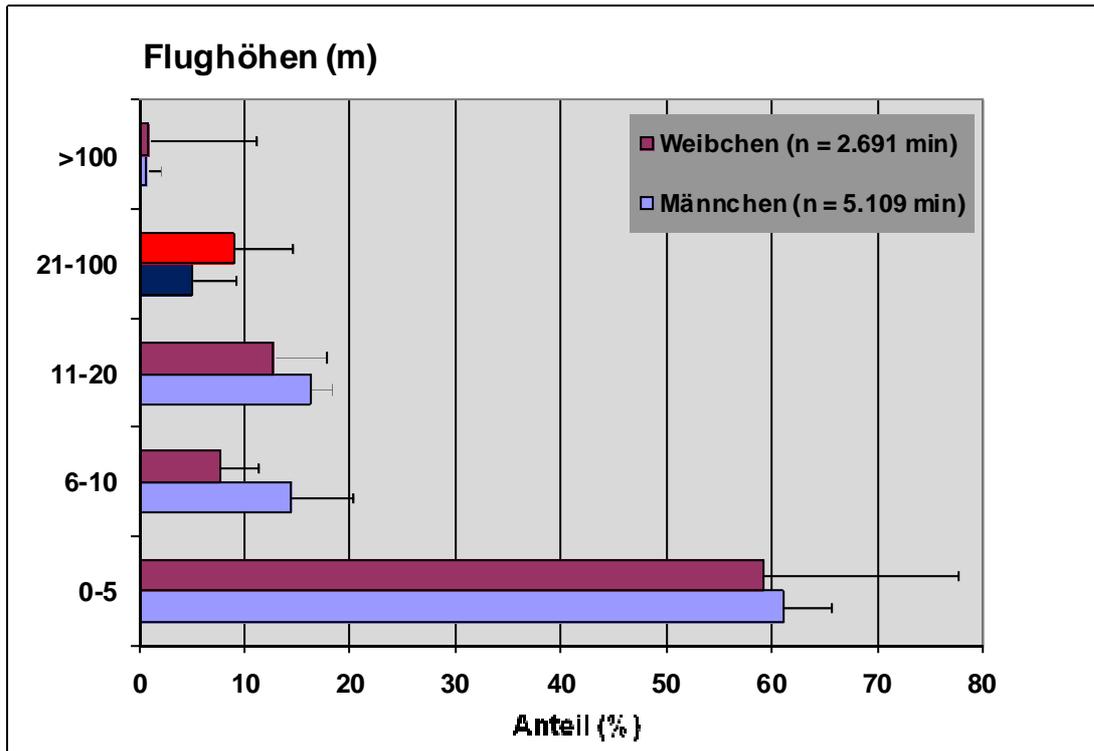


Abb. 4-16: Flughöhenverteilung von Männchen und Weibchen in den Untersuchungsjahren 2007 und 2008. Weitere Erklärungen siehe Abb. 4-15).

Auch der Vergleich zwischen Männchen und Weibchen zeigt kaum Unterschiede in der Höhennutzung (Abb. 4-16). Der relativ höhere Zeitanteil der Weibchen in 20 bis 100 m ist auf Beuteübergaben zurückzuführen, die überwiegend in diesem Höhenbereich in Nestnähe stattfanden. Bei den Weibchen haben die Flughöhen bei Beuteübergaben ein stärkeres relatives Gewicht, da sie viel weniger selbst in geringen Höhen jagen.

4.1.8.2.1 Vergleich der Jahre 2007 und 2008

Bei den fünf telemetrierten Vögeln des Jahres 2008 waren die mittleren Flughöhen signifikant höher als die der sechs Vögel aus 2007 (Mittelwert: $7,6 \pm 2,1$ m gegenüber $6,4 \pm 2,3$ m, $p < 0,05$, Mann-Whitney-U-Test). Dieser Unterschied war nahezu allein durch den größeren Anteil von Flugminuten im Höhenbereich 6 bis 10 m zurückzuführen. In diesen Höhen erfolgten überwiegend Flüge, die der Nahrungssuche dienten. Die Verhaltensbeobachtungen im Gelände zeigten, dass die unterschiedlichen Flughöhen beider Jahre offenbar mit verschiedenen, angebotsbedingten Jagdstrategien zusammenhingen. Das Jahr 2007 war ein Jahr mit hohen Kleinsäuger-Abundanzen. Die Beutejagd erfolgte überwiegend durch Suchflüge in Höhen meist unter 5 m. Im folgenden Jahr verlegten sich die Vögel, vermutlich infolge eines verringerten Kleinsäugerangebots, auf die Jagd von Kleinvögeln (erkennbar u. a. an den Rufen der Fraßplätze), die aus größeren Flughöhen zwischen 5 und 10 m beim Auffliegen erbeutet wurden.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

4.1.8.2.2 Vergleich der Untersuchungsgebiete

Beim Vergleich der Flughöhen der Vögel der beiden Untersuchungsgebiete Süd (Louisenkoog; n = 5.362 Flugminuten-Intervalle) und Nord (Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog; n = 3.438 min-Intervalle) ergaben sich keine Unterschiede (df = 1, $p > 0,05$, Mann-Whitney-U-Test).

4.1.8.2.3 Einfluss der Saison

Es wurde bei der Gesamtheit der Einzelvögel kein saisonaler Effekt der Flughöhenverteilung festgestellt. Die Flughöhen wiesen in der Bebrütungsphase, der Nestlingsphase und der Phase mit flugfähigen Jungen keine signifikanten Unterschiede auf (Mann-Whitney-U-Tests, p jeweils $> 0,05$).

4.1.8.3 Flugverhalten und Flughöhen

Die verschiedenen Verhaltensweisen der Wiesenweihen hatten einen großen Einfluss auf die Flughöhenverteilung. Die wichtigsten Verhaltensweisen, die im Flug differenziert werden können, sind

- Jagdflug
- Streckenflug
- Flug mit Beute
- Interaktionen (intra- und interspezifisch)
- Beuteübergaben
- Balzflug und Kreisen

Hinsichtlich der Flughöhencharakteristik und damit letztendlich ihres Konfliktpotenzials lassen sich aus den differenzierten Flugtypen drei Verhaltensgruppen zusammenfassen (siehe Abb. 4-17):

Jagd- und Streckenflüge

Die **Jagdflüge** unterschieden sich durch die geringe Flughöhe und die geringe Streubreite signifikant von den anderen Verhaltensweisen (Median: 3,0 m, Mittelwert $4,07 \pm 2,65$ m; n = 4.175 min; df jeweils = 1, $p < 0,01$, Mann-Whitney-U-Tests). Kennzeichnend war die geringe Varianz der Flughöhen, 93,8 % der beobachteten Jagdminuten verbrachten die Vögel in Flughöhen unterhalb von 10 m (Abb. 4-17).

Durch den hohen Zeitanteil, die die Beutejagd an der Tagesaktivität einnimmt (Männchen 6,1 h, Weibchen 4,3 h, siehe Abb. 4-14), ist auch die gesamte Flughöhenverteilung der Wiesenweihen deutlich in die Höhenbereiche unterhalb von 10 m verlagert. Als Maximalwerte wurden bei der Beutejagd nur in wenigen Fällen Flughöhen von 20 m beobachtet.

Die **Streckenflüge** dienten der Überbrückung kurzer sowie längerer Ortswechsel ohne weitere erkennbare Intention. Streckenflüge wiesen zwar gegenüber den Jagdflügen eine deut-

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

lich breitere Varianz der Flughöhen auf, mit einem Median von 10 m und einem Anteil von 90 % unterhalb von 20 m gehört aber auch dieser Flugtyp in die Gruppe mit dem geringsten Konfliktpotenzial.

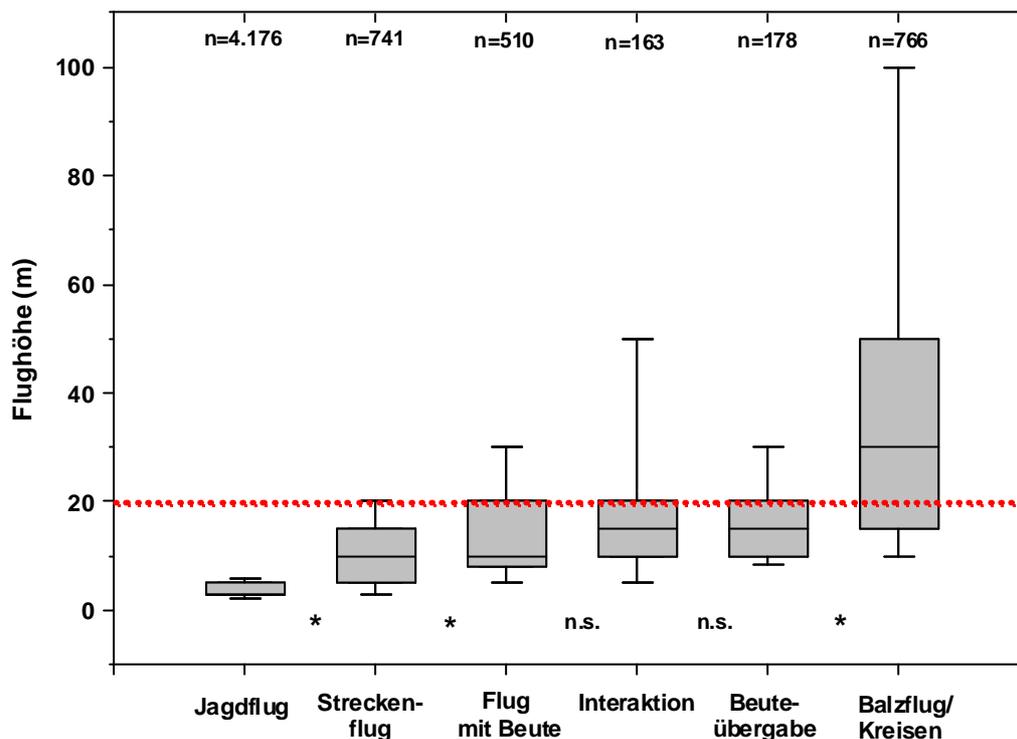
Beuteflüge und Interaktionen

Diese Gruppe umfasst die Flüge mit Beute zum Nest, die anschließenden Beuteübergaben sowie die Interaktionen, bei denen artfremde und arteigene Individuen im Bereich des Nestes aggressiv verfolgt werden. Die Flughöhen liegen bei diesen Verhaltensweisen schwerpunktmäßig im Bereich zwischen 15 und 20 m und weisen eine hohe Streubreite mit Maximalhöhen von 50 bis 80 m auf, so dass auch Flüge über 20 m regelmäßig auftreten (Abb. 4-17).

Diese Flugtypen sind hinsichtlich des Kollisionsrisikos als konfliktträchtig anzusehen, da sie die Reichweite der Rotoren der meisten heutzutage betriebenen WKA erreichen können.

Balz- und Kreisflüge

Die größten Flughöhen und die größte Varianz wurden für die Balzflüge und dem sog. Kreisen ermittelt (Median 29 m, maximale Höhen > 300 m). Beide Verhaltensweisen traten oftmals gekoppelt auf, wobei sich die Flugfiguren der Balzflüge häufig aus Kreisflügen entwickelten. Die Flughöhen dieser Verhaltensweisen zeigten eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur, da die Vögel beim Kreisen Thermikströme nutzten, um sich in die Höhe zu schrauben (Abb. 4-18). So wurden Flughöhen von 50 m bei Temperaturen von mindestens 17 °C beobachtet, Höhen von mindestens 100 m traten ab 19 °C auf. Nach der Flughöhenverteilung ist diesem Flugverhalten das höchste Konfliktpotenzial zuzuordnen, allerdings werden insbesondere beim Auftreten von Thermik auch Flughöhen weit oberhalb der Reichweite der Rotoren von WKA erreicht (Abb. 4-17).



4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Abb. 4-17: Flughöhenverteilung differenzierter Flugverhaltensweisen (Mediane, Standardfehler sowie 25 und 75 % Quartile). Angegeben sind die Signifikanzniveaus der paarweisen Vergleiche der Flughöhen: n.s. = nicht signifikant; * = < 0,05, Mann-Whitney-U-Tests.

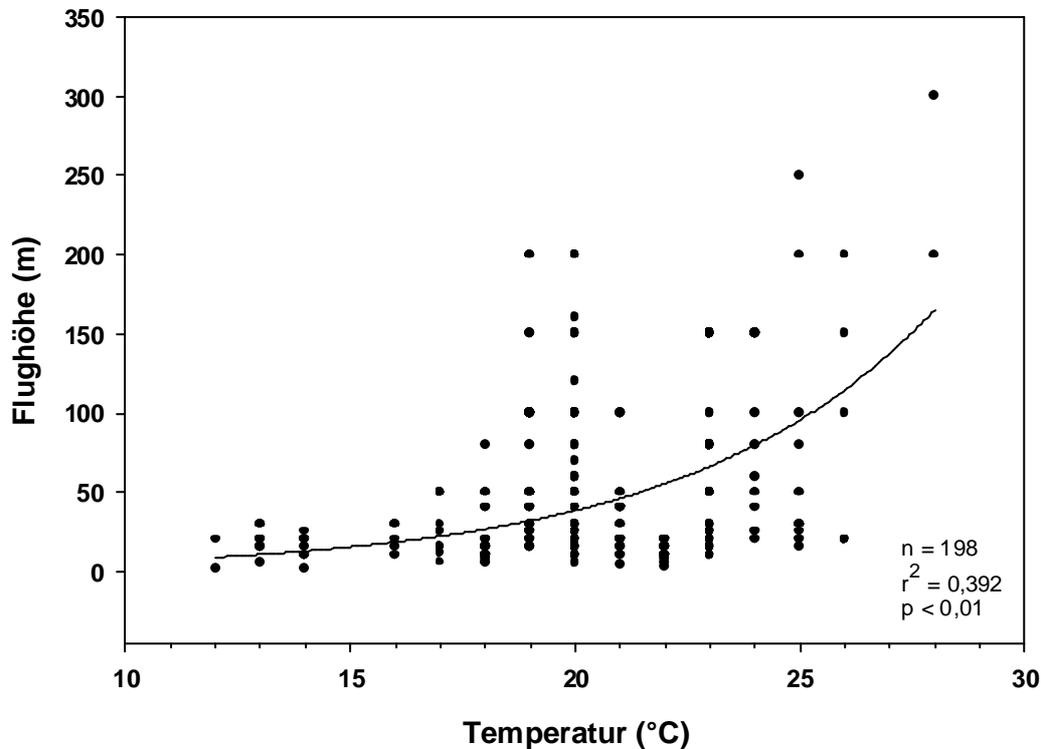


Abb. 4-18: Abhängigkeit der Flughöhen bei Balz- und Kreisflügen von der Außentemperatur.

4.1.8.4 Räumliche Verteilung der Flugaktivität

Zur Beurteilung des Kollisionsrisikos ist neben den Flughöhen auch die räumliche Verteilung der Flugaktivität zu untersuchen. Dabei ist insbesondere das räumliche Auftreten von konflikträchtigen Verhaltensweisen bzw. entsprechender Flughöhen von Bedeutung.

Die räumliche Verteilung der Flugaktivität der neun untersuchten Individuen bestätigt die anhand der Kernel-Analyse ermittelten Lage des Aktivitätszentrums im unmittelbaren Nestbereich im Zeitraum der Bebrütung und der Nestlingsperiode (Abb. 4-19). Im Abstrandsradius bis zu etwa 300 m erfolgt eine starke Konzentration der Flugaktivität, die wesentlich durch die Anflüge mit Beute, den Beuteübergaben, Fütterungen sowie der hohen Präsenz der Männchen im Nestbereich hervorgerufen werden. Mit steigender Entfernung vom Neststandort nimmt die flächenbezogene Flugaktivität deutlich und signifikant ab. Bereits im Bereich von > 300 bis 650 m Entfernung lagen nur noch 16 % der Flugminuten / ha, die innerhalb des 300 m Radius des Nestbereiches erreicht werden.

Insbesondere das Flugverhalten in kritischen Höhen von über 20 m ist sehr deutlich nestgebunden. Die Abb. 4-20 zeigt exemplarisch die Flugaktivität zweier Männchen und die Konzentration der Flughöhen über 20 m im Nestbereich. Außerhalb des 300 m – Radius ist der deutliche Abfall der Flugintensität und die Verteilung der Lokalisationen im Raum erkennbar (vgl. Abb. 4-19).

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

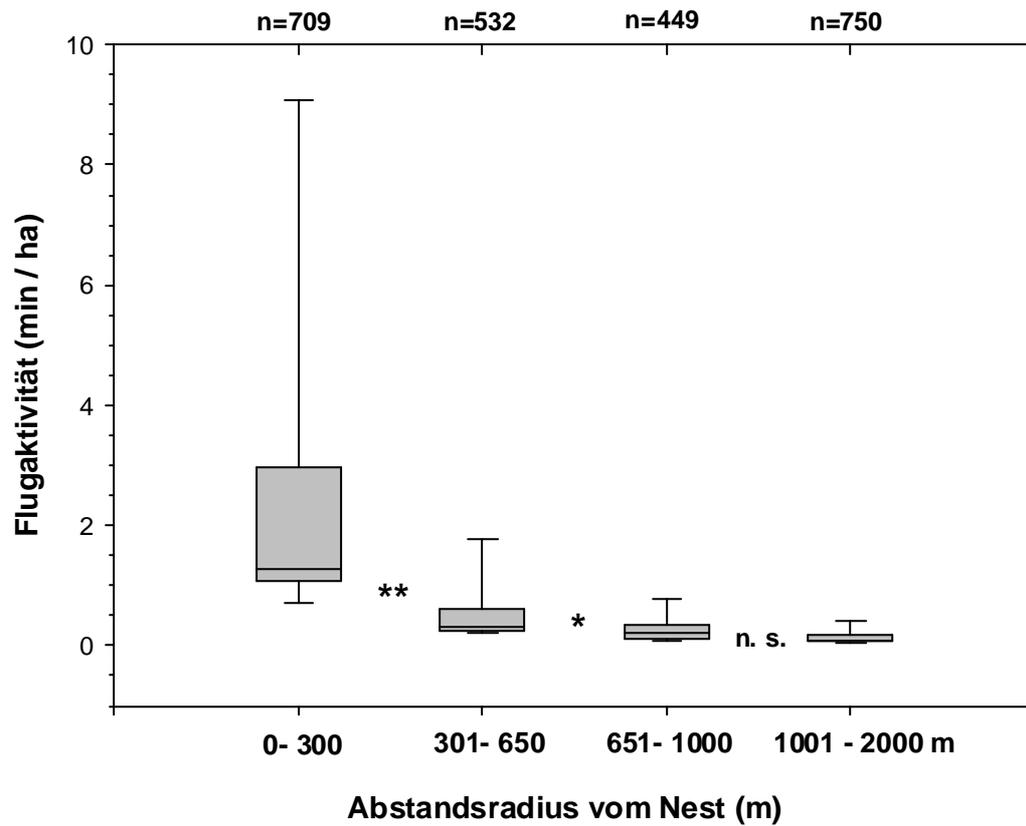


Abb. 4-19: Abhängigkeit der Flugaktivität (registrierte Flugminuten / ha) vom Entfernungsradius der Neststandorte. Angegeben sind die Signifikanzniveaus der paarweisen Vergleiche der Flugintensitäten: ** = $p < 0,01$, * = $p < 0,05$; n. s. = nicht signifikant; Mann-Whitney-U-Tests.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

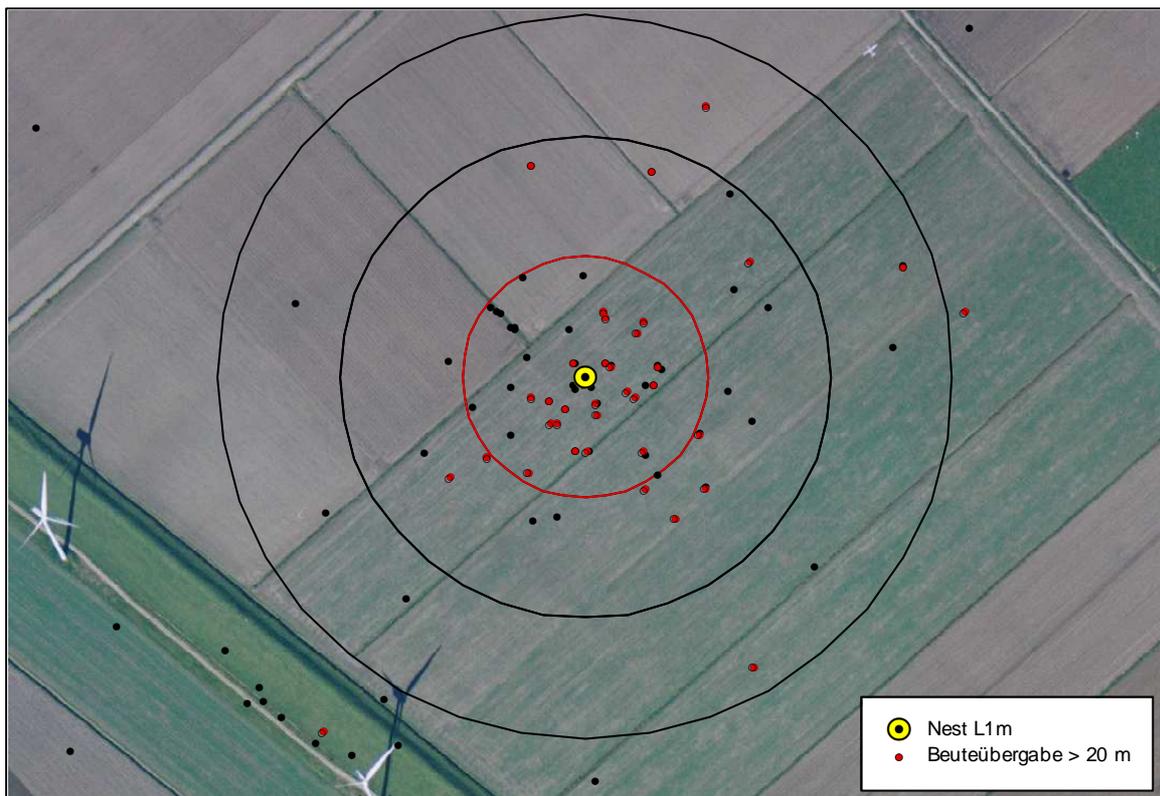
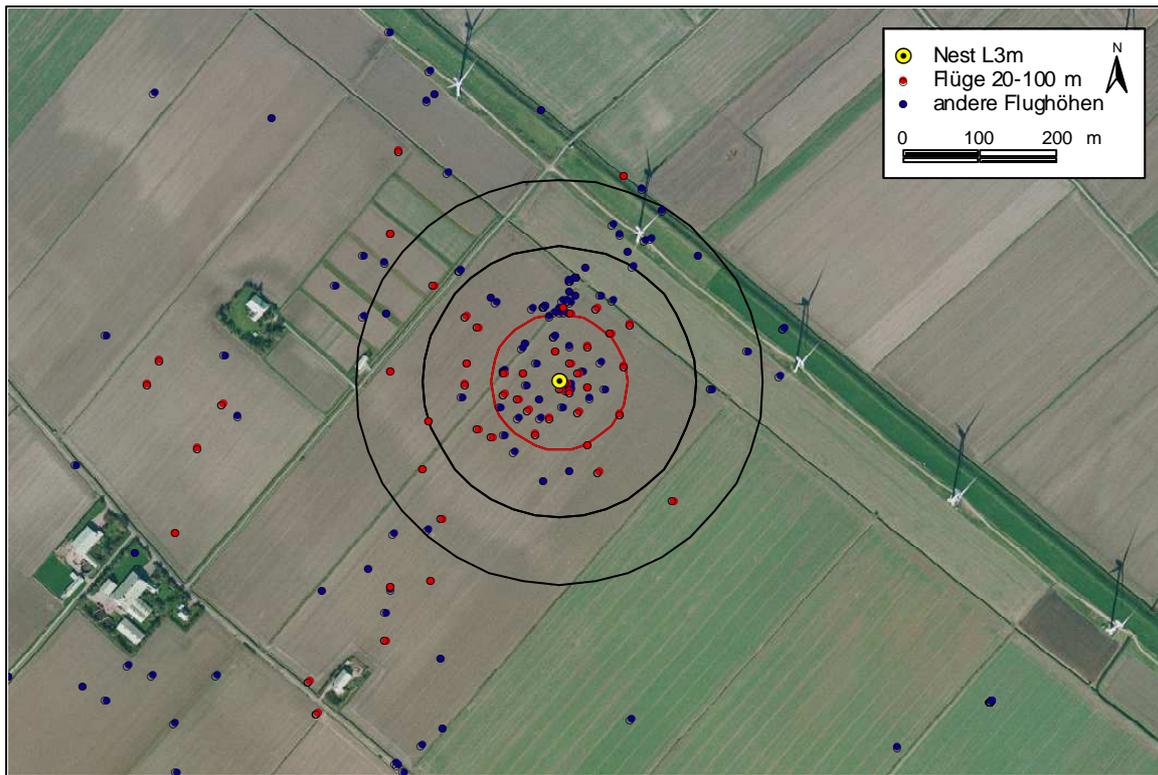


Abb. 4-20: Lokalisationen und Verteilung von Flughöhen mit > 20 m im Nestbereich bei zwei Männchen des UG Süd. Markiert sind die 100-, 200-, und 300 m Abstandsradien. Kartengrundlage: Google Earth 2012.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Das entfernungsabhängige Auftreten kritischer Flughöhen vom Neststandort wird in der kumulativen Darstellung der Flugaktivität deutlich (Abb. 4-21). Danach liegen die Entfernungen, innerhalb derer 50 % der gesamten Flugzeit in Höhen von 20-100 m liegen, bei den einzelnen Weihen in Abständen zwischen 182 und 497 m um die jeweiligen Nester. Der 50 %-Median von acht Vögeln lag bei 343 m (Tab. 4-6). Außerhalb dieser Entfernungsradien nahm die Häufigkeit kritischer Flughöhen stark ab und verteilte sich im Raum bis in Entfernungen von mehreren km (Abb. 4-21).

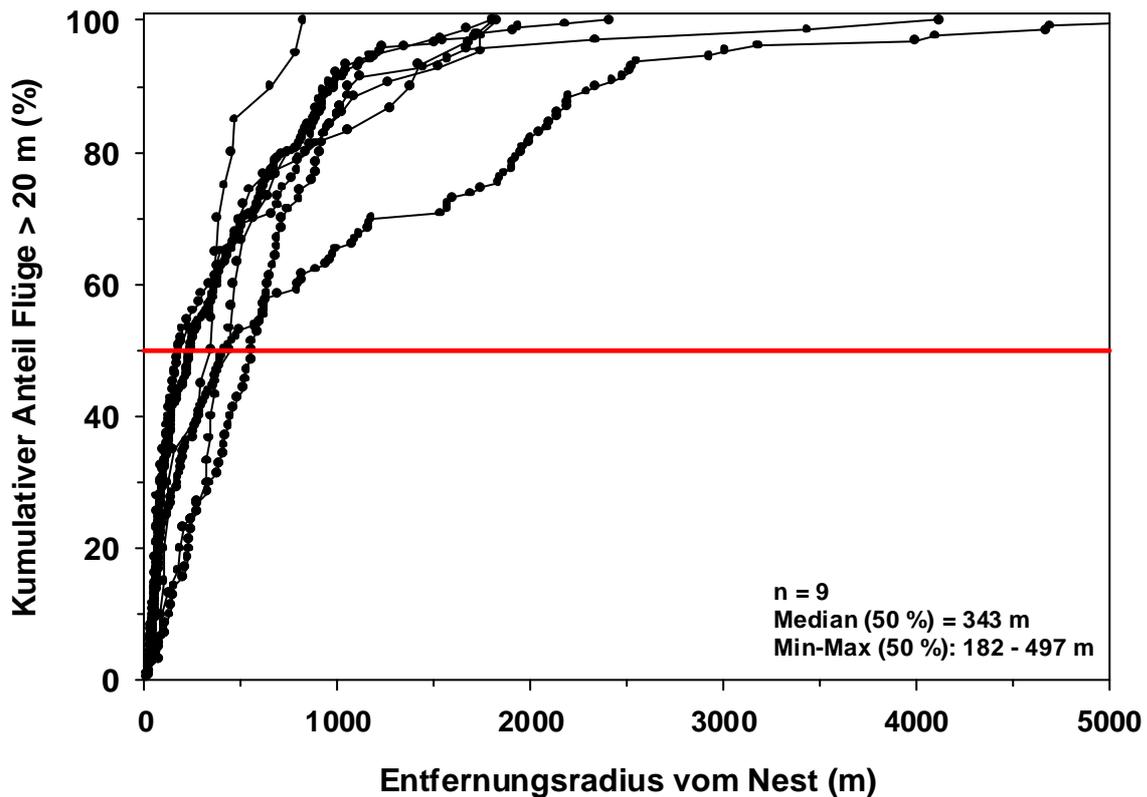


Abb. 4-21: Kumulative Darstellung der Entfernungen der Lokalisationen in Flughöhen von 20 bis 100 m um die Neststandorte. Als Bezugswert sind die Entfernungsradien angegeben, innerhalb derer 50 % der gesamten Flugminuten liegen.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Tab. 4-6: Entfernungsradien um die Neststandorte bei acht Vögeln, innerhalb derer 50 % der gesamten Flugzeit in Höhen von 20-100 m liegt.

Gebiet/Vogel	Geschlecht	Entfernungsradius mit 50 % Flugaktivität bei (m)
L1m 2007	M	311
L3m 2008	M	221
L1m 2008	M	497
FWL2m 2007	M	343
FWL1m 2008	M	182
L3w 2007	W	343
FWL2m 2008	M	404
FWL2w 2007	W	370
	Median:	343

4.1.9 Diskussion Flugverhalten und Kollisionsrisiko

Für die Wiesenweihe liegen in der Literatur bislang keine weiteren veröffentlichten Untersuchungen des Flugverhaltens und der Flughöhen vor. Die Verhaltensbeschreibungen von Clarke (1996) sowie in den Artkapiteln von Cramp & Simmons (1980), Glutz von Blotzheim & Bauer (1971), und Mebs & Schmidt (2006) bestätigen aber die wesentlichen Grundzüge der hier ermittelten Flugaktivität: Die Beutejagd erfolgt in geringen Flughöhen von überwiegend < 10 m. Größere Höhen werden im Wesentlichen bei den Balzflügen („Sky dancing“), den Beuteübergaben sowie dem Kreisen in der Thermik erreicht. Standardisiert erfasste Vergleichsdaten können immerhin für die nah verwandte Kornweihe (*Circus cyaneus*) herangezogen werden, die im Flugverhalten und der Jagdstrategie weite Überschneidungen mit der Wiesenweihe zeigt (Mebs & Schmidt 2006, Whitfield & Madders 2006a, b). Die Flughöhenverteilung der Kornweihe wurde unter anderem an acht verschiedenen Windkraft-Vorhabensstandorten in den USA gemessen (Übersicht in Whitfield & Madders 2006a). Wie bei der Wiesenweihe ergab sich auch bei der Kornweihe eine deutliche Bevorzugung geringer Höhen. Im Höhenbereich bis 25 m lagen an allen Standorten jeweils über 80 % der erfassten Flugsequenzen. Whitfield & Madders (2006a) schlüsselten die Flughöhen von jagenden Kornweihen in Schottland auf. Diese jagten in 70 bis 80 % der Beobachtungen unterhalb 2 m. Damit zeigen die ermittelten Flughöhen für die Wiesenweihe eine breite Übereinstimmung zur Kornweihe auf.

Zur Beurteilung des Kollisionsrisikos ist die Aufenthaltsdauer innerhalb des Höhenbereiches der Rotoren von WKA zu bestimmen (Band et al. 2007, Whitfield & Madders 2006a). Bei einer Rotorhöhe zwischen 20 bis 100 m als Referenzwert für WKA lagen in dieser Untersuchung 7 % der registrierten Flugminuten innerhalb des Gefährdungsbereiches. 63 % der Flugminuten lagen in Höhen bis 5 m, auf Höhen über 100 m entfielen lediglich knapp 3 %. Demnach findet der Hauptteil der Flüge von Wiesenweihen unterhalb der Rotoren der aktuell

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

in den UG eingesetzten WKA-Typen statt, so dass aufgrund dieser Ergebnisse zunächst ein allgemein geringes Kollisionsrisiko abzuleiten wäre. Die Differenzierung des Flugverhaltens und die Untersuchung der Verteilung der Flughöhen im Raum ergaben jedoch, dass das Kollisionsrisiko von der Lage der Neststandorte in Beziehung zu WKA abhängt. Konfliktrüchtige, da in Höhen der Rotorbereiche stattfindende Flüge (Balzflüge, Beuteübergaben, Kreisflüge, Interaktionen), konzentrieren sich auf die Nestumgebung. Bei den Einzelvögeln lagen 50 % der jeweils lokalisierten Flüge über 20 m im Mittel innerhalb eines Abstandsradius von 343 m (Median) um die Neststandorte, während mit zunehmender Entfernung die Flugaktivität im Raum stark abnimmt und überwiegend aus Jagdflügen in geringer Höhe besteht. Die konfliktrüchtigen Verhaltensweisen im Nestbereich treten zwar in bezug auf die gesamte Flugaktivität in relativ geringen Zeitanteilen auf, jedoch können diese über den gesamten Verlauf der Brutperiode hohe absolute Frequenzen erreichen (z. B. ca. 1.000 Beuteübergaben / Brutpaar / Saison). Aufgrund dieser Konzentration der Flugaktivität im Nestbereich ist die Entfernung zwischen WKA und dem Neststandort ein wesentlicher Parameter des Kollisionsrisikos. Angesichts des geringen Meidungsverhaltens der Wiesenweihe gegenüber WKA ist daher im Nestbereich ein erhöhtes Kollisionsrisiko gegeben. In Entfernungen von über 300 m sinkt die Flugaktivität und die mittlere Flughöhe deutlich ab, so dass für die weitere Peripherie des Aktionsraumes sowie in den vom Bruthabitat räumlich getrennten Nahrungsgebieten ein geringes Kollisionsrisiko abzuleiten ist. Bei der Beurteilung des Kollisionsrisikos individueller Brutpaare ist die hohe Varianz der Einzelvögel zu berücksichtigen, so dass die lokalen Lagebeziehungen von Neststandort, WKA und der bevorzugten Flugwege im Einzelfall zu überprüfen sind.

Die Kalkulation von Kollisionsraten der Wiesenweihe ist aufgrund der Verhaltensvariationen und der lokal unterschiedlichen Habitatparameter nicht möglich. Auch die mittlerweile zwei registrierten Kollisionsopfer der Fundkartei bundesdeutscher Kollisionsopfer (davon ein von uns 2008 markiertes und besendertes Männchen des UG Nord; Dürr 2013) lassen vorerst kaum Schlüsse auf die tatsächliche Kollisionsrate zu, da dieser Langstreckenzieher nur in der Vegetationsperiode (Mai bis August) in den Brutterritorien anwesend ist, und Kollisionsopfer in den überwiegend hoch aufgewachsenen Ackerflächen nur schwer aufgefunden werden können. Die Dunkelziffer von verunglückten Vögeln könnte daher bedeutsam sein. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass bislang kein auf das Vorkommen und die Anwesenheitsperiode der Wiesenweihe zugeschnittenes Kollisionsopfer-Untersuchungsprogramm existiert. Die beiden bisherigen Totfunde sowie die drei als wahrscheinliche Kollisionsopfer eingestuften Vögel der gesamtdeutschen Fundkartei (Dürr 2013) sind außerhalb der laufenden Kontrollprogramme mehr oder weniger zufällig gefunden worden.

Durch die hier vorgelegten detaillierten Telemetrie-Ergebnisse zum Flugverhalten ist zwar eine vergleichsweise hervorragende Datengrundlage für eine Implementierung in Kollisions-Modellen („Band-Modell“, Band et al. 2007) vorhanden, diese ermöglichen vorerst jedoch nur relative Vergleiche des Risikos unter verschiedenen Standortbedingungen, da der wesentliche Faktor zur Kalkulation von Opferraten, das Meidungsverhalten im Rotorbereich („avoidance rate“, Chamberlain et al. 2006) bislang nicht eindeutig bestimmbar ist (siehe Rasran et al. 2014). Grundlage dieser Bestimmung ist eine standardisierte Ermittlung von Kollisionsopfern, die aufgrund der eingeschränkten Fundbedingungen in der Vegetationsperiode für die Wiesenweihe nur eingeschränkt realisierbar ist (siehe oben) und aufgrund der Seltenheit dieser Art vermutlich erst über sehr lange Untersuchungszeiträume belastbare Ergebnisse erbringen wird.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Die Fundumstände der bisher gemeldeten Kollisionsopfer sowie der als vermutliche Kollisionsopfer eingestuften Individuen (Dürr 2013) unterstreichen die aufgrund der Telemetrie-Untersuchungen abgeleiteten Beurteilungen des Kollisionsrisikos. Danach sind offenbar besonders Männchen von einem Kollisionsrisiko betroffen, welche nach den vorgelegten Ergebnissen eine deutlich höhere Flugaktivität als die Weibchen zeigen. Die Fundorte und Fundzeitpunkte der Opfer bestätigen ferner, dass die Kollisionen während der Brutperiode vorzugsweise dort auftreten, wo Brutplätze in geringer Entfernung zu WKA liegen. Eines der beiden bisher nachgewiesenen Kollisionsopfer ist ein im Jahr 2008 im Rahmen dieses Projektes telemetriertes Männchen aus dem Untersuchungsgebiet Nord (FWL-Koog). Der Neststandort befand sich im Fundjahr 2010 ca. 250 m von der nächsten WKA entfernt. Ähnliche Lagebeziehungen galten auch für das im selben Jahr bei Petjenburg in Niedersachsen aufgefundene Männchen, das nach dem Obduktionsbefund des IWF Berlin durch ein Barotrauma am Rotorblatt getötet wurde (Dürr 2013).

Das besenderte polygyne Männchen aus dem UG Süd, das von uns am 22.06.2008 tot aufgefunden wurde, wird aufgrund des Obduktionsbefundes des IWF Berlin in der Fundkartei von Dürr (2013) als vermutliches WKA-Opfer geführt. Auch bei diesem Vogel befand sich das betreffende Nest am Fundort mit ca. 300 m relativ nahe der nächsten WKA. In diesem Fall konnten mögliche Kontakte dieses Vogels mit der nächstehenden WKA auch anhand von Telemetrie-Lokalisationen aus dem Zeitraum des vermutlichen Unfalls dokumentiert werden.

Einfluss von WKA-Typen auf das Kollisionsrisiko

Neben dem Standort der WKA beeinflusst auch die Dimensionierung der Anlage das Kollisionsrisiko für die Wiesenweihe. Da bei dieser Art die Flughöhenverteilung deutlich auf die Höhenbereiche unterhalb von 50 m konzentriert ist, bestimmt bei den aktuell verwendeten Anlagentypen insbesondere der untere Rotorbereich sowie die Höhe der unteren Rotorspitze zum Boden entscheidend das Ausmaß des Kollisionsrisikos.

Durch die Wahl höherer Masten bei gleichem Rotorradius kann die lichte Höhe unterhalb der Rotorspitze erhöht und damit das Konfliktpotenzial vermindert werden. Nach der Flughöhenverteilung der hier untersuchten Wiesenweihen wäre bereits durch eine Anhebung der Höhe der unteren Rotorspitze von 20 auf 30 m eine Reduktion der Flugaktivität (Aufenthaltsdauer) im Gefährdungsbereich des Rotors von etwa 50 % erreicht. Die Steigerung der Gesamthöhe der WEA (und die damit meist einhergehende Steigerung der überstrichenen Rotorfläche) bewirkt demgegenüber kein gesteigertes Konfliktpotenzial, weil der Luftraum über 100 m von der Wiesenweihe auch unter günstigen Bedingungen (z. B. bei starker Thermik) in Beziehung zur Gesamtmasse der Flugbewegungen während der Brutperiode nicht in quantitativ bedeutsamen Zeitanteilen genutzt wird. Demnach wäre bei Repowering-Vorhaben, bei denen kleine Anlagen durch solche mit größerem Höhenbereich unterhalb der Rotorspitze ersetzt werden, trotz einer Zunahme der überstrichenen Rotorfläche ein geringeres Kollisionsrisiko zu erwarten. Es erscheint allerdings fraglich, ob bzw. in wie weit sich derartige Unterschiede auch messbar auf das Kollisionsrisiko auswirken. So sind Kollisionen der Wiesenweihe nach wie vor relativ seltene und oft zufallsbedingte Ereignisse, die grundsätzlich an jeder WKA auftreten können. In Ostfriesland wurde z. B. eine Kollision eines Männchens festgestellt, direkt nachdem im Rahmen eines Repowerings kleine Anlagen durch größere,

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

nach den Dimensionen für Wiesenweihen günstigere Anlagen ersetzt worden waren (BAUM & BAUM 2011).

In vielen Gebieten des mittel- und süddeutschen Binnenlandes weichen die verwendeten Anlagentypen teilweise stark von denen in Schleswig-Holstein ab. Hier kommen mittlerweile häufig WKA zum Einsatz, deren untere Rotorhöhen von 60 bis über 80 m reichen. Unter diesen Bedingungen würde nur noch ein sehr geringer Anteil der Flugbewegungen der Wiesenweihen Schleswig-Holsteins den Gefährdungsbereich der drehenden Rotorscheibe erreichen (Mittelwerte für Balzflüge, Beuteübergaben, Interaktionen mit anderen Greifen und Beutetransportflüge jeweils um 20 m). Lediglich bei Balzflügen und Kreisflügen unter günstigen Thermikbedingungen nutzten Wiesenweihen regelmäßig auch größere Flughöhen, die jedoch geringe Zeitanteile der gesamten Flugaktivität einnehmen. Aufgrund von Einzelbeobachtungen liegen allerdings auch Hinweise vor, dass die Wiesenweihen in derartigen Binnenlandgebieten (z. B. Hellwegbörde, Mainfranken) möglicherweise höhere Flughöhen nutzen als an den Küsten (dies gilt jedoch nicht für das Jagdverhalten!), so dass das Kollisionsrisiko an diesen an sich „wiesenweihengünstigen“ Anlagendimensionen noch mit belastbaren Daten zum Flugverhalten aus diesen Gebieten abschließend zu belegen ist.

4.1.10 Zusammenfassende Schlussfolgerungen: Flugverhalten und Kollisionsrisiko

- Die Flughöhen der Wiesenweihe liegen zu 60 bis 70 % unterhalb von 10 m, der Gefährdungsbereich aktueller WKA (z. B. Rotor in 20-100 m bzw. 50-150 m) wird damit relativ selten erreicht.
- Die Flugaktivität in kritischen Höhen konzentriert sich am Neststandort: 50 % der Lokalisationen liegen innerhalb des Radius von 182 bis 497 m (Median 343 m) um das Nest.
- Aufgrund der hohen Flugaktivität und des geringen Meideverhaltens gegenüber WKA besteht im Bereich des Brutplatzes ein erhöhtes Kollisionsrisiko.
- Mit steigender Nestentfernung sinkt die Flugaktivität im Raum deutlich ab und verteilt sich innerhalb der Home-Ranges über Entfernungen von mehreren km. Aufgrund der überwiegenden Jagdflüge in Höhen unterhalb 10 m besteht in der Peripherie der Aktivitätsräume daher ein geringes Kollisionsrisiko.
- Die Entfernung zwischen Nest und WKA ist ein entscheidender Faktor des Kollisionsrisikos.
- Bei der Konfliktbewertung sind auch Flugkorridore zwischen Brut- und Nahrungsgebieten zu beachten. Hier kann es auch abseits der Neststandorte zu einer Konzentration von Flügen in konflikträchtigen Höhen (z. B. Beute-Transportflüge) kommen.

4.1.11 Habitatnutzung und -selektion

Als Bezugsgröße für das verfügbare bzw. erreichbare Habitatangebot wurden die Grenzen der 95 %-Kernel-Home Ranges zugrunde gelegt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Zur Analyse der Habitatnutzung wurden lediglich die mit der Beutejagd assoziierten Verhaltensweisen herangezogen, da nur diese eine Abhängigkeit zu den verschiedenen Habitattypen aufweisen. Andere Verhaltensweisen haben einen räumlichen Bezug zum Neststandort (z. B. Ruhen, Balzflug, Kreisflüge), treten aber unabhängig vom Habitattyp bzw. von der Flächennutzung auf. Für die Analyse wurden acht Vögel mit jeweils mehr als 50 auswertbaren Lokalisationen herangezogen.

4.1.11.1 Flächige Habitate/Nutzungstypen

In allen acht betrachteten Aktionsräumen nahmen Ackerflächen den weitaus größten Anteil ein (zwischen 43 und 91 %). Als wichtige Nahrungsareale waren Salzwiesen und/oder Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzung bzw. Nutzungsintensität in den Aktionsräumen (95 % Kernel Home-Ranges) enthalten. Für die Habitatanalyse wurden basierend auf den jeweiligen vorhandenen Flächenanteilen und der Summe verfügbarer Lokalisationen die folgenden Habitate bzw. Nutzungstypen kategorisiert:

- Acker
- Weide intensiv genutzt
- Weide extensiv genutzt
- Mähwiese
- Feuchtwiese (extensiv)
- Salzwiese

In Abb. 4-21 sind exemplarisch ein Aktionsraum eines Männchens sowie die Verteilung der Lokalisationen und der zum Vergleich herangezogenen Zufallspunkte auf die Habitattypen dargestellt.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

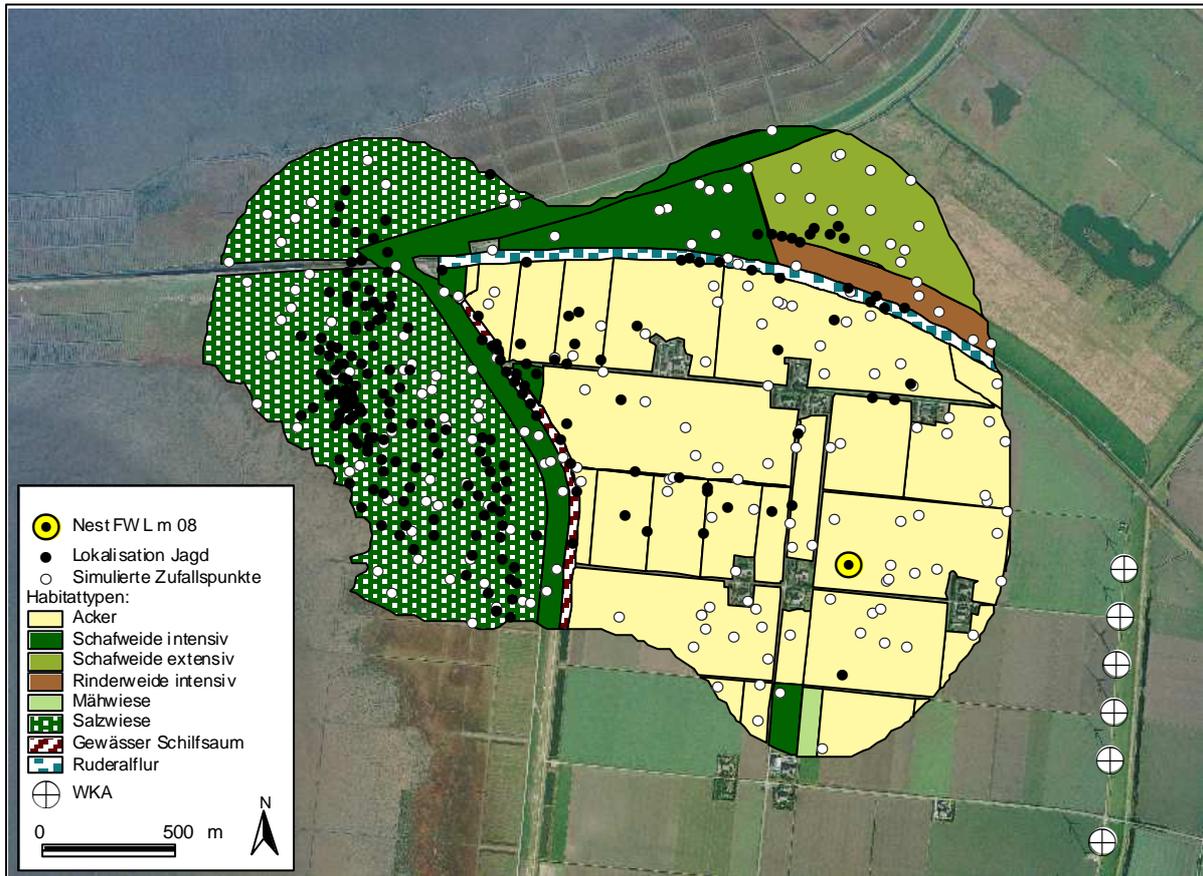


Abb. 4-21: Neststandort, Lokalisationen bei der Jagd, simulierte Zufalls-Lokalisationspunkte und Habitat-typen innerhalb des Home-Ranges des Männchens FWL2 (2008, UG Nord). Kartengrundlage Google Earth 2012.

Die Analyse der Euklidischen Distanz-Indices (nach Conner & Plowman 2001, Tab. 4-7) zeigt, dass die Distanzen der Lokalisationen von der erwarteten Distanzverteilung auf die Habitate abweichen (Mittelwerte der Quotienten für alle Habitate $\neq 1,0$). Dabei zeigen Index-Werte $< 1,0$ geringere Distanzen und damit eine Assoziation zum Habitat, Werte $> 1,0$ lassen aufgrund größerer Distanzen auf fehlende Habitatbindung bzw. Meidung schließen. Die untersuchten Habitatareale wurden demnach nicht proportional zum Flächenangebot genutzt (Tab. 4-7).

Die Wiesenweihen-Aufenthalte lagen im Mittel aller Vögel signifikant dichter zu Extensiv-Weiden ($\rho_{\text{Extensiv-Weide}} = 0,766 \pm 0,23$, $t_8 = -6,18$, $P < 0,01$) und zu Mähwiesen ($\rho_{\text{Mähwiese}} = 0,904 \pm 0,54$, $t_8 = -5,48$, $P < 0,01$).

Salzwiesen wiesen im Durchschnitt größere Distanzen zu Lokalisationen als erwartet auf ($\rho_{\text{Salzwiese}} = 1,55 \pm 0,671$, $t_8 = 1,63$, $P = 0,128$), da diese bei fünf der acht Vögel nicht oder nur zu kleinen Anteilen innerhalb des Home-Range lagen. Allerdings zeigten drei Vögel eine sehr starke Assoziation zu diesem Habitattyp (L1m, L3m, FWL2m mit Werten von jeweils $< 0,5$, Tab. 4-7). Stellvertretend für die Vögel mit einer Präferenz für Salzwiesen ist in Abb. 4-21 der Home-Range und die räumliche Verteilung der Lokalisationen bei der Jagd des Männchens FWL2 dargestellt. Charakteristisch ist, dass die Salzwiesen zwar gegenüber den Ackerflächen einen weitaus geringeren Flächenanteil innerhalb des HR einnehmen, die

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

Summe der Lokalisationen innerhalb dieses Habitattyps jedoch gegenüber einer flächenproportionalen Verteilung („Zufallspunkte“) deutlich erhöht ist. Weiterhin wird deutlich, dass durch die starke westliche Orientierung dieses Männchens zu den Salzwiesen die im Osten des Brutplatzes liegenden WKA nicht angefliegen wurden und somit nicht innerhalb des Kern-Home-Ranges lagen.

Feuchtwiesen kamen nur in zwei der acht untersuchten Home-Ranges vor, und zwar im UG Nord innerhalb des Naturschutzgebietes Rickelsbüller Koog. Auch hier ergaben die geringen Distanzen eine hohe Assoziation der Vögel zu diesem Habitat.

Zu Ackerflächen und Intensiv-Weiden wurden jeweils deutlich größere Distanzen als erwartet ermittelt. Lediglich das Weibchen L1w (2007) zeigte eine geringere Distanz als erwartet (siehe Tab. 4-7), da dieses lediglich die Ackerflächen in der unmittelbaren Nestumgebung zur Nahrungssuche nutzte. Wie die Habitatnutzung in Abb. 4-21 exemplarisch unterstreicht, wurden die Habitattypen Ackerflächen und Intensiv-Weiden trotz ihrer hohen Flächenanteile in den Home Ranges (zwischen 44 und 69 %) unterproportional genutzt.

Tab. 4-7: Präferenzindizes (Distanz-Quotienten von-Lokalisationen und Erwartungspunkten zu ausgewählten Habitattypen (Werte fett: Distanzen geringer als Erwartungswert, < 1,0, Präferenz). --- = Habitat nicht im Home Range vorhanden.

Vogel	Acker	Extensiv-Weide	Intensiv-Weide	Mähwiese	Feuchtwiese	Salzwiese
L1m 07	1,554	0,913	1,111	0,855	---	0,339
L1w 07	0,892	---	---	0,639	---	---
L3w 07	2,544	0,533	1,037	0,681	---	1,088
L1m 08	1,878	0,736	0,977	0,939	---	---
L3m 08	1,653	1,208	1,430	1,087	---	0,395
FWL2m 07	1,620	0,876	1,872	0,865	0,643	---
FWL2w 07	3,346	0,351	2,891	1,233	---	3,130
FWL1m 08	3,754	0,468	1,222	0,968	0,894	1,108
FWL2m 08	1,265	1,188	2,106	0,872	---	0,411
Mittel	2,056	0,766	1,648	0,904	---	1,550

4.1.11.2 Temporäre Habitate/Nutzung

In Tab. 4-7 wurde der Habitattyp „Mähwiese“ unabhängig vom Bearbeitungsstatus zusammengefasst. Die enge Assoziation von sieben der neun untersuchten Vögel beruhte im Wesentlichen auf der temporären Nutzung frisch gemähter Wiesen. Werden aus dem Gesamtdatensatz der Mähwiesen nur die der frisch gemähten Flächen selektiert, zeigt sich bei vier Vögeln mit ausreichender Datengrundlage (> 30 Lokalisationen) eine weitere Verringerung der Distanzen der Lokalisationen und damit eine stärkere Assoziation zu diesem Habitattyp

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

nach der Mahd (Tab. 4-8). Bei drei der vier Vögel war die Zunahme der Präferenz bzw. die Verringerung der Indices (=stärkere Assoziation) signifikant.

Die Mahd von Mähwiesen veranlasst Wiesenweihen, diese Flächen gezielt aufzusuchen und intensiv zu bejagen. Das führte in den Phasen der Mahd zu Jagdflügen von mehreren Kilometern zu Flächen, die teilweise weit außerhalb der Kernel-Home Ranges lagen. Die Nutzungsintensität auf diesen gemähten Flächen hält jedoch nur ein bis etwa drei Tage an. Diese Beobachtungen entsprechen denen bei Wiesenweihen in den Niederlanden (Trierweiler et al. 2010). In gleicher Weise verhalten sich auch Rotmilane (s. Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**; Mammen et al. 2014).

Tab. 4-8: Präferenzindices (Distanz-Quotienten von Lokalisationen und Erwartungspunkten) zu Mähwiesen vor und nach der Mahd bei vier Vögeln (Werte fett: Distanzen geringer als Erwartungswert, < 1,0, Präferenz).

Vogel	Vor der Mahd	Nach der Mahd	Unterschied (p, t-Test)
L1m 07	1,082	0,433	0,023
L3w 07	0,811	0,334	0,015
L3m 08	1,087	0,803	0,042
FWL1m 08	1,086	0,964	n.s.

Eine ähnliche Reaktion löste die **Ernte von Getreideflächen** aus, die mit der Wintergerste in der Phase der Nestlingsaufzucht beginnt. Auch hier kam es zu gezielten Anflügen teilweise mehrerer Kilometer entfernter Flächen nach Drescharbeiten. Der Datensatz ist allerdings für eine statistische Analyse dieser temporären Präferenz zu klein, die Reaktion der Vögel zeigt sich aber in einer auffälligen Konzentration von Lokalisationen auf derartigen Flächen, teilweise abseits der regelmäßigen Jagdgebiete bzw. Jagdrouten.

4.1.11.3 Linienhafte Habitate/Strukturen

Im Rahmen der Biotoptypenkartierung wurden, soweit möglich, alle erkennbaren Grenz- und Saumstrukturen innerhalb der untersuchten HR erfasst. Die Beobachtungen der besenderten Wiesenweihen hatten gezeigt, dass sie sich insbesondere bei der Jagd häufig entlang von Grenzlinien orientieren. Um zu prüfen, ob die Vögel innerhalb ihrer HR Grenzlinien bevorzugen, wurden gemäß der Methodik von Kap. 4.1.11 die Distanzen von Lokalisationen und Erwartungspunkten zur Gesamtheit vorhandener linearer Habitaten bzw. Habitatstrukturen untersucht. Dazu gehören Randlinien und Saumstrukturen zwischen Habitaten bzw. zwischen Teilflächen gleicher Nutzung bzw. Struktur, Schilfsäume an Gräben und Ufern sowie Ruderalsäume.

Wiesenweihen-Lokalisationen bei der Jagd (n = 1.785) lagen im Mittel aller Vögel deutlich dichter zu Grenzlinien im Home Range als erwartet ($\rho_{\text{Grenzlinien}} = 0,686 \pm 0,211$, $t_8 = -5,36$, P

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

< 0,01). Der geringe ρ -Quotient lässt auf eine ausgeprägte Präferenz für Grenzlinien bzw. Saumstrukturen schließen.

Werden aus den Habitattypen innerhalb der Home-Ranges nur die Ackerflächen selektiert, verstärkt sich dieser Effekt mit einer weiteren Verringerung der Distanzen gegenüber der Erwartung ($\rho_{\text{Acker-Grenzlinien}} = 0,504 \pm 0,262$, $t_8 = -8,08$, $P < 0,01$). Demnach sind die jagenden Vögel im Bereich der Ackerflächen besonders auf die Ausnutzung von Grenzlinien angewiesen, während die Flächen selbst durch den Aufwuchs der Kulturen weitgehend ungeeignet für die Jagd sind (mit Ausnahme von Kulturen mit geringem Deckungsgrad wie Rüben, Kartoffeln etc.).

Auch für den von sechs Vögeln bevorzugten Habitattyp Extensivweide ließ sich ein Grenzlinienneneffekt nachweisen, der allerdings schwächer ausfiel als für die Ackerflächen ($\rho_{\text{Ext.Weide-Grenzlinien}} = 0,815 \pm 0,322$, $t_5 = -4,31$, $P < 0,01$). Eine besonders starke Assoziation an Grenzlinien zeigte dabei das Weibchen FWL2 (2007) im UG Nord, das eine an die WKA-Reihe angrenzende Extensiv-Schafweide intensiv zur Beutejagd nutzte, woraus eine häufige Annäherung an die WKA resultierte (Abb. 4-22). Diese Extensiv-Weidefläche nahm 1,5 % der Home-Range-Fläche dieses Vogels ein, dort lagen jedoch 39,5 % ($n = 332$) der Lokalisationen.

In dem von vier Vögeln genutzten Jagdhabitat Salzwiese war dagegen keine Assoziation zu Grenzlinien erkennbar ($\rho_{\text{Salzwiese-Grenzlinien}} = 1,304 \pm 0,262$, $t_3 = -0,09$, $P < 0,19$). Vermutlich ist dies in der flächigen Verteilung der innerhalb der Salzwiesen bejagten Nester bzw. Jungvögel der Offenlandbrüter begründet, die eine flächendeckende Suche erfordert.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

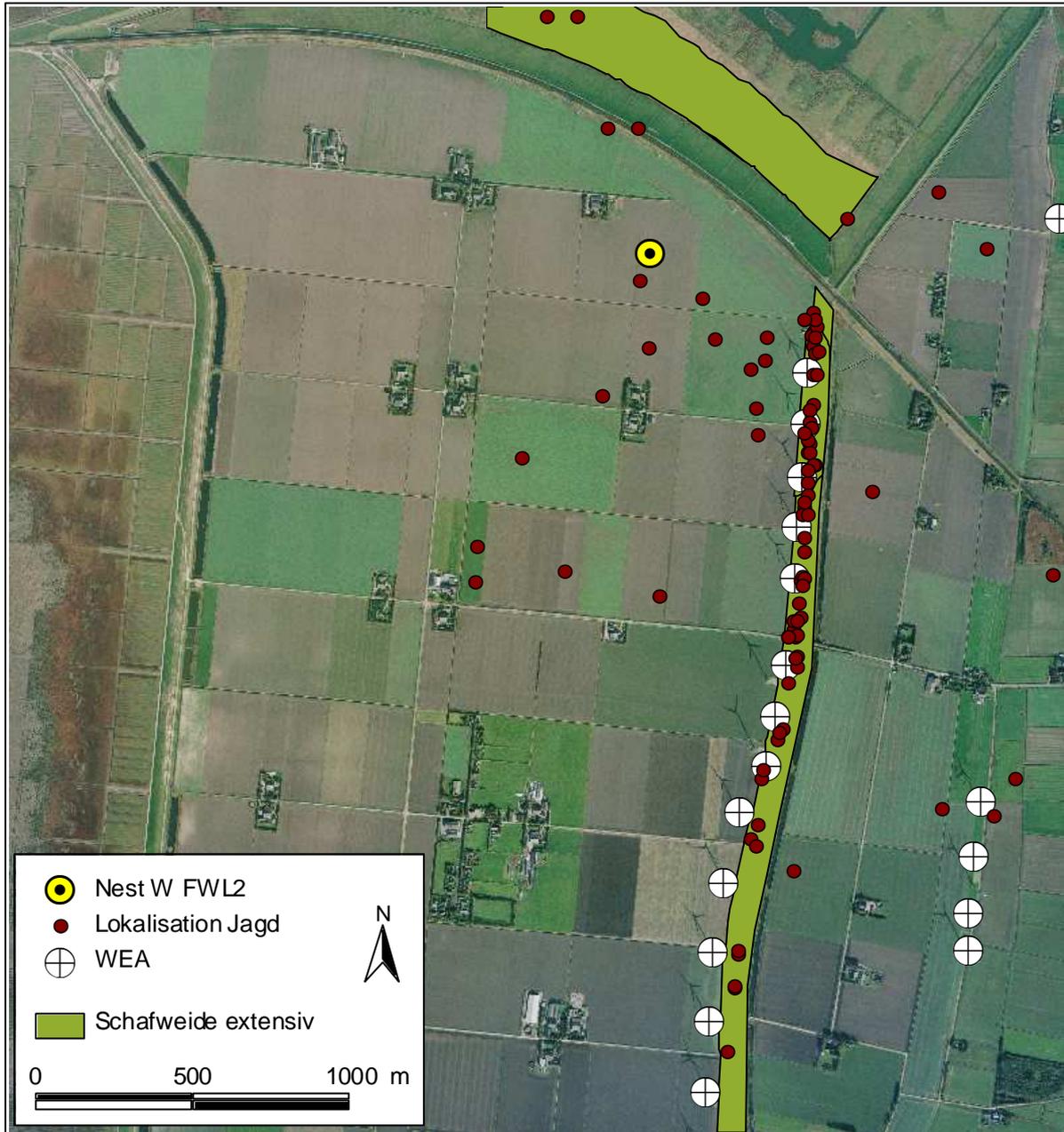


Abb. 4-22: Attraktionswirkung durch eine an die WKA-Reihe grenzende Extensiv-Schafweide (UG Nord): Lokalisationen des Weibchens FWL2 (2007) bei der Beutejagd. Kartengrundlage Google Earth 2012.

4.1.12 Diskussion Habitatnutzung, -selektion

Die Analysen der Habitatnutzung innerhalb des Home Ranges der Wiesenweihen ergaben eine deutliche Präferenz für extensiv genutzte Grünlandflächen. In den beiden Untersuchungsgebieten erlangten dabei die Extensiv-Schafweiden die größte Bedeutung, zumal extensiv genutzte Viehweiden in den Home Ranges nicht oder nur in größeren Entfernungen vom Brutplatz vorhanden waren. Je nach Angebot zeigten einzelne Vögel Präferenzen für weitere extensive Nutzungsformen, darunter Mähwiesen, Wiesenbrachen und Feuchtwiesen, die ausschließlich im Bereich des UG Nord (Naturschutzgebiet Rickelsbüller Koog) vorka-

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

men. Ein Männchen unternahm mehrere Ausflüge zu einem mehr als 10 km entfernten Truppenübungsplatz, und jagte dort auf verschiedenen Magerrasen- und Halbtrockenrasen-Gesellschaften.

Der Habitattyp „Salzwiese“ stellt schon aufgrund seiner räumlichen Beschränkung auf den Küstenbereich und der damit verbundenen eingeschränkten Verfügbarkeit einen Sonderfall dar. Auch strukturell unterscheidet sich dieses Habitat grundlegend von den anderen präferierten Typen. Die Weihen bevorzugen die küstennahen, nicht bzw. nur partiell beweideten Vorlandbereiche, die zum Nationalpark Wattenmeer gehören. Die Vegetationsstruktur ist hier deutlich höher, dichter und heterogener, als die der deichnahen, meist intensiv bis zur Grasnarbe abgefressenen Weiden. Zudem werden diese Flächen von einem weitläufigen System aus Prielen und Gräben durchzogen, die zur weiteren Erhöhung der Strukturvielfalt beitragen. Derartige Vegetationsformen, die strukturell mit der von mehrjährigen Ackerbrachen vergleichbar sind, sind für einen visuell nach Kleinsäußern jagenden Jäger suboptimal und werden von der Wiesenweihe ansonsten gemieden. Allerdings kommen Kleinsäuger in den unter Salzeinfluss stehenden Flächen nicht vor und die Weihen fokussieren ihre Jagd auf die Jungvögel der dort in sehr hohen Dichten auftretenden Wiesenbrüter (Rotschenkel, Austernfischer, Kiebitz, Feldlerche, Wiesenpieper). Dieses Habitat bietet offenbar während der gesamten Brutperiode ein reiches Beuteangebot und wurde auch in der Ausflugphase der Jungen (Anfang August) noch regelmäßig aufgesucht. Die Verfügbarkeit dieser Flächen hängt allerdings von der Entfernung zum Neststandort, den Konkurrenzbeziehungen zu anderen Wiesenweihen und vermutlich auch von individuellen oder geschlechtsspezifischen Präferenzen für bestimmte Jagdhabitats ab. So zeigte keines der Weibchen eine Präferenz für die Salzwiesen, und es wurden dort insgesamt nur wenige Aufenthalte von Weibchen registriert. Hinweise auf innerartliche nahrungsökologische Konkurrenz und Einnischung bei Wiesenweihen liefern die Arbeiten von Kitowski (2003) bei subadulten und adulten Männchen. Möglicherweise existieren auch bei Männchen und Weibchen (z. B. aufgrund des Größenunterschiedes, s. Garcia & Arroyo 2005) unterschiedliche Jagdstrategien, die zu einer Habitatseparation führen können. Dabei dürfte auch die Lage und Entfernung der geeigneten Jagdräume eine wichtige Bedeutung für die unterschiedliche Nutzung haben. Die Mindestentfernungen der Neststandorte (Aktivitätszentrum) zu den Salzwiesen lagen bei acht Vögeln zwischen 436 und 2.060 m. Bei den drei Reviervögeln mit einer Präferenz für Salzwiesen, lagen bis auf eine Ausnahme die Salzwiesen in geringerer Distanz (436, 1.205 sowie 1.469 m) als bei denen, die andere Habitats bevorzugten. Da Weibchen in der gesamten Brutperiode eine stärkere Nestbindung als Männchen aufweisen und sich im Durchschnitt in geringeren Distanzen zum Nest aufhalten, suchen diese bevorzugt Habitats in Nestnähe zur Nahrungssuche auf, wobei Entfernungen von mehr als 2 km meist nur bei Vorhandensein kurzfristig sehr günstiger Nahrungsquellen (Mahdflächen, Ackerstoppelflächen etc.) angefliegen werden.

Abseits der Salzwiesen zeigten die untersuchten Wiesenweihen eine deutliche Präferenz für kurzrasige Weiden, Wiesen- und Grünlandbrachen. Die Bevorzugung von geringen Vegetationshöhen zeigte sich besonders anhand der intensiven Nutzung frisch gemähter Wiesen, die in einer kurzen Periode von ein bis maximal drei Tagen intensiv bejagt und teilweise aus großer Entfernung gezielt angefliegen wurden. Die in allen Revieren vorkommenden intensiv genutzten Vieh- und Schafweiden erscheinen aufgrund ihrer gleichfalls geringen Wuchshöhe zwar strukturell für die Jagdstrategie der Wiesenweihe geeignet zu sein, wurden jedoch von keinem der Vögel überproportional genutzt. Diese Flächen verfügen vermutlich nicht über ein

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

ausreichendes Angebot an Kleinsäufern und Brutvogelarten. Die bei dieser Untersuchung festgestellten Habitatpräferenzen im Agrarbereich (abseits der Salzwiesen) der Wiesenweihen stimmen mit den Ergebnissen der Telemetriestudie aus den Niederlanden sehr weitreichend überein, in deren Rahmen auch das Beuteangebot verschiedener Habitats anhand von Fallenfängen von Kleinsäufern untersucht worden ist (Trierweiler et al. 2010). Dies unterstreicht, dass die vorliegende Untersuchung mit dem Vorhandensein von Salzwiesen gegenüber vielen anderen Brutgebieten Deutschlands und der Niederlande zwar eine Sonder-situation darstellt, dass jedoch die hier gewonnenen Ergebnisse zur Habitatwahl und zu abgeleiteten Habitatmaßnahmen im Agrarraum durchaus auf andere Brutgebiete übertragbar sind.

4.1.13 Habitatmanagement, Vermeidungsmaßnahmen

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Telemetriestudie hat BioConsult SH im Nordteil des Untersuchungsgebietes Süd (Sönke-Nissen-Koog, Louisenkoog) ein Modellkonzept zum Habitatmanagement der Wiesenweihe entwickelt, das im Zuge zukünftiger Windparkplanungen in Konfliktgebieten Anwendung finden soll. Ziel dieses Konzeptes ist die Verlagerung der Brutstandorte abseits des Wirkungsbereiches von WKA (Vermeidung Kollisionsrisiko), sowie die Steuerung der Flugaktivität entlang angelegter geeigneter Nahrungsflächen bzw. Randstreifen in die wichtigen Nahrungsgebiete der Salzwiesen und des Extensiv-Grünlandes. Der dazu benötigte Flächenpool wird im Rahmen von Vermeidungsmaßnahmen (Ackerflächen als Bruthabitats) sowie von Kompensationsmaßnahmen (Grünlandflächen aus Flächenausgleich, Nahrungshabitats) in einem räumlich definierten Areal (Projektgebiet) zur Verfügung gestellt. Innerhalb dieses Projektgebietes sollen in einem Zeitraum von 20 Jahren in Anpassung an das variable Brutverhalten der Weihen Management-Maßnahmen auf wechselnden Teilflächen durchgeführt werden. Auf den Ackerflächen sind auch Experimente zur Akzeptanz verschiedener alternativer Getreidearten bzw. Vegetationstypen als Bruthabitat geplant. Das Managementkonzept umfasst folgende Hauptkomponenten, die sich am Brut- und Jagdverhalten der Wiesenweihen ausrichten

- 1) Verzicht auf den Anbau von als Bruthabitat geeigneten Feldfrüchten (in erster Linie Wintergerste) im Nahbereich von WKA (300 m Radius aufgrund der festgestellten hohen Flugaktivität in diesem Bereich um die Neststandorte).
- 2) Gezielter Anbau von Gerste bzw. weiterer strukturell geeigneter Getreidesorten als Bruthabitat auf wechselnden Agrarflächen außerhalb von Windparkflächen (> 300 m zu WKA) und in Nähe der bestehenden bzw. hergestellten Hauptnahrungsgebiete.
- 3) Anlage von geeigneten kleinparzelligen Grünlandflächen als Nahrungshabitats mit entsprechenden Extensivierungs- und Pflegemaßnahmen im Umgebungsbereich der Brutstandorte (Distanz maximal 2 km).
- 4) Anlage bzw. Ausbau von Ackerrandstreifen bzw. linearen Gewässersystemen mit Randstreifen (Gräben, Sielzüge mit Ufersäumen) zwischen Brut- und Hauptnahrungshabitats.

Aufgrund der zumindest jährweise deutlichen Präferenz für Wintergerste als Brutplatz und von linearen Strukturen als Nahrungshabitat bzw. Leitlinie bei der Nahrungssuche wird durch

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

die Anwendung des Managementkonzeptes eine effektive Verlagerung von Brut- und Nahrungsgebieten außerhalb des Gefährdungsbereiches von WKA sowie durch die räumliche Bindung von Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen innerhalb des Brutgebietes (Nahrungshabitate) eine Verbesserung der Habitatqualität für die Wiesenweihe erwartet.

4.1.14 Literatur

- Arroyo, B., Mougeot, F., Pinilla, A, Crystal, F. & A. Guerrero (2009): Home Range Sizes and Foraging Habitat Selection in the Montagu's Harrier (*Circus pygargus*): Implications for Conservation Management. Proc. Raptor Research Foundation Annual Conference, Sept 29 – Oct 4, 2009. Pitlockry, Scotland.
- Band, W. (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: Luca, M. de, Janss, G.F.E. & M. Ferrer: Birds and Wind Farms – Risk Assessment and Mitigation. Quercus, Madrid. 275 pp.
- Barrios, L. & Rodriguez, A. (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, **41**, 72-81.
- Baum, R. & Baum, S. (2011): Wiesenweihen in der Falle. Beobachtungen in einem ostfriesischen Windpark. *Falke* 58: 230-233.
- Belting, C. & R. M. Krüger (2002): Populationsentwicklung und Schutzstrategien für die Wiesenweihe *Circus pygargus* in Bayern. *Ornithologischer Anzeiger* 41:87-92.
- BirdLife International (Hrsg., 2004): Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status. Bird Life Conservation Series No. 12. Cambridge.
- Bright, J.A., Langston, R. H. W., Bullman, R., Evans, R. J., Gardner, S, Pearce-Higgins, J. & Wilson, E. (2006): Bird Sensitivity Map to provide locational guidance for onshore wind farms in Scotland. RSPB Research Report No 20.
- Chamberlain, D. E., Rehfisch, M., Fox, A., Desholm, M. & Anthony, S. J. (2006): The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis* 148: 198-202.
- Clarke, R. (1996): Montagu's Harrier. Arlequin Press, Chelmsford, Essex, UK.
- Conner, L.M. & Plowman, B. W. (2001): Using Euclidean distances to assess nonrandom habitat use. In: Millsbaugh, J.J. & Marzluff, J.M. (Hrsg.): Radio Tracking and Animal Populations. Academic Press, New York. 474 pp.
- Conner, L.M., Smith, M.D. & Burger, L.W. (2003): A comparison of distance based and classification-based analysis of habitat use. *Ecology* 84: 526-531.
- Cramp, S. & Simmons, K. E. L. (Hrsg., 1980): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. II. Oxford University Press, Oxford. 695 pp.
- De Voogd, M. (2004): Hunting Yield and Habitat Use in the Montagu's Harrier. Master Thesis. University of Groningen, NL.
- Dürr, T. (Bearb., 2013): Vogelverluste an WKA in Deutschland und Fledermausverluste weltweit. Summe der Funde seit 1989. Stand April 2013. Daten aus Archiv Staatliche Vogelschutzwarte LUA Brandenburg.
- Gahrau, C. (2011): Untersuchungen zur Brutbiologie der Wiesenweihe (*Circus pygargus*) in Schleswig-Holstein. Bachelor Arbeit Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

- Garcia, J. T. & Arroyo, B. E. (2005): Food-niche differentiation in sympatric Hen *Circus cyaneus* and Montagu's Harriers *Circus pygargus*. *Ibis* 147: 144-154.
- Glutz von Blotzheim, U. & Bauer, K.M. (Hrsg., 1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd.4:Falconiformes. Aula Verlag, Wiebelsheim.
- Höntschi, K. (2004): Der Kleinspecht. Autökologie einer bestandsbedrohten Vogelart im hessischen Vordertaunus. Dissertation Fachbereich Biologie und Informatik, Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt/M. M.-G.-Schmitz-Verlag, Kelkheim.
- Joest, R., Griesenbrock, B. & Illner, H. (2014): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* in der Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen. In: Hötcker, H., Krone, O. & Nehls, G.: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.
- Kenward, R.E. (Hrsg.,2001): A Manual for Radio Tagging. Academic Press, New York-San Diego-Sydney-San Francisco. 311 pp.
- Liminana, R., Soutullo, A., Urios V. & Surroca, M. (2006): Vegetation height selection in Montagu's Harriers *Circus pygargus* breeding in a natural habitat. *Ardea* 94: 280–284.
- Mammen, K., Mammen, U. & Resetariz, A. (2014): Rotmilan. In: Hötcker, H., Krone, O. & Nehls, G.: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.
- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006): Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Kosmos, Stuttgart, 495 pp.
- Millon, A., Bourrioux, J.L., Riols, C. & Bretagnolle, V. (2002): Comparative breeding biology of Hen Harrier and Montagu's Harrier: an 8-year study in north-eastern France. *Ibis* 144: 94-105.
- Millsbaugh, J.J. & Marzluff, J.M. (Hrsg. 2001): Radio Tracking and Animal Populations. Academic Press, New York. 474 pp.
- Neu, C.W., Byers, C.R. & Peek, J.M. (1974): A technique for analysis of utilization availability data. *Journal of Wildlife Management* 38: 541-545.
- O'Donoghue, B., O'Donoghue, T. A. & King, F. (2011): The hen harrier in Ireland: Conservation issues for the 21st century. *Biology and Environment: Proc. Royal Irish Academy* 111B (2011).
- Pürkhauer, C., Hoh, E., Klein, H., Krüger, R., Leuchs, O. & Pauldrach, G. (2009): Einsatz für die Wiesenweihe. *Falke* 56: 419-425.
- Rasran, L., Grajetzky, B., Mammen, U. (2014): Berechnungen zur Kollisionswahrscheinlichkeit von territorialen Greifvögeln mit Windkraftanlagen. In: Hötcker, H., Krone, O. & Nehls, G.: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.
- Salomolard, M. (1997): Utilisation de l'espace par le Busard cendre *Circus pygargus*: Superficie et distribution des zones de chasse. *Alauda* 65: 307-320.

4.1 Telemetrische Untersuchung von Wiesenweihen

- Schmüser, H. & Gahrau, C. (2011): Artenschutzprojekt Wiesenweihe (*Circus pygargus*) des Landes Schleswig-Holstein. Abschlussbericht zur Brutperiode 2010. I. A. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.
- Swihart, R.K. & Slade, N.A. (1997): On testing for independence of animal movements. *J. Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 2: 48-63.
- Trierweiler, C., Drent, R.H., Komdeur, J. & Koks, B.J. (2010): Home range size and habitat selection of the endangered Montagu's harrier *Circus pygargus* in NW-Europe: implications for conservation. In: Trierweiler, C.: *Travels to feed and food to breed: The annual cycle of a migratory raptor, Montagu's harrier, in a modern world*. Dissertation Universität Groningen, NL.
- White, G.C. & Garrott, R.A. (1990): *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, Inc., San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto.
- Whitfield, D. P. & Madders, M. (2006a). Flight height in the Hen Harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. *Natural Research Information Note 2*. Natural Research Ltd., Banchory, UK.
- Whitfield, D. P. & Madders, M. (2006b). A review of the impacts of wind farms on the Hen Harrier *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. *Natural Research Information Note 1*. Natural Research Ltd., Banchory, UK.
- Worton, B.J. (1989): Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology* 70: 164-168.

4.2 Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* in der Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen

Ralf Joest, Bastian Griesenbrock, Hubertus Illner

Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU), Biologische Station Soest, Teichstraße 19, 59505 Bad Sassendorf Lohne

4.2.1 Einleitung

Die Hellwegbörde ist neben den Mainfränkischen Platten und den Ost- und Nordfriesischen Marschen eines der bedeutendsten traditionellen Brutgebiete der Wiesenweihe in Deutschland. Seit Beginn der 1990er Jahre brüteten hier jährlich zwischen 17 und 44 Paare. Auf Grund der besonderen Bedeutung der Hellwegbörde für den Brutbestand der Wiesenweihe, aber auch für weitere Brutvögel der offenen Agrarlandschaft wie z. B. den Wachtelkönig sowie für durchziehende Arten wie Rotmilan, Kiebitz und Goldregenpfeifer wurde das Gebiet vom Land Nordrhein-Westfalen im Jahr 2004 als Europäisches Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Gleichzeitig gehört die Hellwegbörde auf Grund der offenen Landschaft und der günstigen Lage am Nordrand der Mittelgebirge zu den für die Nutzung der Windenergie besonders geeigneten Gebieten. Seit Anfang der 1990er Jahre wurden in der Hellwegbörde etwa 270 Windenergieanlagen (WKA) aufgestellt, darunter einzelne Windparks mit über 20 Anlagen, die z. T. in räumlicher Nähe zu Kerngebieten der Brutverbreitung der Wiesenweihe in der Hellwegbörde liegen. Es besteht weiterhin ein Konfliktpotential zwischen der Nutzung der Windenergie und dem Schutz der Wiesenweihe in der Hellwegbörde, wie verschiedene Bauanträge für WKA in den letzten Jahren zeigen.

Aufgabe dieser Studie ist es, mögliche Auswirkungen der Errichtung von WKA auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde zu untersuchen. Dafür wurden Daten aus dem Zeitraum 1993 bis 2007 ausgewertet, für den durch jährliche, flächendeckende Kartierungen die Anzahl und Lage der Wiesenweihen-Nester bekannt waren. Im Hintergrund stand dabei die Frage, ob es durch die Errichtung von WKA in diesem Zeitraum zu einem Verlust an von der Wiesenweihe als Bruthabitat nutzbarer Fläche gekommen ist. Sonstige mögliche Wirkungen von WKA auf die Wiesenweihe, etwa die Wahl von Jagdgebieten, das Jagdverhalten oder das Kollisionsrisiko, können im Rahmen der vorliegenden Studie nicht untersucht werden. Durch Überlagerung der Neststandorte der Wiesenweihe und der Standorte der WKA in einem geographischen Informationssystem soll der Einfluss der WKA auf die räumliche Verteilung der Nester und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe untersucht werden. Dabei wurden verschiedene, sich ergänzende methodische Ansätze verfolgt.

Zunächst wird die Entwicklung der Nutzung der Windenergie und des Bestandes der Wiesenweihe innerhalb des Gesamtgebietes der Hellwegbörde beschrieben. Anschließend soll geprüft werden, ob es innerhalb des Untersuchungsgebietes einen Zusammenhang zwi-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

schen der Zahl der WKA und der Zahl der Nester der Wiesenweihe gab. Es soll weiterhin für ausgewählte Teilgebiete, in denen Windparks in räumlicher Nähe zu vorher besetzten Brutgebieten der Wiesenweihe errichtet wurden, durch einen Vergleich der Verteilung der Nester vor und nach der Errichtung der Anlagen untersucht werden, wie sich die Anlagen auf die spätere Ansiedlung von Wiesenweihen ausgewirkt haben. In einem weiteren methodischen Ansatz soll untersucht werden, ob Wiesenweihen bei der Wahl ihrer Nistplätze die räumliche Nähe zu WKA meiden und welche sonstigen landschaftlichen Faktoren die Nistplatzwahl beeinflussen.

4.2.2 Status und Schutz der Wiesenweihe in der Hellwegbörde

Die Wiesenweihe ist eine nach europäischem Recht besonders geschützte Vogelart (Anhang I, EU-Vogelschutzrichtlinie, 79/409/EWG). Auf der aktuellen Roten Liste Deutschlands wird sie als „stark gefährdet“ (Südbeck et al. 2007), auf der des Landes Nordrhein-Westfalen als „vom Aussterben bedroht“ (Sudmann et al. 2009) eingestuft. Der bundesweite Bestand von etwa 450 Brutpaaren (Stand 2005: 410-470, Südbeck et al. 2007) konzentriert sich auf die Mainfränkischen Platten in Bayern, die küstennahen Niederungen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, die Hellwegbörde in Nordrhein-Westfalen sowie die Bundesländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt (Boschert 2005, Mebs & Schmidt 2006).

Das Brutvorkommen in Nordrhein-Westfalen konzentriert sich auf die Hellwegbörde, einer intensiv ackerbaulich genutzten Bördelandschaft am Südrand der Westfälischen Bucht (NWO 2002). Dieses Brutvorkommen der Wiesenweihe in der Hellwegbörde ist seit mindestens den 1920er Jahren bekannt (Peitzmeier 1969). Ausgehend von wenigen Paaren in den 1960er Jahren kam es ab den 1970er Jahren dank intensiver Schutzmaßnahmen für die Getreidebruten (Vermeidung von Ernte bedingten Verluste, siehe unten) zu einem stetigen Bestandsanstieg, so dass Ende der 1980er Jahre etwa 20 Brutpaare in der Hellwegbörde brühten. In den 1990er Jahren stieg Bestand dank anhaltender Schutzbemühungen und begünstigt durch ein größeres Nahrungsangebot durch Schaffung zahlreicher Ackerbrachen im Zuge der EU-Flächenstilllegung auf ein Niveau von durchschnittlich etwa 35 Brutpaare an (Glimm et al. 2001). Etwa seit der Jahrtausendwende ist, parallel zum Rückgang der stillgelegten Ackerflächen, eine rückläufige Tendenz des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde erkennbar (Illner 2008).

Die natürlichen Brutplätze der am Boden brütenden Wiesenweihe werden als Moor- und Verlandungsgesellschaften der Niederungen beschrieben (Bauer et al. 2005, Mebs & Schmidt 2006). Nach dem Verlust großer Feuchtgebiete in Mitteleuropa besiedelt die Wiesenweihe inzwischen fast europaweit überwiegend die ackerbaulich genutzte Agrarlandschaft (Bauer et al. 2005, Mebs & Schmidt 2006). Die Nester werden hier überwiegend in Wintergetreidefeldern, zum größten Teil in Wintergerste, angelegt. Viele Bruten sind durch den Einsatz landwirtschaftlicher Erntemaschinen gefährdet, weil die Jungvögel zum Zeitpunkt der Ernte oft noch nicht flügge sind. Dieser Umstand erfordert die Durchführung spezieller Schutzmaßnahmen, wie sie in der Hellwegbörde lange Tradition haben. In den 1960er Jahren begann die Sicherung der Bruten durch ehrenamtlich tätige Ornithologen. Seit 1993 wird der Schutz, gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen, im Rahmen des „Weihenschutzprogramms“

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

von der Biologischen Station der Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU) durchgeführt (Glimm et al. 2001).

4.2.3 Untersuchungsgebiet

4.2.3.1 Lage

Das 1013 km² große Untersuchungsgebiet (UG) Hellwegbörde liegt an der Grenze des norddeutschen Flachlandes zum Nordrand des nordrhein-westfälischen Mittelgebirges (Koordinate Nordstrand 51°46 N, 8° 46 E). Es erstreckt sich mit einer Breite von ca. 5 bis 30 km über eine Länge von 77 km von Unna im Westen bis Paderborn im Osten (Abb. 4-23 u. 24). Das UG ist eine durch intensiven Ackerbau geprägte Landschaft entlang der heutigen Bundesstraße 1. Im UG nimmt die Meereshöhe gleichmäßig von ca. 70 m ü. NN im Norden auf maximal 410 m ü. NN im Süd-Osten zu. Die nördliche Begrenzung bildet das Münsterland bzw. die Niederung der Lippetalung. Im Westen wird das UG durch den Ballungsraum Ruhrgebiet begrenzt. Durch die Täler der Flüsse Ruhr und Möhne im Süden und Alme im Osten findet das UG seine natürliche Begrenzung. Politisch liegt das UG überwiegend im Regierungsbezirk Arnsberg. Dabei nimmt der Kreis Soest mit ca. 75 Prozent den flächenmäßig größten Teil ein. Danach folgen der Kreis Unna im Westen mit ca. 17 Prozent und der Kreis Paderborn im Osten mit sieben Prozent. Der Anteil des Hammer Stadtgebietes im Nordwesten liegt unter einem Prozent.

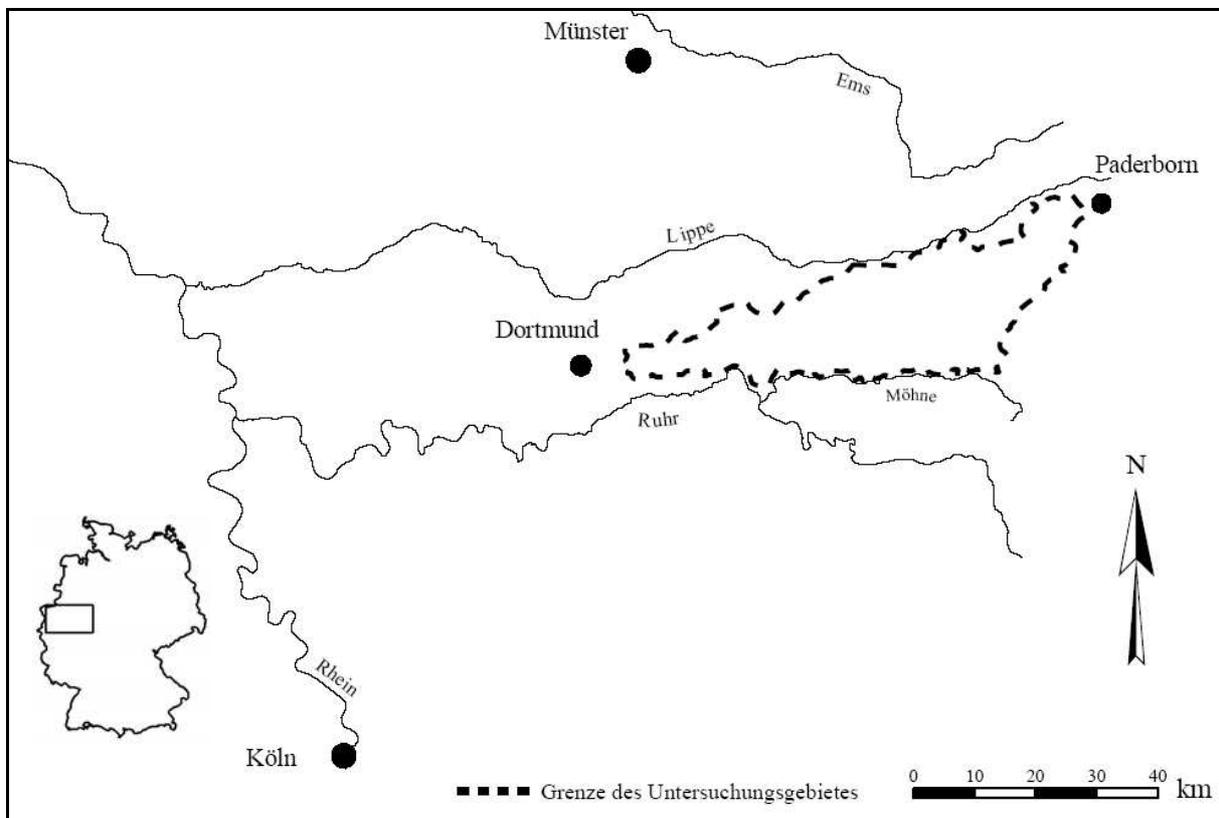


Abb. 4-23: Lage des Untersuchungsgebiets Hellwegbörde.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

4.2.3.2 Naturräumliche Gliederung

Die Abgrenzung des UG folgt den Grenzen der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Bürgener 1963a, 1963b, Meisel 1959, 1960) und umfasst das Hauptverbreitungsgebiet der Wiesenweihe in NRW (Glimm et al. 2001, NWO 2002). Das UG liegt im Naturraum Westfälische Tieflandsbucht (54) und deckt sich weitgehend mit der naturräumlichen Haupteinheit Hellwegbörden (542) (Abb. 4-24).

Als lang gestreckter Saum trennen die Hellwegbörden das nördlich gelegene Kernmünsterland (541) und Ostmünsterland (540) vom Nordsauerländer Oberland (334) und Niedersauerland (337). Im Osten ist die Paderborner Hochfläche (362) die benachbarte naturräumliche Haupteinheit, im Westen das Emscherland (543) und der Westernhellweg (545).

Innerhalb der naturräumlichen Haupteinheit Hellwegbörden (54) setzt sich das UG aus den naturräumlichen Untereinheiten Soester Unterbörde (542.12), Geseker Unterbörde (542.13), Werl-Unnaer Börde (542.21), Soester Oberbörde (542.22) und Geseker Oberbörde (542.23), daran im Süden anschließend, die Haarahöhe (542.30) zusammen. Ausgenommen wurden die Untereinheiten Kamener Hügelland (542.0), Dortmunder Hellwegtal (542.10), Dortmunder Börde (542.20) und die Süderhaar (543.31), da diese nicht regelmäßig von Wiesenweihen besiedelt werden.

Der Untere Hellweg (542.1) ist die flachwellige bis ebene Niederung, die in einem maximal sieben Kilometer breiten Streifen in West-Ost-Richtung verläuft. Die Meereshöhe beträgt etwa 80 bis 100 m ü. NN. Die tiefsten Bereiche sind in der nördlich begrenzenden Lippeniederung zu finden. Der allenfalls schwach hügelige Untere Hellweg (542.1) erhält sein Relief durch die nordwärts entwässernden Bäche. Diese entspringen an einem Quellsaum, dessen Längserstreckung die Südgrenze bildet und mit der alten Handelsstraße, dem Hellweg, der heutigen Bundesstraße 1, zusammenfällt. Daran südlich angrenzend liegt der Saum des Oberen Hellwegs (542.2), der sich durch einen sanften Höhenanstieg zum Haarstrang auszeichnet. Die naturräumlichen Bestandteile des ca. 100 bis 320 m ü. NN hohen Oberen Hellwegs (542.2) unterscheiden sich vor allem in ihrer Nord-Süd Ausdehnung. Die Werl-Unnaer Börde (542.21) im Westen ist 3 bis 4 km breit. Infolge dessen, ist der Anstieg zum Haarstrang relativ steil. Weiter östlich schließt sich die Soester Oberbörde (542.22) an. Hier wird der nordexponierte Saum immer breiter und erreicht im Bereich der Geseker Oberbörde (542.23) sein Maximum von bis zu 12 km. Dort befindet sich die geringste Hangneigung des Oberen Hellwegs, bei relativ großen Meereshöhen von bis zu 320 m ü. NN. Der Übergang des Oberen Hellwegs (542.2) zum Haarstrang (542.3) ist fließend. Nach Höhe, Exposition und Bodendecke gliedert sich die Haar (542.3) in die eigentliche Haarahöhe (542.30) und in die zur Mittelruhrsenke abfallende Süderhaar (542.31). Die Haarahöhe (542.30) bildet das ebene Dach des Bergrückens. Dieser allenfalls sanft geneigte Kamm erstreckt sich von Dortmund-Aplerbeck ostwärts bis nach Büren. Seine Erhebung beträgt ca. 200 m bis 300 m ü. NN im Westteil des UG und steigt gegen Osten bis zu einer Meereshöhe von über 400 m an. Der steilere Südhang, der in die Täler von Ruhr und Möhne abfällt, bildet die scharfe, geologisch begründete südliche Begrenzung der Haarahöhe (542.30), der Westfälischen Tieflandsbucht (54) und zugleich des gesamten UG.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

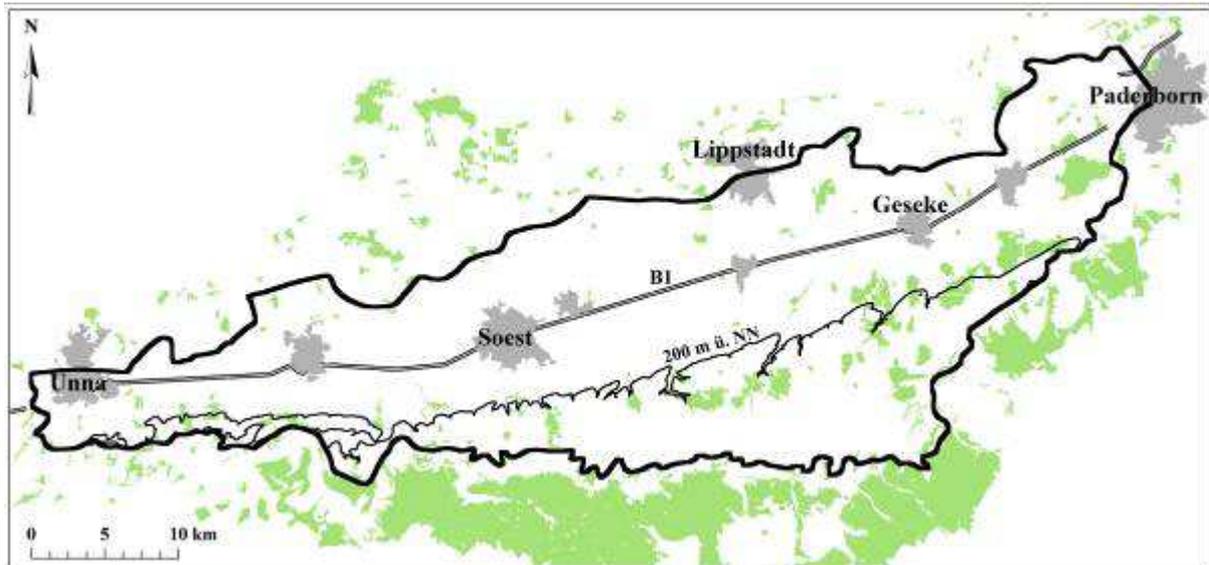


Abb. 4-24: Abgrenzung des Untersuchungsgebietes Hellwegbörde.

4.2.3.3 Heutige Nutzung

In der Hellwegbörde hat sich die Gestalt der durch gute natürliche Voraussetzungen kulturhistorisch entstandenen offenen Agrarlandschaft bis heute erhalten (LWL 2007). Den weitestgrößten Teil des UG macht die offene Kulturlandschaft aus (Tab. 4-9).

Tab. 4-9: Landschaftsstruktur in der Hellwegbörde (Geobasisdaten LvermA NRW 1999, 2000; LDS 2003).

Landnutzung	Fläche km ²	Anteil %
Offenes Kulturland	765	76
Bebauung	136	13
Wälder und Gehölze	75	7
Verkehrsfläche	36	4
Gesamt	1013	100

Im offenen Kulturland herrscht eine ackerbauliche Nutzung vor. Besonders der Anbau von Wintergetreide, vor allem Weizen, Gerste, Winterraps und verschiedenen Hackfrüchten ist typisch. Die Tabelle 4-10 zeigt beispielhaft die derzeitige Zusammensetzung des Feldfruchtanbaus für den Kreis Soest, der die überwiegende Fläche des UG einnimmt. Grünland macht nur ca. neun Prozent der Agrarlandschaft des UG aus. Seine Nutzung beschränkt sich auf Dorfrandlagen und die feuchten Niederungen des Unteren Hellwegs sowie auf die Trockentäler (Schledden) des Oberen Hellwegs.

Tab. 4-10: Flächenanteile der Fruchtarten auf den Ackerflächen (77523 ha) im Kreis Soest im Jahr 2003 (LWK 2004).

Fruchtart	Anteil [%] am Ackerland im Kreis Soest
Winterweizen	32
Wintergerste	21
Wintertriticale	3
Winterroggen	2
Sommergetreide	7

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Mais	7
Winterraps	12
Zuckerrüben	4
Kartoffeln	2
Sonstige Flächen	4
Brache	6
Summe Ackerland	100

Der offene Landschaftscharakter der Hellwegbörde beruht, neben der überwiegenden ackerbaulichen Nutzung bei geringem Gehölzanteil, auf dem relativ zum Münsterland im Norden und dem Ruhrgebiet im Westen geringen Grad der Zersiedelung. Die in die Hellwegbörde eingestreuten Dörfer und Städte nehmen etwa 13 Prozent der Gesamtfläche ein. Bebaute Flächen beschränken sich überwiegend auf geschlossene Ortschaften. Nur vereinzelt trifft man menschliche Bauwerke in der freien Landschaft des UG an. In den letzten Jahrzehnten hat allerdings der Verbrauch an Freiflächen beispielsweise durch Gewerbegebiete, Straßen, Rohstoffabbau (Zementindustrie), Deponien und WKA zugenommen.

Wälder und Gehölze nehmen mit sieben Prozent nur einen geringen Teil der Gesamtfläche des UG in Anspruch. Sie beschränken sich auf Teile des Oberen Hellwegs und treten dort verstärkt entlang der ackerbaulich nicht nutzbaren Schledden und auf den geringerwertigen Böden der Geseker Oberbörde auf. Der Kamm des Haarstranges ist nahezu waldfrei. Kleinere Wälder oder Feldgehölze verteilen sich gleichmäßig über das gesamte UG. Nur entlang des Übergangsbereichs zwischen Unterem und Oberem Hellweg erstreckt sich ein nahezu gehölzfreies Band.

4.2.3.4 Schutzstatus

Etwa die Hälfte des UG wurde im Jahr 2004 als Europäisches Vogelschutzgebiet „Hellwegbörde“ (Code: DE-4415-401) ausgewiesen. Bei der Abgrenzung des Gebietes wurden die innerhalb der Gebietskulisse bestehenden Konzentrationszonen für WKA nicht in das Vogelschutzgebiet einbezogen. Schutzzweck dieses Gebietes ist die Erhaltung der hier mit überregional bedeutenden Brutbeständen vorkommenden Vogelarten Wiesenweihe, Rohrweihe, Wachtelkönig und anderen Offenlandarten des Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie und der bedeutenden Rastvorkommen durchziehender Vogelarten wie Rotmilan, Kiebitz und Goldregenpfeifer (www.naturschutz-fachinformationssysteme-nrw.de/natura2000/meldedok/, 12.10.2008). Die Umsetzung der Schutzverpflichtungen erfolgt im Kreis Soest, auf den der größte Teil des Vogelschutzgebietes fällt, durch die „Vereinbarung zum Schutz der Wiesenweihe und anderen Offenlandarten in der Hellwegbörde“, welche den Interessen der beteiligten Akteure aus Politik, Wirtschaft, Industrie, Landwirtschaft und Naturschutz Rechnung tragen soll.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

4.2.4 Material und Methode

4.2.4.1 Datengrundlage

4.2.4.1.1 Neststandorte der Wiesenweihe

Die Neststandorte der Wiesenweihe in der Hellwegbörde wurden von 1993 bis einschl. 2007 von der Biologischen Station der Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz (ABU) im Kreis Soest im Auftrag des Landes Nordrhein-Westfalen jährlich flächendeckend kartiert, so dass von einer jährlich nahezu vollständigen Erfassung der Brutplätze auszugehen ist (Glimm et al. 2001, Hölker 1994 bis 2006, Illner 2007, 2008). Die Daten von 595 Wiesenweihen-Nestern, für die Brutnachweise vorlagen, wurden für die vorliegende Auswertung ausgewertet. Da die Zahl der Ersatzbruten nur einen kleinen Teil aller Bruten ausmacht und keinen deutlichen zeitlichen Trend aufweist (Illner 2007), kann die Zahl der pro Jahr angelegten Nester als Maß für den Brutpaarbestand und die langfristige Bestandsentwicklung herangezogen werden.

Der maximale Fehler der Lokalisation der Neststandorte im Gelände und ihrer Übertragung in topographische Karten liegt für die Jahre 1993 bis 2005 bei etwa 50-100 m und für die Jahre 2006 und 2007 bei etwa 10 m (Nachprüfung durch GPS). Die Digitalisierung der Neststandorte liegt in einem Maßstab von 1:25.000 vor. Das entspricht einer Lagegenauigkeit von bis zu 25 m (LvermA NRW 2008). Dies führt zu einem summierten maximalen Fehler der Lokalisation der verwendeten Neststandorte von etwa 75-125 m für die Nestdaten der Jahre 1993 bis 2005 und von etwa 35 m für die der Jahre 2006 und 2007.

4.2.4.1.2 Windkraftanlagen

Die Lage der WKA im UG sowie die technischen Daten der Anlagen (siehe Anhang Kap. 2.1) und der Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme wurden für die vorliegende Auswertung recherchiert. Sie wurden von der Bezirksregierung Arnsberg, den Kreisen Unna, Soest und Paderborn, den Gemeinden Rüthen, Anröchte, Möhnesee, Ense und Fröndenberg sowie dem Bundesverband für Windenergie e.V. (BWE, Regionalverband Südwestfalen) und der Enercon GmbH zur Verfügung gestellt. Für jede WKA sind damit der Standort und das Datum (mindestens der Monat) der Inbetriebnahme, die Leistung, der Rotordurchmesser und die Nabenhöhe bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass der Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlagen nicht wesentlich von dem Errichtungsdatum abweicht. Da der jeweilige Zeitpunkt des Baubeginns nicht vorliegt, konnten Wirkungen durch den Baubetrieb nicht untersucht werden. Auch anlagen- und betriebsbedingte Wirkungen konnten nicht getrennt betrachtet werden, da genauere Angaben über die Dauer des Betriebes nicht vorliegen. Es wird davon ausgegangen, dass die Anlagen sich größtenteils im Betrieb befanden. Die sich daraus ergebende Unsicherheit betrifft allenfalls die möglicherweise gegebene zusätzliche optische Wirkung der sich drehenden Rotoren, nicht aber die Wirkung der Anlage als vertikales Landschaftselement.

Alle Anlagen, die bis Ende Mai des Brutjahres in Betrieb genommen wurden, galten als relevant für die Nistplatzwahl der Wiesenweihe ab diesem Jahr. Später in Betrieb gegangene Anlagen galten erst im Folgejahr als relevant. Die Festsetzung dieses Stichtages begründet

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

sich in der Brutphänologie der Wiesenweihe. Da mit dem Zeitpunkt der Eiablage die Phase der Wahl des Brutplatzes beendet ist, können später in Betrieb genommene Anlagen die Nistplatzwahl des aktuellen Brutjahres nicht mehr beeinflussen. Der Beginn der Eiablage fiel 1993 bis 2005 in der Hellwegbörde durchschnittlich in den Zeitraum vom 16. bis 27. Mai (Hölker 1994 bis 2006).

Für die Abgrenzung von Einzelanlagen gegenüber Anlagen in Windparks wurden die Standortangaben der Betreiber sowie der räumliche Zusammenhang der Anlagen und ihre Abgrenzbarkeit zu anderen Anlagen herangezogen. Als Windpark wurden Gruppen von mindestens drei WKA aufgefasst, da erst ab dieser Anlagenzahl eine als Windpark definierbare Fläche aufspannbar ist. Die Abgrenzung von Windparks erfolgte an Hand des minimalen, von den äußeren Anlagen aufgespannten Polygons (Minimum Convex Polygon).

Auf Grund ihrer möglichen Wirkungen in das UG hinein wurden auch alle bis zu zwei Kilometer außerhalb des UG liegenden WKA mit erfasst. Anlagen unter 100 kW wurden nicht berücksichtigt, da diese meist in Eigenbauweise betriebenen wenigen Anlagen gegenüber dem Stand der Technik relativ klein sind. Da diese Anlagen meist nahe an Wohnbebauungen liegen, kann bei ihnen der Einfluss der Wohnbebauung von dem der Anlage nicht eindeutig getrennt werden.

4.2.4.1.3 ATKIS

Die Daten zur Landnutzung und zur Landschaftsstruktur wurden dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS-Objektartenkatalog, Stand 1999) entnommen. Bei diesem Informationssystem handelt sich um einen bundeseinheitlichen digitalen Datenbestand, der geometrische und thematische Informationen der topographischen Landeskartenwerke digital zur Verfügung stellt (Bartelme 2005). Grundlage der Digitalisierung bildet die Deutsche Grundkarte und die Luftbildkarte im Maßstab 1:5.000. Damit kann eine Lagegenauigkeit von drei Metern erzielt werden (Dickmann & Zehner 1999). Innerhalb des ATKIS-Objektarten-Kataloges (ATKIS-OK) befinden sich 170 Objektarten als punkt-, linien- und flächenförmige Objekte (Dickmann & Zehner 1999).

4.2.4.1.4 Digitales Geländemodell

Das Digitale Geländemodell 5 (DGM5) beschreibt die natürliche Geländeform der Erdoberfläche durch bezüglich Lage und Höhe georeferenzierte, regelmäßig angeordnete Gitterpunkte mit einer Rasterweite von 10 Metern. Sie erreichen eine Höhengenaugigkeit von +/- 0,5 m (LVERMA NRW 2008).

4.2.4.2 Methode

4.2.4.2.1 Methodische Vorbemerkung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um die Auswertung vorhandenen Datenmaterials, bei der im Sinne eines so genannten „Data-Mining“ nach möglichen Zusammenhängen zwischen der Errichtung von WKA und der Zahl und der Verteilung der Nester der Wiesen-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

weihe in der Hellwegbörde gesucht wurde. Es handelt sich daher nicht um eine experimentelle Situation, in der unter kontrollierten Bedingungen die Auswirkung der WKA auf die Brutvorkommen der Wiesenweihe in einem Vorher-Nacher-Vergleich mit Berücksichtigung von Referenzflächen untersucht werden konnte.

Dabei ist zu beachten, dass bereits im Vorfeld der Planung der Standorte der WKA versucht wurde, mögliche Konflikte mit der räumlichen Verteilung der Wiesenweihe und weiteren Offenlandarten zu vermeiden. Hierzu wurde im Jahr 1994 vom Beirat der Unteren Landschaftsbehörde des Kreises Soest, und damit für das Hauptverbreitungsgebiet der Wiesenweihe in der Hellwegbörde, eine Karte der für die Nutzung der Windenergie aus Sicht des Natur- und Artenschutzes geeigneten Flächen erstellt. Dabei wurde insbesondere auch der Schutz der Brutgebiete der Wiesenweihe vor möglichen Beeinträchtigungen durch WKA berücksichtigt (Bunzel-Drüke & Schulze-Schwefe 1994, Kampik 1995), so dass eine weitgehende räumliche Trennung der Brutgebiete und der Standorte der WKA gegeben ist. Diese Limitierung des zur Verfügung stehenden Datensatzes und der deskriptiven bzw. korrelativen Auswertungsmethoden sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, da nur Auswirkungen von WKA auf die Verteilung von Wiesenweihennestern mit weit reichenden Effektdistanzen feststellbar sind. Der Entfernungsbereich, in dem nach Untersuchungen an anderen Vogelarten auf dem Festland mit einem Effekt auf die Nist- bzw. Rastplatzwahl zu rechnen ist, liegt im Bereich von unter einem Kilometer (z.B. Leddy et al. 1999, Larsen & Madsen 2000, Bergen 2001, Kruckenberg & Borbach-Jaene 2001, Hötker 2006). In diesem Entfernungsbereich war der Stichprobenumfang in der vorliegenden Auswertung allerdings sehr gering.

4.2.4.2.2 Anzahl brütender Wiesenweihen in der Hellwegbörde in Beziehung zur Anzahl der WKA

In diesem Untersuchungsansatz wurde geprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen der langfristigen Entwicklung des Bestandes der Wiesenweihe und der Zahl der WKA gibt. Dazu wurde das UG mit einem Raster mit einer Seitenlänge von zwei Kilometern überzogen. Diese Rastergröße ergab sich aus der Anforderung, eine ausreichende Anzahl von Rastern zur erzielen, in denen sowohl Wiesenweihen brüteten als auch WKA errichtet wurden. Die gewählte relativ grobe räumliche Auflösung ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Dieser Ansatz ist kaum dazu geeignet, ein Meideverhalten der Wiesenweihen gegenüber WKA nachzuweisen, da allein die Zahl der Nester und der WKA in den je 4 km² großen Rasterflächen, nicht aber ihre räumliche Anordnung in die Auswertung eingeht. Hiermit wird vielmehr geprüft, ob die Zahl der Wiesenweihenester im Untersuchungszeitraum durch die Zahl der WKA beeinflusst wurde.

Innerhalb jeder Rasterzelle wurde für jedes Jahr die Anzahl der Nester (von 1993 bis 2007) und die Anzahl an WKA sowie die Gesamtleistung der WKA aufgenommen. Für die Rasterflächen, in denen mindestens eine Brut stattfand oder mindestens eine WKA in Betrieb ging, wurde jeweils der Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Zahl der Wiesenweihen-Nester in diesem Raster und der Zahl der WKA in einer Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwertwiederholung betrachtet (Software R). Dieses Verfahren überprüft die Hypothese, dass die Anzahl der Wiesenweihen-Nester pro Raster durch die Zahl der WKA im selben Raster beeinflusst wird. Die Messwertwiederholung berücksichtigt, dass es sich bei einer Zeitreihe

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

innerhalb einer Rasterzelle nicht um eine unabhängige Stichprobe handelt. Analog wurde der Zusammenhang zwischen der Zahl der Wiesenweihen-Nester pro Raster und der Gesamtleistung der WKA in der Rasterzelle untersucht. Da die Leistung der WKA eng mit dem Rotordurchmesser und der Nabenhöhe der Anlage korreliert (Spearman's Rang-Korrelation: Leistung-Nabenhöhe $r: 0,655$ $p < 0,001$; Leistung-Rotorradius $r: 0,969$ $p < 0,001$) war, wurde die Gesamtleistung der Anlagen in diesem Raster als Index für die Raumwirkung der Anlagen, die sich aus den Faktoren Anzahl, Höhe und Rotordurchmesser zusammensetzt, verwendet.

4.2.4.2.3 Ansiedlungsverhalten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde vor und nach Errichtung von Windparks

Für die Einzelbetrachtung der Fallstudien wurden Feldfluren berücksichtigt, in denen Brutten der Wiesenweihe in einem Umfeld von weniger als einem Kilometer um die maximale Ausdehnung eines später errichteten Windparks, d. h. dem von den äußeren Anlagen des Parks aufgespannten Polygons, vorkamen. Ein Vergleich der Zahl der Wiesenweihenbruten vor und nach der Errichtung des Windparks in diesem Bereich sollte Aufschluss über den Einfluss der Errichtung des Windparks auf die Nutzung der Flächen als Brutgebiet geben. Da in einigen Fällen zunächst einzelne WKA errichtet wurden, wurde die Errichtung des Windparks auf das Jahr festgelegt, in dem erstmals mindestens drei Anlagen in Betrieb waren, da erst durch diese Anlagenzahl eine als Windpark definierbare Fläche aufspannbar war. Für den Vergleich wurden die Windparks ausgewählt, in denen die Errichtung der WKA etwa in der Mitte des Untersuchungszeitraums erfolgte, so dass etwa gleich viele Jahre für den Vorher-Nachher-Vergleich vorlagen.

Die Zahl der Nester vor und nach der Errichtung der Anlagen wurde mit der Zahl der Nester verglichen, die bei jährlich durchschnittlicher Besiedlung der Flächen des Windparks zu erwarten wäre. Diese durchschnittliche Wahrscheinlichkeit einer Brut in einer Fläche einem gegebenen Jahr ergibt sich aus der Gesamtzahl der Nester in dieser Fläche, geteilt durch die Anzahl der Untersuchungsjahre (15 Jahre). Hieraus lassen sich Erwartungswerte für eine durchschnittliche Besiedlung der Fläche in den Jahren vor und nach der Errichtung des Parks als Produkt der durchschnittlichen Zahl der Nester im gesamten Zeitraum und der Jahre vor bzw. nach der Errichtung des Parks berechnen ($\text{Zahl der Nester Gesamt} / \text{Zahl der Jahre Gesamt} * \text{Zahl der Jahre Vorher bzw. Nachher}$). Da hierbei weitere Faktoren, welche die Ansiedlung in einzelnen Feldfluren beeinflussen können, nicht im Einzelnen untersucht werden konnten und nur eine geringe Zahl auswertbarer Fälle zur Verfügung stand, ist eine statistische Signifikanzprüfung des Vorher-Nachher-Vergleichs nicht sinnvoll.

4.2.4.2.4 Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in Beziehung zu WKA und anderen Habitatfaktoren

Für die Analyse der Auswirkungen der WKA auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde wurden die minimalen Distanzen zwischen den Neststandorten der Wiesenweihe und der nächsten WKA mit den minimalen Distanzen zwischen zufällig ausgewählten Vergleichspunkten und der nächsten WKA verglichen. Dabei war zu berücksichtigen, dass die Verteilung der Neststandorte außer von den WKA auch von anderen vertikalen Landschaftsstrukturen beeinflusst werden kann. Ergebnisse einer Diplomarbeit am Institut für

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Landschaftsökologie der Universität Münster (Griesenbrock 2006) haben gezeigt, dass Wiesenweihen in der Hellwegbörde bei der Nistplatzwahl die räumliche Nähe zu anderen vertikalen Strukturen der Landschaft wie Ortschaften, Einzelbebauung, Wäldern und Feldgehölzen mieden. Dies führte bereits zu einer merklichen Beschneidung der für die Wiesenweihe potentiell als Brutgebiet nutzbaren Fläche. In einer mehrfaktoriellen Analyse sollte daher das Zusammenwirken von WKA und weiterer Landschaftselemente auf die Verteilung der Neststandorte der Wiesenweihe in der Hellwegbörde untersucht werden. Die Analyse beschränkte sich auf die Jahre 2003 bis 2007, da in dieser Zeit nur noch einzelne weitere WKA errichtet wurden und nur ein zusätzlicher Windpark durch Ergänzung einer vorher vorhandenen Einzelanlage zu einem Windpark entstand. Da unseres Wissens mit sehr wenigen Ausnahmen (technische Ausfälle von WKA dauerten in wenigen Einzelfällen maximal einige Monate; nur eine WKA in der Nähe einer Ortschaft wurde abgebaut, es gab kein Repowering) alle errichteten WKA über die Untersuchungszeit unverändert in Betrieb waren, ist von einer annähernd stabilen Ist-Situation (Status Quo) für die Untersuchungsperiode 2003 bis 2007 auszugehen. Für die Entfernungsmessungen wurden nur die im jeweiligen Brutjahr tatsächlich vorhandenen Anlagen berücksichtigt.

In einem geographischen Informationssystem (Software ArcView3.2) wurde für die Neststandorte der Jahre 2003 bis 2007 ($n = 162$) weitere Habitatfaktoren mit möglichem Einfluss auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe bestimmt (Tab. 4-11). Ihre Auswahl ergab sich aus Vorstudien im Rahmen der Diplomarbeit von Griesenbrock (2006) zur Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde. Da in dieser Auswertung vor allem die Wirkung vertikaler Strukturelemente von Interesse war, wurde darauf verzichtet, Straßen als weitere Habitatfaktoren einzubeziehen, zumal der Stichprobenumfang für die Berücksichtigung einer größeren Zahl unabhängiger Variablen in der mehrfaktoriellen Analyse zu gering war.

Der Einfluss der Flächennutzung, insbesondere der Lage der für die Brut bevorzugten Wintergerste, wurde als gering angenommen, da Wintergerste und andere als Nistplatz in Frage kommende Wintergetreide bezogen auf das Gesamtgebiet einem vergleichsweise hohen Flächenanteil aufwies und davon auszugehen ist, dass nahezu in jeder Feldflur bzw. in jeder Rasterfläche von 4 km² jährlich zumindest ein Wintergerstenfeld zur Verfügung stand.

Tab. 4-11: Überblick über die in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Habitatfaktoren mit möglichem Einfluss auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde.

Habitatfaktor	Abkürzung
Geländehöhe (m ü. NN)	Höhe NN (m)
Hangneigung (°)	Neigung (°)
Abstand zum nächsten flächigen Vertikalobjekt (m)	Abs. fl. Vertikalobj. (m)
Abstand zum nächsten punktförmigen Vertikalobjekt (m)	Abs. p. Vertikalobj. (m)
Abstand zum nächsten Hochspannungs-Mast (m)	Abs. Hochsp. (m)
Abstand zur nächsten WKA (m)	Abs. WKA (m)
Abstand zur nächsten WKA in einem Windpark (m)	Abs. Windpark (m)
Abstand zum nächsten Nachbarn (m)	Abs. Nachbar (m)

Flächige Vertikalobjekte sind in diesem Fall Objekte wie Ortschaften und Wälder, die eine Kulissenwirkung in der Landschaft haben und damit die Offenheit der Landschaft beschneiden. Diese flächigen Vertikalobjekte werden von der Wiesenweihe bei der Wahl des Brutplatzes gemieden (Griesenbrock 2006). Für die Analyse wurden die Objekttypen, welche

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Flächen mit Bauwerken, Wäldern und Gehölzen beinhalten, aus dem ATKIS-Objektkatalog ausgewählt und zusammengeführt (siehe Tab. 4-12). Dabei wurde auf eine getrennte Untersuchung der Wirkung der einzelnen Objekttypen, z.B. von Wäldern und Siedlungen, verzichtet, weil angenommen werden kann, dass sie sich in ihrer für die Nistplatzwahl der Wiesenweihe bedeutsamen Raumwirkung nicht wesentlich unterscheiden (Griesenbrock 2006).

Punktförmige Vertikalobjekte sind alle senkrecht stehenden höheren Konstruktionen, welche die Offenheit der Landschaft beeinflussen und dadurch möglicherweise die Nistplatzwahl der Wiesenweihe beeinflussen können. Sie setzen sich aus den ATKIS-Objektarten „Mast“ (Nr. 3541), im UG ausschließlich Hochspannungsmasten, und den im jeweiligen Brutjahr vorhandenen WKA zusammen. Die wenigen in der freien Landschaft vorhandenen Funkmasten (schätzungsweise maximal 20 im Jahr 2005) blieben hierbei unberücksichtigt, zumal sie im Vergleich zu den wesentlich größeren Hochspannungsmasten und WKA eine geringere Raumwirkung haben.

Zur statistischen Analyse wurden die Habitatfaktoren auch an einer der Nestanzahl entsprechenden Anzahl zufällig ausgewählter Vergleichspunkte (Zufallspunkte) innerhalb der für die Wiesenweihe potentiell besiedelbaren Fläche bestimmt. Für jedes Untersuchungsjahr wurden für die entsprechende Zahl aller Nester (Tab. 4-13) die Zufallspunkte mit dem Tool „Random Point Generator 1.3“ für ArcView (Jeness 2005) auf den potentiell durch die Wiesenweihe besiedelbaren Flächen verteilt. Daraus ergab sich ein Satz von 162 Zufallspunkten, der für alle Vergleiche mit den Neststandorten herangezogen wurde.

Tab. 4-12: Zusammensetzung der im Landschaftsmodell unterschiedenen Habitattypen aus den ATKIS – Objektarten.

Offenlandschaft, potentiell besiedelbar (Agrarlandschaft u.a.) Fläche: 80 000 ha
4101 Ackerland; 4102 Grünland; 4104 Heide; 4105 Moor, Moos; 4106 Sumpf, Ried
Offenlandschaft, nicht besiedelbar (versiegelt und nicht besiedelbare Nutzungen) Fläche: 3 000 ha
2121 Bergbaubetrieb; 2122 Deponien, in Steinbrüchen; 2222 Sportplatz; 2230 Golfplatz; 2301 Tagebau; 2314 Absatzbecken; 2345 Schwimmbecken; 3103 Platz; 3301 Flughafen, ohne Gebäude; 3302 Flugplatz, ohne Gebäude; 3402 Hafenbecken; 4101 Ackerland (innerorts); 4102 Grünland (innerorts); 4103 Gartenland; 4109 Sonderkultur; 4110 Brachland; 4120 vegetationslose Fläche; 4199 Fläche, z.Z. unbestimmbar; 5100 Wasserflächen
Vertikalobjekte, flächenhaft (Flächen mit Bauwerken, Wäldern und Gehölzen) Fläche: 20 000 ha, davon Bebauung 10 000 ha, Wälder und Gehölze 9 000 ha
2111 Wohnbaufläche; 2112 Industrie- und Gewerbefläche; 2113 Fläche gemischter Nutzung; 2114 Fläche besonderer funktionaler Prägung; 2201 Sportanlage ; 2202 Freizeitanlage; 2213 Friedhof; 2227 Grünanlage; 2228 Campingplatz; 3301 Flughafen; 3302 Flugplatz; 3501 Bahnhofsanlage; 3502 Rastanlage; 3514 Brücke und Überführung ; 4107 Wald, Forst; 4108 Gehölz

Zur Erstellung der für die Wiesenweihe potentiell besiedelbaren Flächen wurde auf den ATKIS-OK zurückgegriffen (Tab. 4-12). Sie setzt sich aus den Objektarten „Ackerland“ (4101) Grünland“ (4102), „Heide“ (4104), „Moor, Moos“ und „Sumpf, Ried“ (4106) zusammen, wobei „Ackerland“ im UG mit etwa 90% den weit überwiegenden Anteil dieser Objektarten stellte. Bei diesen Nutzungen wird angenommen, dass sie potentiell von der Wiesenwei-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

he als Nistplatz genutzt werden können. Kleinere Flächen, die rundum von Bebauung eingeschlossen sind, wurden als nicht besiedelbar angesehen. Dasselbe gilt für Objektarten des nicht besiedelbaren Offenlands, das alle versiegelten Flächen sowie nicht besiedelbare Nutzungstypen beinhaltet (Tab. 4-12).

Bei der Auswertung musste berücksichtigt werden, dass die Wiesenweihe häufig in lockeren Kolonien brütet (Arroyo 1995, Clarke 1996). Das kolonieartige Ansiedlungsmuster tritt vor allem bei optimalen Lebensbedingungen, insbesondere einer guten Nahrungsversorgung, auf (Newton 1979, Krogulec 1993). Auch in der Hellwegbörde brütet jährlich ein Teil des Wiesenweihenbestandes in solchen (Semi-)Brutkolonien (im Folgenden vereinfachend Kolonie genannt), die sich häufig in traditionell besiedelten Feldfluren befinden. Daneben gibt es aber auch in jedem Jahr Einzelbruten außerhalb der Kolonien (Glimm et al. 2001). Die Bildung von Kolonien beruht vermutlich auf der sozialen Attraktion durch bereits angesiedelte Artgenossen, so dass hierdurch möglicherweise die Wirkung der Landschaftsstruktur bei der Wahl des Nistplatzes bei sich später ansiedelnden Brutpaaren überlagert bzw. abschwächt wird. Aus diesem Grund sind die Brutpaare in einer Kolonie im strengen statistischen Sinne nicht unabhängig voneinander. Die Analysen wurden demzufolge sowohl für die Gesamtheit aller Nester ($n=162$) als auch gesondert für die Gesamtheit der Einzelnester außerhalb von Kolonien und der einzelnen Kolonien ($n=81$) als von der Wirkung der sozialen Attraktion weitgehend unabhängige Stichprobe durchgeführt. Bei dieser reduzierten Stichprobe wurden die einzelnen Messwerte der Habitatfaktoren für die Nester innerhalb der Kolonie gemittelt, so dass eine Kolonie aus mehreren Bruten in diesem Fall rechnerisch zu einem Datenpunkt wird (Tab. 4-13). Als Grenze für die Zuordnung eines Nestes zu einer Kolonie wird gemäß Arroyo (1995) und Griesenbrock (2006) eine Entfernung von weniger als 600 m zum nächsten Nest angesetzt. Bei größerem Abstand zum nächsten Nachbarn gilt ein Nest als Einzelnest. Analog zur gesamten Stichprobe wurde für die reduzierte, aber von dem Einfluss des Ansiedlungsverhaltens weitgehend unabhängige Stichprobe, für jedes Untersuchungs-jahr eine entsprechende Anzahl von insgesamt 81 Zufallspunkten generiert, der für alle Vergleiche mit den Neststandorten herangezogen wurde.

Tab. 4-13: Verteilung der Nester der Wiesenweihe in der Hellwegbörde auf Einzelnester und Kolonien in den Jahren 2003 bis 2007.

	2003	2004	2005	2006	2007	2003-2007
Anzahl aller Nester	40	46	26	17	33	162
Anzahl Einzelnester	8	8	11	8	14	49
Anzahl Nester in Kolonien	32	38	15	9	19	113
Anzahl Kolonien	8	11	4	4	5	32
Nester je Kolonie (gemittelt)	4,0	3,5	3,8	2,3	3,8	3,5
Summe Einzelnester und Kolonien	16	19	15	12	19	81

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

4.2.4.3 Statistische Auswertung

Bei der Analyse der Einflüsse der untersuchten Habitatfaktoren auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe wird von der Hypothese ausgegangen, dass eine signifikante Abweichung der Ausprägung eines Habitatfaktors an den Neststandorten der Wiesenweihe von dem durch zufällig ausgewählte Vergleichspunkte (Zufallspunkte) charakterisierte Flächenangebot auf einer Bevorzugung bzw. Meidung des jeweiligen Faktors, andernfalls auf einer Indifferenz ihm gegenüber beruht.

Unterschiede der Ausprägung von Habitatfaktoren an Neststandorten und an Vergleichspunkten wurden durch die gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung robusten statistischen Maßzahlen Median und Quartile charakterisiert und durch den nicht-parametrischen, auf Ränge beruhenden Wilcoxon-Test (Software R) auf Signifikanz geprüft.

Da diese Vergleiche der Habitatfaktoren an den Neststandorten und an den zufällig ausgewählten Vergleichspunkten die einzelnen Faktoren als unabhängig wirkend betrachten und ein mögliches Zusammenwirken der Faktoren unberücksichtigt lassen, wurden darüber hinaus binäre logistische Regressionen der abhängigen Variablen Neststandort (binäre Ausprägung: „Nest“ = 1 und „kein Nest“ (entspricht Zufallspunkt) = 0) und der hier untersuchten Habitatfaktoren als unabhängige Variablen auf Signifikanz geprüft (Backhaus et al. 2006, Software SPSS). Sie geben Aufschluss darüber, welche der gewählten Faktoren die Wahrscheinlichkeit einer Brut an einem gegebenen Punkt bestimmen. Da die Faktorenpaare Geländehöhe und Hangneigung, Distanz zum nächsten Hochspannungsmast und Distanz zum nächsten punktförmigen Vertikalobjekt sowie Abstand zur nächsten WKA und zum nächsten Windpark jeweils signifikant und stark (Spearman's Rang Korrelation $r > 0,5$, siehe Anhang Kap. 2.2) miteinander korreliert waren, gingen sie jeweils alternativ in die Modelle ein.

In der Auswertung wurden alle Analysen jeweils für die große Stichprobe mit der Gesamtzahl der Neststandorte sowie für die reduzierte Stichprobe unter Berücksichtigung des kolonieartigen Ansiedlungsverhaltens, in dem die einzelnen Messwerte der Nester einer Kolonie jeweils gemittelt wurden, durchgeführt. Bei allen statistischen Tests wurden eine zweiseitige Fragestellung zugrundegelegt. Als signifikant wurden p-Werte von kleiner/gleich 0,05, als tendenziell signifikant p-Werte von $> 0,05$ bis 0,10 gewertet.

4.2.5 Ergebnisse

4.2.5.1 Entwicklung und räumliche Verteilung der Windenergienutzung und des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde

4.2.5.1.1 Windenergienutzung

Insgesamt hat im gesamten Untersuchungszeitraum die Zahl der WKA und der Windparks im UG kontinuierlich zugenommen. Dabei sind verschiedene Phasen in der Entwicklung der Windenergienutzung erkennbar (Abb. 4-25).

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

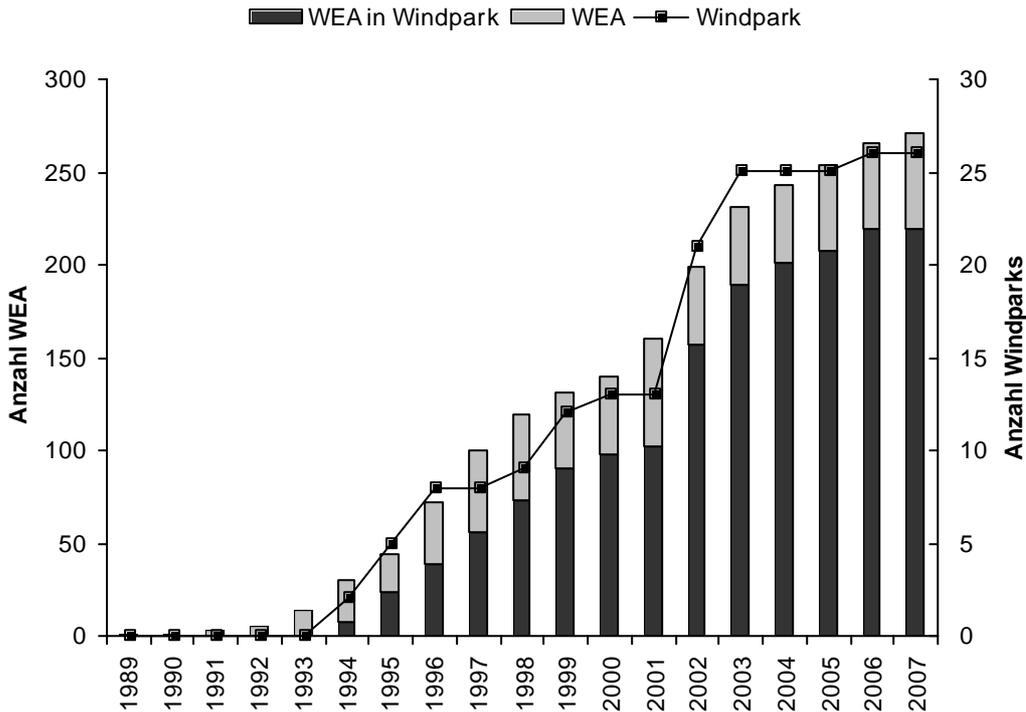


Abb. 4-25: Entwicklung der Anzahl der WKA innerhalb und außerhalb von Windparks und der Gesamtzahl der Windparks in der Hellwegbörde in den Jahren 1989 bis 2007.

Die erste WKA im UG wurde im Jahr 1989 installiert. Danach nahm die Zahl der Anlagen bis 1993 zunächst langsam zu, bevor ab 1994 die Installation von WKA deutlich vorangetrieben wurde, so dass die ersten Windparks entstanden. Bis 1997 wurden im UG 100 WKA errichtet, von denen sich 56 Anlagen (56%) auf acht Windparks verteilten. Zwischen 1998 und 2000 setzte sich der weitere Ausbau der Windenergie im UG langsamer fort. Im Jahr 2000 befanden sich 140 WKA im UG, von denen sich 98 Anlagen bzw. 70% auf 13 Windparks verteilten. Ab dem Jahr 2001 konnten u.a. auf Grund der Entwicklung größerer und effizienterer WKA auch weniger gut geeignete Standorte genutzt werden. Dies führte zu einem erneut schnellen Anstieg der Zahl der WKA in der Hellwegbörde, so dass bis zum Jahr 2003 noch einmal 71 weitere Anlagen errichtet wurden und 12 neue Windparks entstanden, so dass sich 189 bzw. 82% der insgesamt 231 Anlagen auf 25 Windparks verteilten. Danach verlangsamte sich der weitere Ausbau der Windenergienutzung wieder. Bis zum Jahr 2007 waren 271 WKA im UG errichtet worden, von denen 219 (81%) in 26 Windparks standen. Damit befanden sich im UG im Jahr 2007 durchschnittlich 0,27 WKA auf einem Quadratkilometer.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

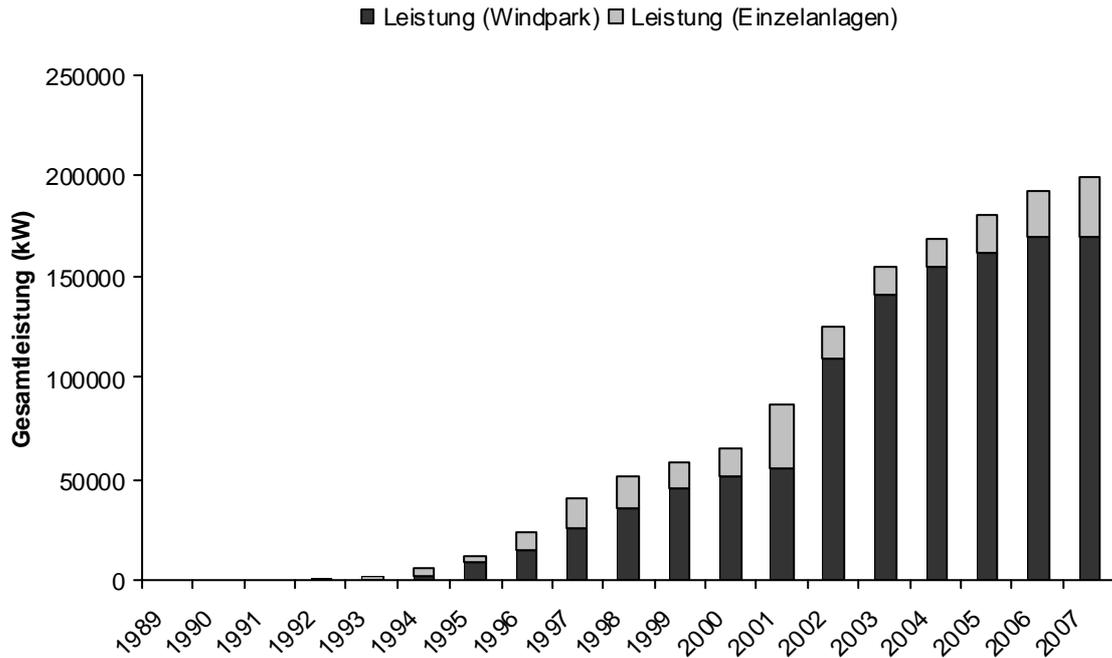


Abb. 4-26: Entwicklung der in Einzelanlagen und in Windparks installierten Nennleistung der WKA in der Hellwegbörde in den Jahren 1989 bis 2007.

Entsprechend der technischen Entwicklung und der Zunahme der Zahl der WKA hat auch die gesamte im UG installierte Nennleistung der WKA im Untersuchungszeitraum deutlich zugenommen (Abb. 4-26). Jeweils deutliche Anstiege der Nennleistung je Anlage sind im Zeitraum 1993 bis 1997 und 2001 bis 2003 erkennbar. Die zunehmende Nennleistung im Rahmen der technischen Entwicklung der Anlagen ging mit einer deutlichen Zunahme der Höhe der Anlagen und des Rotorradius einher (Abb. 4-27).

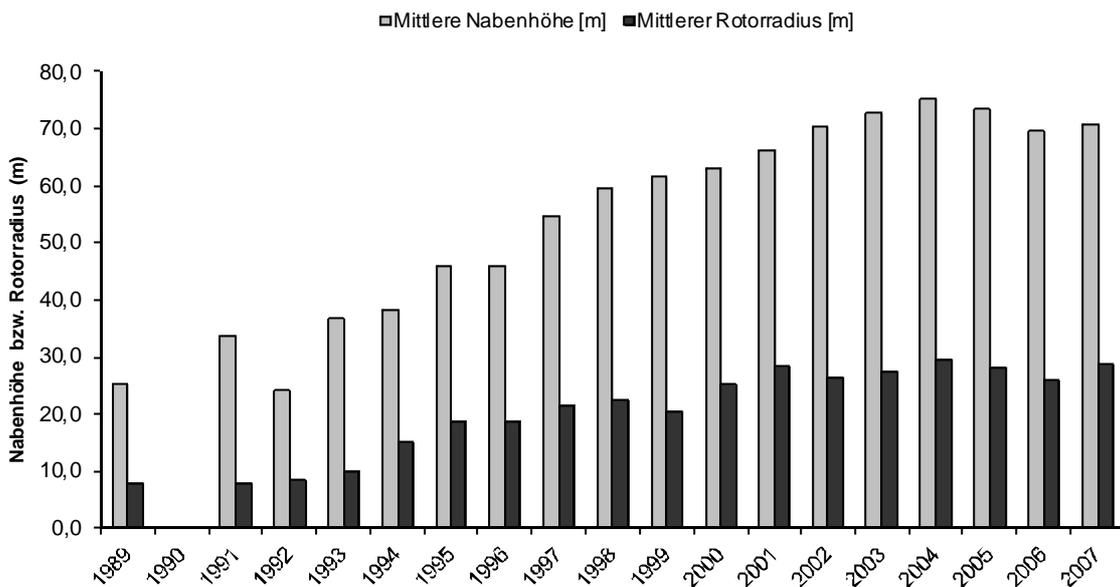


Abb. 4-27: Entwicklung der durchschnittlichen Nabenhöhe und des Rotorradius der jährlich neu errichteten WKA in der Hellwegbörde in den Jahren 1989 bis 2007.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

4.2.5.1.2 Entwicklung des Brutbestandes der Wiesenweihe

Die Zahl der Nester inkl. Ersatzbruten der Wiesenweihe schwankte im UG von 1993 bis 2007 um einen Medianwert von 41 Nestern (minimal 17 im Jahr 2006; maximal 56 im Jahr 1994). Im Untersuchungszeitraum ist, bei zum Teil starken jährlichen Schwankungen, im Mittel eine rückläufige Entwicklung der Zahl der Wiesenweihen-Nester (Rückgang um 1,7 Nester / Jahr, lineare Regression, $R^2=0,58$) erkennbar (Abb. 4-28), ohne dass notwendigerweise eine ursächliche Korrelation mit der Zahl der WKA besteht. Der Abnahmetrend wurde vor allem nach einem Bestandseinbruch (von 46 auf 25 Nester) im Jahr 2005 deutlich (siehe Diskussion).

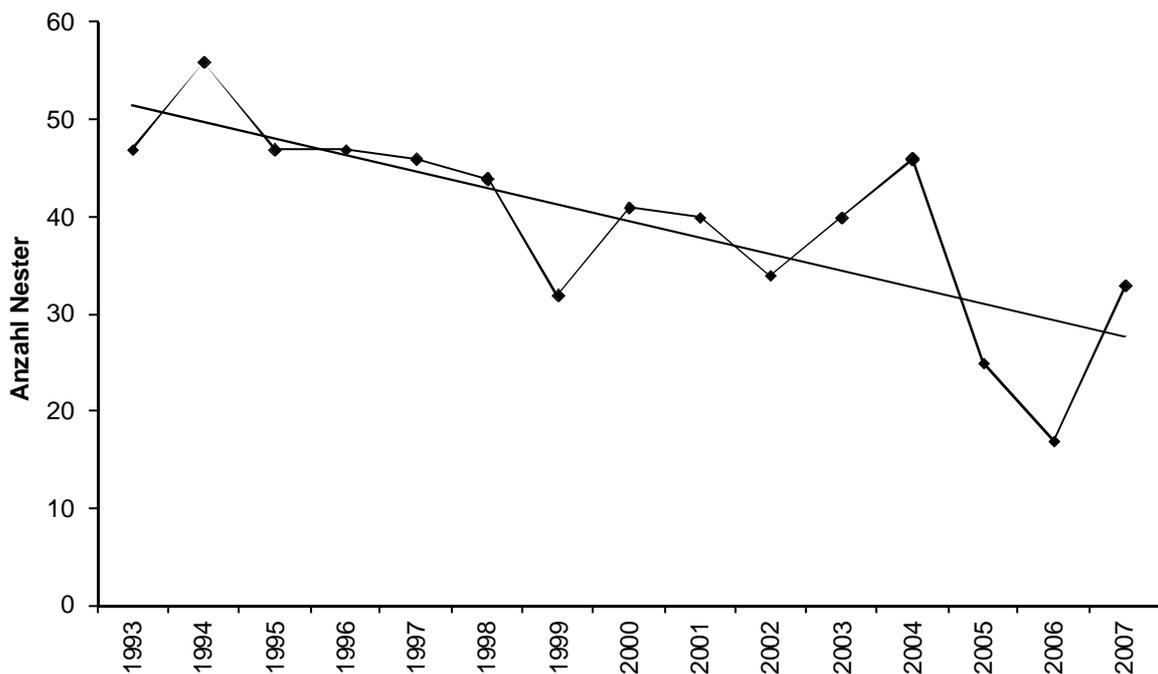


Abb. 4-28: Entwicklung der Zahl der Wiesenweihen-Nester (inkl. Ersatzbruten) in der Hellwegbörde in den Jahren 1993 bis 2007.

4.2.5.2 Räumliche Verteilung der Windenergienutzung und der Nester der Wiesenweihe

Die Abb. 4-29 zeigt die Verteilung der WKA und der Nester der Wiesenweihe im UG zusammengefasst für die Zeiträume 1993 bis 2000 und 2001 bis 2007.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

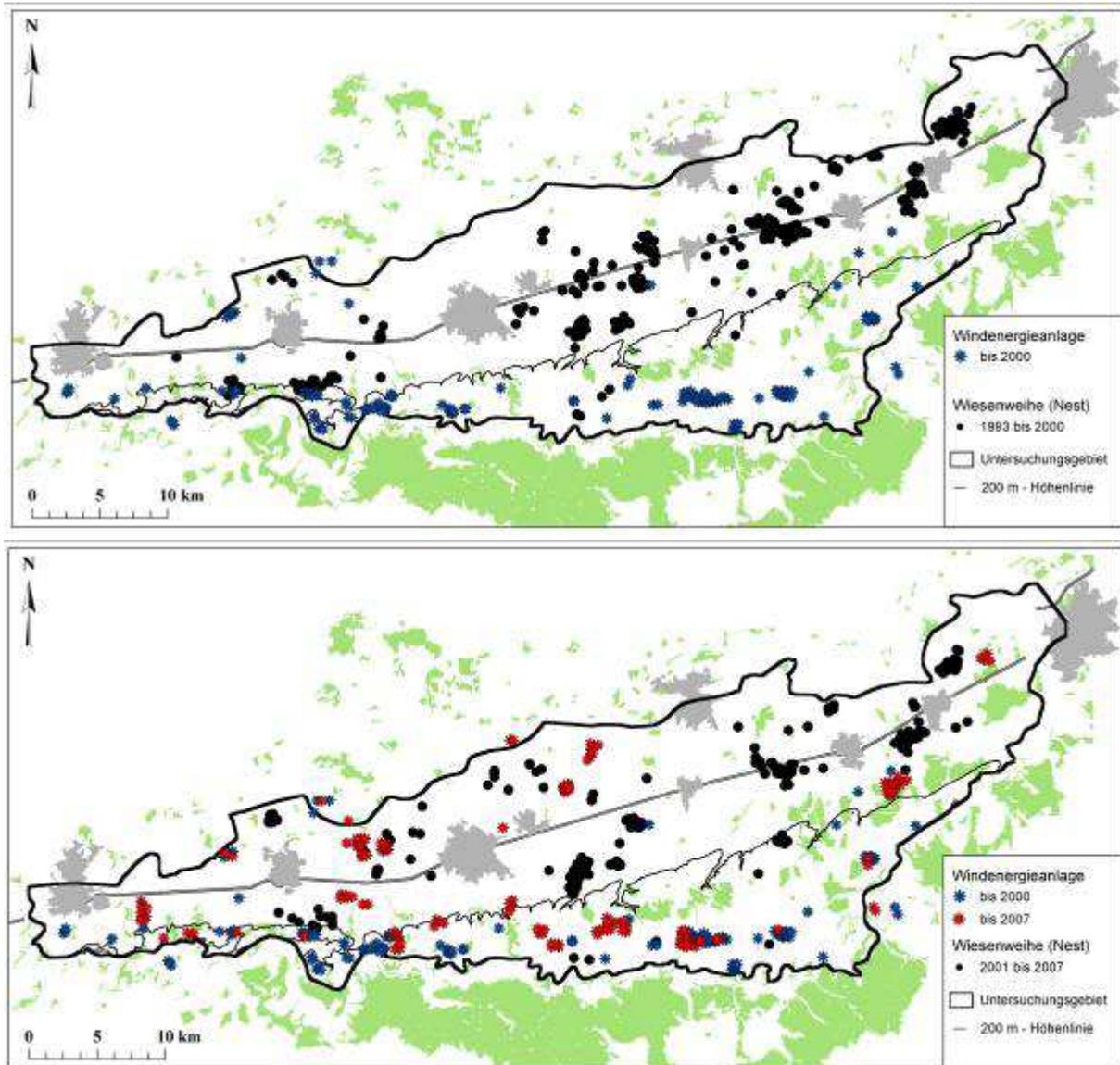


Abb. 4-29: Räumliche Verteilung der WKA und der Nester der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in den Jahren 1993 bis 2000 (oben) und 2001 bis 2007 (unten).

Bei der räumlichen Verteilung der WKA im UG sind zwei Phasen der Errichtung der Anlagen erkennbar. Im Zeitraum 1993 bis 2000 wurden die Anlagen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, in den höheren Lagen des Haarstranges, oberhalb von 200m, installiert. Dies beruht zum einen auf der größeren Windhöufigkeit der Höhenlagen, zum anderen auf der räumlichen Steuerung der Nutzung der Windenergie im Sinne des Naturschutzes (Windkraftkarte des Beirats der Unteren Landschaftsbehörde). Daraus ergab sich für diesen Zeitraum eine weitgehende räumliche Trennung der WKA von den regelmäßig von der Wiesenweihe besiedelten Brutgebieten im UG, die sich überwiegend im Bereich des Unteren Hellwegs in Höhenlagen unterhalb von 200m befanden. Eine Ausnahme hiervon bildete der Bereich Ruhne (siehe Anhang Kap. 2.3, Abb. Anh. 2.2-8), einem regelmäßig besetzten Brutgebiet der Wiesenweihe in den höheren Lagen des Haarstrangs, in dem schon 1994 die ersten WKA in räumlicher Nähe zu einem Brutgebiet der Wiesenweihe errichtet wurden. Ab dem Jahr 2001 wurden zunehmend neue Anlagen in die tiefer gelegenen Bereiche der Unteren Hellwegbörde, unterhalb von 200m, und damit in größerer räumlicher Nähe zu den Brutge-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

bieten der Wiesenweihe, installiert. Bis zum Jahre 2007 entstanden vermehrt neue WKA und Windparks, einige davon in der Nähe der Brutgebiete der Wiesenweihe.

4.2.5.3 Anzahl brütender Wiesenweihen in der Hellwegbörde in Beziehung zur Anzahl der WKA

Die Abb. 4-30 zeigt die Verteilung der Nester der Wiesenweihe von 1993 bis 2007 und die der bis 2007 in Betrieb genommenen WKA auf 4 km² großen Rasterflächen in der Hellwegbörde.

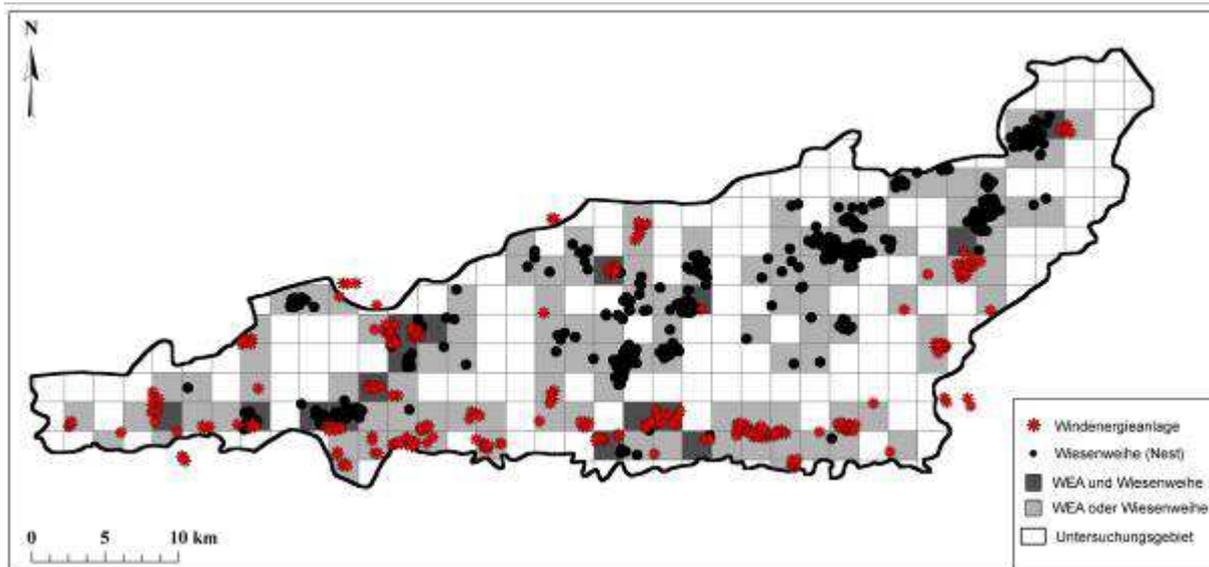


Abb. 4-30: Verteilung der Nester der Wiesenweihe (Summe 1993 – 2007) und der bis zum Frühjahr 2007 errichteten WKA auf Rasterflächen (Seitenlänge 2 km) in der Hellwegbörde.

In 127 der insgesamt 316 Rasterflächen befand sich im Zeitraum 1993 bis 2007 mindestens eine WKA oder es fand mindestens eine Brut der Wiesenweihe statt. In 63 dieser Rasterflächen fanden Bruten der Wiesenweihe statt, ohne dass hier im Verlauf der Untersuchungsperiode WKA errichtet wurden. In 48 dieser Rasterflächen wurden WKA errichtet, in denen keine Bruten der Wiesenweihen stattfanden. Die Schnittmenge der Rasterflächen, in denen sowohl Bruten der Wiesenweihe stattfanden als auch WKA errichtet wurden, war mit 16 gering. In dieser geringen Zahl drückt sich die weitgehende räumliche Trennung der Brutgebiete der Wiesenweihe und der mit WKA bebauten Flächen im UG aus. Das beruht vor allem auf der Häufung der WKA auf den höher gelegenen, südlichen Teilflächen und auf einer Vermeidung von WKA in den meisten traditionellen Brutgebieten der Wiesenweihe in den Flachlandregionen durch die räumliche Steuerung der Errichtung der Anlagen.

Um einen möglichen Einfluss der Errichtung der WKA auf die Zahl der Wiesenweihen-Nester zu untersuchen, wurde für die 127 von Wiesenweihen besetzten oder mit WKA bebauten Rasterflächen der Zusammenhang zwischen der jährlichen Zahl der WKA und der Zahl der Wiesenweihen-Nester in einer Varianzanalyse mit Messwertwiederholung betrachtet.

Die Analyse ergab, dass das Jahr, aber nicht die Anzahl der WKA, einen Einfluss auf die Anzahl der Wiesenweihen-Nester pro Rasterfläche hatte (Tab. 4-14). Auch für die Gesamtleistung der WKA pro Rasterfläche (Index für die zusammengesetzte Wirkung aus Anzahl,

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Höhe und Rotordurchmesser) bestand kein signifikanter Einfluss auf die Anzahl der Wiesenweihen-Nester pro Rasterfläche. Für das Gesamtgebiet der Hellwegbörde ist demnach für den Untersuchungszeitraum 1993 bis 2007 kein Einfluss der Errichtung der WKA auf die Besetzungshäufigkeit der 4 km² großen Rasterflächen durch die Wiesenweihe feststellbar (Tab. 4-14).

Tab. 4-14: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwertwiederholung zum Einfluss der Zahl und der Nennleistung (Anz_WKA, KW_WKA) errichteter WKA auf die Zahl der Nester (Anzahl Nester) der Wiesenweihe auf 4 km² großen Rasterflächen in der Hellwegbörde 1993 bis 2007. Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind jeweils Fett hervorgehoben. (Anzahl Beobachtungen: 1905, Anzahl Gruppen: 127).

	Modell	df	AIC	BIC	logLik	L.Ratio	p
H0: Anzahl Nester	1	4	4.111.209	4.133.417	-2.051.604		
H1: Anzahl Nester~Jahr	2	5	4.108.646	4.136.407	-2.049.323	4.562.969	0.0327
H2: Anzahl Nester~Jahr+Anz_WKA	3	6	4.110.461	4.143.774	-2.049.230	0.184811	0.6673
H3: Anzahl Nester~Jahr+KW_WKA	4	6	4.110.561	4.143.874	-2.049.280	0.085028	0.7706

4.2.5.4 Ansiedlungsverhalten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde vor und nach Errichtung von Windparks

In der Hellwegbörde gab es insgesamt neun Feldfluren, in denen Wiesenweihen im Zeitraum 1993 bis 2007 im Umfeld von weniger als einem Kilometer um (spätere) Windparks gebrütet haben (Tab. 4-15, Anhang Kap. 2.3). Sieben dieser Windparks wurden etwa in der Mitte des Untersuchungszeitraumes errichtet, so dass hier ein Vergleich der Zahl der Bruten der Wiesenweihe vor und nach der Errichtung des Windparks möglich ist. Die Windparks Ruhne und Rüthen wurden bereits zu Beginn des Untersuchungszeitraumes errichtet, so dass hier ein Vergleich mit der Situation vor der Errichtung des Parks nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Insgesamt fanden im Umfeld von einem Kilometer um diese sieben Windparks vor der Errichtung 17 Bruten statt, nach der Errichtung noch vier. Dieses Zahlenverhältnis weicht von dem unter Annahme einer durchschnittlichen Verteilung auf die Jahre vorher und nachher zu erwartenden Verhältnis von 11,2 zu 9,8 Nestern ab. Dieser Effekt ist hauptsächlich auf den Windpark Schlückingen zurückzuführen, wo vor Errichtung 11 Bruten (ein bis drei jährlich) stattfanden, danach keine mehr. Die Aufgabe dieser Feldflur als Brutplatz setzte 1998, also vor dem deutlichen Bestandsrückgang der Wiesenweihe in der Hellwegbörde ab dem Jahr 2005 ein. Bei fünf der sieben Parks fanden nach der Errichtung im Umfeld von einem Kilometer keine Bruten mehr statt. Lediglich im Umfeld der Windparks Geseke und Merklingsen siedelten sich nach ihrer Errichtung noch Wiesenweihen an. Im Umfeld von einem Kilometer um den Windpark Rüthen fand sich in den 14 Jahren seit der Errichtung des Parks lediglich ein Nest der Wiesenweihe (Entfernung zur nächsten WKA 920 m).

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-15: Anzahl der Nester der Wiesenweihle (WW) und der WKA in ausgewählten Feldfluren mit Errichtung eines Windparks in der Hellwegbörde 1993 bis 2007; nur Nester in Entfernungen von < 1 km um (spätere) Windparks berücksichtigt. Die Jahre nach Errichtung des W Windparks sind eingerahmt.

		1993		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Jahre Vorher	Jahre Nachher	Nester Vorher	Nester Nachher	Nester Erwartet Vorher*	Nester Erwartet Nachher*
Ostbüren	WKA				1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7	7	7	10	5				
	WW											1								1	0	0,7	0,3
Schlückingen	WKA					1	1	1	1	4	4	4	4	5	5	5	5	7	8				
	WW	3	3	1	3	1														11	0	5,1	5,9
Mawicke	WKA												5	5	6	6	6	9	6				
	WW							1												1	0	0,6	0,4
Merklingsen**	WKA			1	1	1	1	1	1	1	2	3	16	22	23	24	24	9	6				
	WW						1					1	1			1				1	3	2,4	1,6
Bettinghausen	WKA											8	8	8	8	8	8	9	6				
	WW						1													1	0	0,6	0,4
Haarhöfe***	WKA			1	2	2	2	2	2	2	4	14	16	16	17	17	17	9	6				
	WW						2													2	0	1,2	0,8
Geseke	WKA						1	1	1	1	1	12	15	15	16	16	16	9	6				
	WW															1				0	1	0,6	0,4
Summe																			17	4	11,2	9,8	
Ruhe	WKA			4	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	1	14				
	WW	6	3	4	4	4	1	3	1	1		1	1	2	2								
Rüthen	WKA			4	7	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	1	14				
	WW											1											

* Die Zahl der erwarteten Nester ergibt sich aus der Annahme einer durchschnittlichen Verteilung der Nester auf den Zeitraum vor und nach der Errichtung des Parks: Zahl der Nester Gesamt/ Zahl der Jahre Gesamt*Zahl der Jahre vorher bzw. nachher

** Der Windpark Merklingsen besteht aus zwei räumlich getrennte Teilflächen (siehe Anhang Kap. 2.3).

*** Der Windpark war ab 2002 in Betrieb.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Einen Sonderfall stellt der Windpark bei Ruhne dar, der bereits zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (1994) errichtet wurde, so dass ein Vergleich mit einer unbeeinflussten Situation fast nicht möglich ist. Im Umfeld von einem Kilometer um diesen Windpark fanden in 14 Jahren 22 Bruten der Wiesenweihe (jährlich zwischen einer und vier Bruten, mit abnehmender Tendenz) statt. Allerdings handelt es sich bei diesem Park um eine besondere räumliche Konstellation der WKA und der Nester der Wiesenweihe. Während sich die WKA in einer linearen Anordnung entlang der Kuppe des Haarstranges befinden, lagen die Nester der Wiesenweihen ausschließlich auf dem nördlich anschließenden Abhang des Haarstranges. Damit befindet sich der Windpark am Südrand des Areals der Wiesenweihe zur geschlossenen Waldregion des Sauerlands, während die Nester in nordwest- bis nordöstlicher Richtung im Offenland der Hellwegbörde und der westfälischen Bucht liegen. Dadurch gibt es hier eine geringe Überschneidung der Reihe der WKA mit dem näheren Umfeld der Neststandorte der Wiesenweihe. So hat auch in dem Jahr 1993, also vor dem Aufstellen der ersten WKA, keines der sechs Brutpaare näher als 220 m zur nächsten, später aufgestellten WKA gebrütet.

In keinem der neun hier betrachteten Windparks fand eine Brut innerhalb eines geschlossenen Parks statt. Die minimalen Entfernungen brütender Wiesenweihen gegenüber der nächsten WKA innerhalb der genannten Windparks nach ihrer Errichtung lagen zwischen 170 und 9710 m, für Bruten im Nahbereich von weniger als einem Kilometer um die Anlagen im Median bei 500 m (Tab. 4-16).

Tab. 4-16: Minimale Abstände von Nestern der Wiesenweihe zur nächsten WKA nach Errichtung eines Windparks (mehr als drei WKA) in der Hellwegbörde 1993 bis 2007 (Werte auf 10 m gerundet).

	Jahr der Errichtung des Windparks	Jahr der Brut	Minimalabstand im Bereich unter 1 km (m)	Minimalabstand im Bereich über 1 km (m)
Ostbüren	2003	2007		9710
Schlückingen	2000	2007		3410
Mawicke	2002	2002		1520
Merklingsen	2002	2007	170	
Bettinghausen	2002	2004		1460
Haarhöfe*	2002	2005		1950
Geseke	2002	2006	710	
Ruhne	1994	2000	290	
Rüthen	1994	2002	920	
Median			500	1950
Mittelwert			523	3610

*Der Windpark war ab 2002 in Betrieb.

4.2.5.5 Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in Beziehung zu WKA und anderen Habitatfaktoren

4.2.5.5.1 Betrachtung einzelner Habitatfaktoren

Die Tabelle 4-17 zeigt den Vergleich der Ausprägungen der in dieser Studie untersuchten Habitatfaktoren an sämtlichen Neststandorten der Wiesenweihe von 2003 bis 2007 und den zufällig ausgewählten Vergleichspunkten. Signifikante Unterschiede bestanden für die Entfernung zum nächsten Nachbarnest, die Hangneigung, die Entfernung zu flächigen Vertikal-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

objekt wie Wäldern, Siedlungen und Gebäuden, zur nächsten WKA sowie zum nächsten Windpark. Die Neststandorte der Wiesenweihe befanden sich im Median auf weniger geeigneten Flächen mit einem größeren Abstand zu flächigen Vertikalobjekten sowie zu WKA und Windparks, als es bei zufälliger Verteilung zu erwarten war. Außerdem bevorzugten sie eine geringere Entfernung zum nächsten Nachbarn, als bei zufälliger Verteilung zu erwarten.

Tab. 4-17: Vergleich der Habitatfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe (N) und Zufallspunkten (Z). Betrachtung der von 2003 bis 2007 angelegten Nester inklusive der in Brutkolonien. Wilcoxon-Rangsummen-Test (W). Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind je weils fett hervorgehoben. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

		n	Min.	1. Quartil (25%)	Median	3. Quartil (75%)	Max.	W	p
Höhe NN (m)	N	16 2	77	105	118	160	274	12064, 0	0,210
	Z	16 2	74	95	127	202	365		
Neigung (°)	N	16 2	0,1	0,5	0,8	1,3	3,2	8649,5	< 0,001
	Z	16 2	0,0	0,6	1,4	2,6	7,3		
Abs. fl. Vertikalobj. (m)	N	16 2	125	281	402	532	752	22325, 0	< 0,001
	Z	16 2	0	75	168	268	903		
Abs. p. Vertikalobj. (m)	N	16 2	100	527	848	2190	4537	14144, 5	0,225
	Z	16 2	35	429	917	1549	4283		
Abs. Hochsp. (m)	N	16 2	100	543	952	2679	8684	12539, 5	0,490
	Z	16 2	35	588	1372	2585	8086		
Abs. WKA (m)	N	16 2	170	2267	3527	5007	8263	17599, 0	< 0,001
	Z	16 2	88	1100	2125	3557	9856		
Abs. Windpark (m)	N	16 2	170	2912	3840	6913	9925	17269, 5	< 0,001
	Z	16 2	147	1586	2697	4702	10519		
Abst. Nachbar (m)	N	16 2	49	188	344	962	9386	3706,0	< 0,001
	Z	16 2	174	1400	2773	3976	10277		

Die Nester der Wiesenweihe befanden sich im Median 3527 m von der nächsten WKA bzw. 3840 m vom nächsten Windpark entfernt. Der geringste Abstand eines Nestes der Wiesenweihe zu einer WKA bzw. einem Windpark betrug 170 m. Mehr als 75 % der Wiesenweihen brüteten mindestens 2267 m bzw. 2912 m von einer WKA bzw. einem Windpark entfernt. Während der fünf in dieser Auswertung berücksichtigten Jahre betrug der mittlere Mindestabstand eines Nestes der Wiesenweihe zu einer WKA bzw. einem Windpark 500 m (Tab. 4-18). Im Vergleich dazu betrug der mittlere Mindestabstand zu flächigen Vertikalobjekten wie Wäldern und Siedlungen 350 m.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-18: Minimalabstände von Nestern der Wiesenweihe gegenüber flächigen Vertikalobjekten, Hochspannungsmasten, WKA und Windparks in den Untersuchungsjahren 2003 bis 2007 in der Hellwegbörde (Werte auf 10 m gerundet). Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfak Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

	2003	2004	2005	2006	2007	Median	Mittelwert
Abst. flächiger Vertikalobj. (m)	450	480	300	350	150	350	346
Abst. Hochspannungs-Mast (m)	150	150	1940	1800	630	630	934
Abst. WKA (m)	530	590	320	500	170	500	422
Abst. Windpark (m)	5900	5840	320	500	170	500	2546

Das Muster der geringeren Zahl der Nester innerhalb des unmittelbaren Umfeldes von WKA wird durch die Betrachtung der Häufigkeit der Wiesenweihen-Nester und der Zufallspunkte in verschiedenen Entfernungsklassen zur nächsten WKA bzw. zum nächsten Windpark bestätigt (Abb. 4-31). In den Entfernungsklassen bis 2000 m bzw. bis 3000 m zur nächsten WKA bzw. dem nächsten Windpark befanden sich weniger Nester, als bei einer rein zufälligen Verteilung gemäß Flächenangebot zu erwarten war.

Auch bei der reduzierten Stichprobe, welche den Effekt des kolonieartigen Brütens berücksichtigt, bestanden signifikante Unterschiede zwischen der Ausprägung der Landschaftsfaktoren an den gewählten Nistplätzen der Wiesenweihe und an den Zufallspunkten (Tab. 4-19). Die Nester bzw. Koloniestandorte der Wiesenweihen befanden sich auf niedrigerer Meereshöhe und auf weniger geneigten Flächen mit einem größeren Abstand zu vertikalen flächigen Landschaftselementen und WKA als bei einer rein zufälligen Verteilung zu erwarten war.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

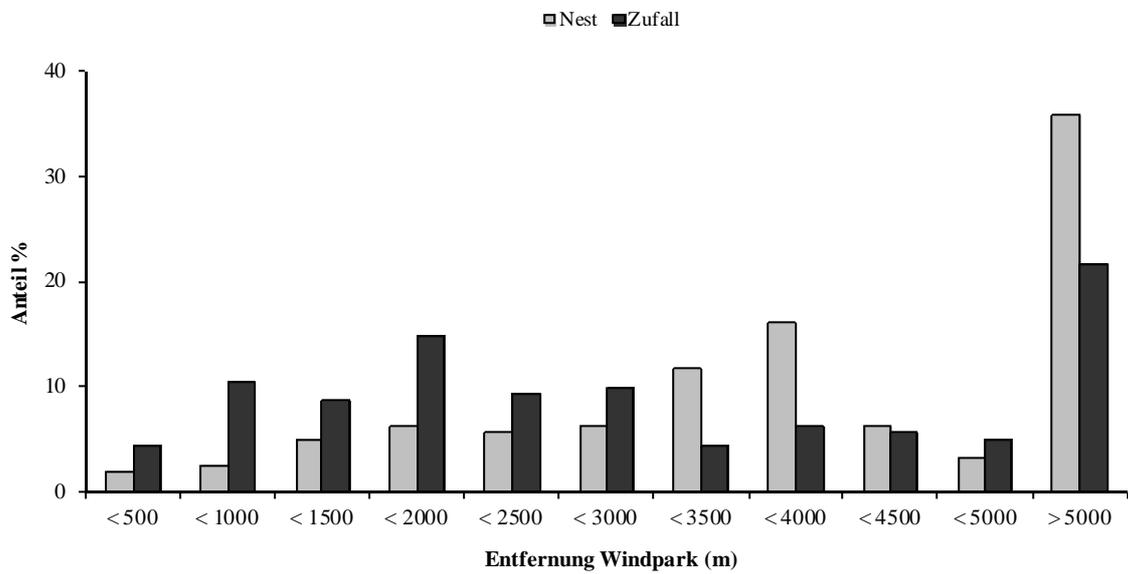
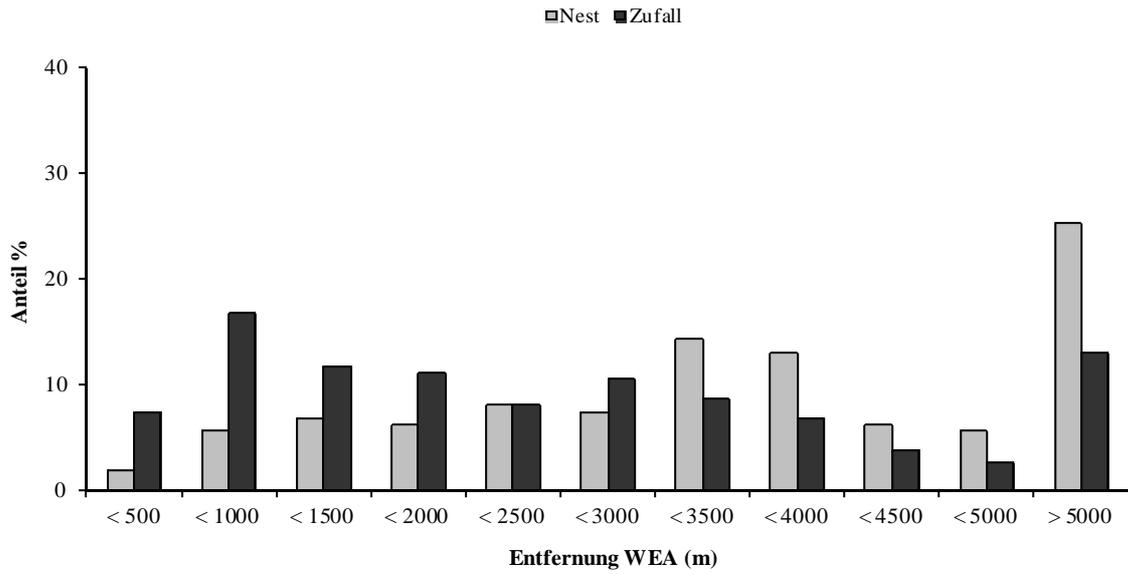


Abb. 4-31: Prozentuale Verteilung der Anzahl der Nester der Wiesenweihe und der Zufallspunkte auf Entfernungsklassen des Abstands zur nächsten WKA (oben) bzw. zum nächsten Windpark (unten). Betrachtung aller von 2003 bis 2007 angelegten Nester (n=162).

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-19: Vergleich der Habitatfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe (N) und an Zufallspunkten (Z). Betrachtung der von 2003 bis 2007 angelegten Nester, wobei in Brutkolonien jeweils der Mittelwert der Nester der Kolonie verwendet wurde. Wilcoxon-Rangsummen-Test. Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind jeweils fett hervorgehoben. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

Faktor		n	Min.	1. Quartil (25%)	Median	3. Quartil	Max.	W	p
						-75%			
Höhe NN (m)	N	81	81	103	114	161	274	2507	0,01
	Z	81	76	99	154	231	369		
Neigung (°)	N	81	0,2	0,5	0,8	1,4	3,2	2324,5	0,001
	Z	81	0	0,8	1,6	2,2	8		
Abstand flächiger Vertikalobjekte (m)	N	81	125	271	384	503	671	5226	0
	Z	81	25	106	190	301	637		
Abstand punktförmiger Vertikalobjekte(m)	N	81	100	552	971	2024	4446	3378	0,745
	Z	81	79	576	1055	1651	3936		
Abstand Hochspannungs-Mast (m)	N	81	100	620	1110	2579	8684	2915,5	0,222
	Z	81	79	800	1616	3143	8436		
Abstand WKA (m)	N	81	170	1821	3054	4102	8263	4198	0,002
	Z	81	106	1166	1742	3289	8031		
Abstand Windpark (m)	N	81	170	2035	3471	4545	9925	3859	0,053
	Z	81	106	1258	2671	4473	10853		

Die zur nächst gelegenen WKA bzw. dem nächsten Windpark ermittelten Entfernungen betrugen in dieser Stichprobe im Median 3054 m und 3471 m, wobei der Unterschied für die Windparks, möglicherweise auf Grund der geringeren Stichprobe, mit $p = 0,053$ tendenziell signifikant war. Auch in dieser Stichprobe befanden sich in den Entfernungsklassen bis zu 2000 m zur nächsten WKA bzw. zum nächsten Windpark weniger Nester, als bei einer rein zufälligen Verteilung zu erwarten war. (Abb. 4-32).

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

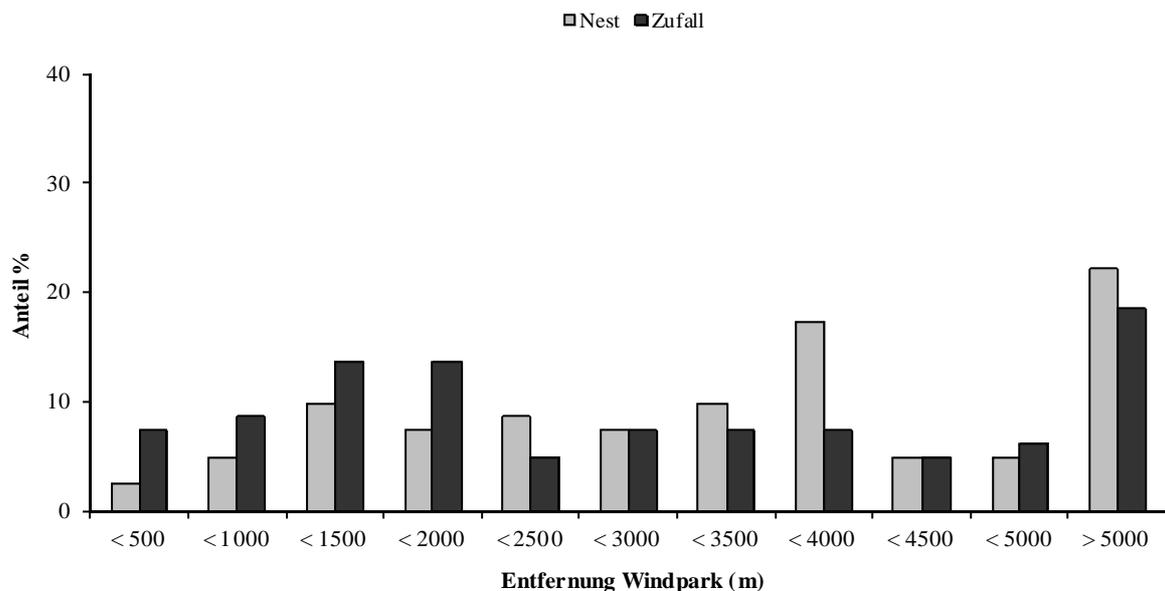
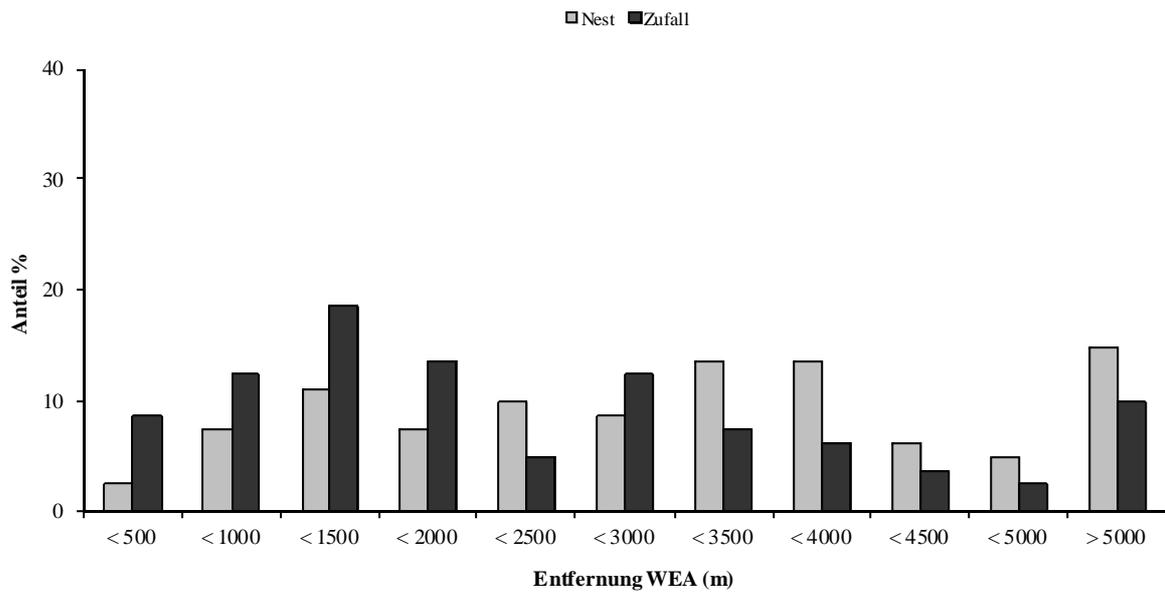


Abb. 4-32: Prozentuale Verteilung der Anzahl der Nester der Wiesenweihe und der Zufallspunkte auf Entfernungsklassen des Abstands zur nächsten WKA (oben) bzw. zum nächsten Windpark (unten). Betrachtung der von 2003 bis 2007 angelegten Nester, wobei in Brutkolonie in Brutkolonien jeweils der Mittelwert der Nester der Kolonie verwendet wurde (n=81).

Um zu überprüfen, ob die großräumige Wirkung der hier untersuchten Habitatfaktoren, insbesondere die Höhenlage, und die weitgehende räumliche Trennung der WKA und der Brutgebiete die Wirkung der WKA im Nahbereich überlagern, wurde die Betrachtung der Entfernungen von Wiesenweihen-Nestern zu WKA und Windparks noch einmal nur für die Nester und Zufallspunkte durchgeführt, die sich im Nahbereich von weniger als einem Kilometer zur nächsten WKA bzw. zum nächsten Windpark befanden (Tab. 4-20). In dieser Stichprobe der im Nahbereich von WKA brütenden Wiesenweihen bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Neststandorten und den Zufallspunkten. Dieses Ergebnis kann aber auf Grund des geringen Stichprobenumfangs nicht als gesichert gelten.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-20: Vergleich des Abstandes der Nester der Wiesenweihe (N) und der Zufallspunkte (Z) zur nächsten WKA bzw. dem nächsten Windpark. Betrachtung der von 2003 bis 2007 angelegten Nester im Nahbereich von weniger als einem Kilometern zur nächsten WKA bzw. nächsten Windpark. Die Stichprobengröße variiert in Abhängigkeit von der Zahl der Nester in dieser Entfernungsklasse. Wilcoxon-Rangsummen-Test (W). Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

		N	Min.	1. Quartil (25%)	Median	3. Quartil -75%	Max.	W	p
Alle Nester									
Abstand WKA (m)	N	12	170	515	615	720	833	213,5	0,657
	Z	39	88	388	596	824	986		
Abstand Windpark (m)	N	7	170	407	520	678	801	54	0,163
	Z	24	147	457	703	854	988		
Einzelnester und Kolonien									
Abstand WKA (m)	N	8	170	461	678	798	839	69	0,977
	Z	17	106	286	586	853	925		
Abstand Windpark (m)	N	6	170	364	577	695	801	32	0,579
	Z	13	106	266	723	853	925		

Man kann annehmen, dass Kolonien der Wiesenweihe sich vorrangig in besonders geeigneten Standorten ansiedeln, während einzeln brütende Paare auch weniger geeignete Standorte besiedeln. Aus diesem Grund wurde das Ansiedlungsverhalten der einzeln brütenden Wiesenweihen und der in Kolonien brütenden Wiesenweihen gegenüber den hier berücksichtigten Habitatfaktoren gesondert betrachtet. Einzeln oder in Kolonien brütende Weihen zeigten signifikant unterschiedliche Abstände zu flächigen Vertikalobjekten, WKA und Windparks (Tab. 4-21). Die Nester der in Kolonien brütenden Wiesenweihen befanden sich in signifikant größeren Abständen zu diesen Strukturen als die der einzeln brütenden Weihen.

Tab. 4-21: Vergleich der Habitatfaktoren an Neststandorten von einzeln (E) und in Kolonien (K) brütenden Wiesenweihen in der Hellwegbörde. Betrachtung der von 2003 bis 2007 angelegten Nester. Wilcoxon-Rangsummen-Test. Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind jeweils fett hervorgehoben. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

		n	Min.	1. Quartil (25%)	Median	3. Quartil -75%	Max.	W	p
Höhe NN (m)	K	49	77	111	118	152	205	2961,5	0,483
	E	113	81	97	113	165	274		
Neigung (°)	K	49	0,1	0,5	0,8	1,1	2,7	2444	0,236
	E	113	0,2	0,5	0,9	1,5	3,2		
Abstand flächiges Vertikalobjekt (m)	K	49	127	304	437	551	752	3603	0,002
	E	113	125	250	313	461	671		
Abstand punktförmiges Vertikalobjekt (m)	K	49	125	527	813	2158	4537	2650	0,667
	E	113	100	552	1107	2200	4317		
Abstand Hochspannungs-Mast (m)	K	49	125	527	836	2158	5930	2431	0,219
	E	113	100	627	1179	2712	8684		
Abstand WKA (m)	K	49	499	2720	3755	5193	7761	3671	0,001
	E	113	170	1460	2979	3834	8263		
Abstand Windpark (m)	K	49	499	3383	4296	7081	9710	4028	0
	E	113	170	1545	2979	4102	9925		

4.2.5.5.2 Landschaftsfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe im Vergleich zu denen an WKA

Der Vergleich der für die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde ausschlaggebenden Habitatfaktoren mit den Ausprägungen dieser Faktoren an den Standorten der WKA zeigt noch einmal die bisherige weitgehende räumliche Trennung der Neststandorte von den Standorten der WKA. Die Nester der Wiesenweihe befanden sich durchschnittlich auf geringerer Meereshöhe und auf Flächen mit geringerer Hangneigung und höherem Abstand zu

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

flächigen Vertikalobjekten als die WKA (Tab. 4-22). Allerdings ist anzunehmen, dass die Abstände der WKA zu Siedlungen auf Grund planerischer Vorgaben größer sind als zu Wäldern, so dass die Standorte der WKA sich wie die Nester der Weihen in vergleichsweise großer Entfernung zu Siedlungen befinden.

Tab. 4-22: Vergleich der Habitatfaktoren an Neststandorten der Wiesenweihe (WW, Nester von 2003 bis 2007) und an Standorten von WKA (Stand 2007) in der Hellwegbörde. Wilcoxon-Rangsummen-Test. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

		N	Min.	1. Quartil (25%)	Median	3. Quartil -75%	Max.	W	p
Höhe NN (m)	WKA	258	78	152	229	306	390	33262,5	0
	WW	162	77	105	118	160	274		
Neigung (°)	WKA	258	0	1,1	2	2,8	9,3	32342	0
	WW	162	0,1	0,5	0,8	1,3	3,2		
Abstand flächige Vertikalobjekte (m)	WKA	258	35	181	259	378	626	11367	0
	WW	162	125	281	402	532	752		

4.2.5.5.3 Mehrfaktorielle Betrachtung

Die vorherige Auswertung zeigte, dass die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde neben der Neigung zur Koloniebildung durch die Habitatfaktoren Meereshöhe, Hangneigung und Entfernung zum nächsten flächigen Vertikalobjekt sowie zur nächsten WKA bzw. Windpark beeinflusst wurde. Es ist aber nicht auszuschließen, dass bei dieser einfaktoriellen Betrachtung ein Zusammenwirken von Faktoren nicht erkannt wird oder dass Korrelationen von Habitatfaktoren untereinander Zusammenhänge hervorrufen, die bei Auftrennung der Effekte von Einzelfaktoren in einer mehrfaktoriellen Betrachtung nicht zum Tragen kommen. Aus diesem Grund wurden logistische Regressionen des Zusammenwirkens der hier behandelten Habitatfaktoren als unabhängige Variable auf die abhängige binäre Variable „Nest“ (1: Nest, 0: Zufallspunkte) durchgeführt. Dabei gingen jeweils stark untereinander korrelierte Variablen (siehe Anhang Kap. 2.2) alternativ in die Modelle ein.

Bei der Betrachtung aller Einzelnester hatten in allen Modellen die alternativ eingesetzten Faktoren Höhe und Hangneigung, die Entfernung zum nächsten flächigen Vertikalobjekt sowie die Entfernung zum nächsten Nachbarnest einen signifikanten Einfluss auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe. Dabei wirkten sich zunehmende Geländehöhe, Hangneigung und Entfernung zum nächsten Nachbarn jeweils negativ auf die Wahrscheinlichkeit einer Wiesenweihenbrut aus, während die zunehmende Entfernung zum nächsten flächigen Vertikalobjekt einen positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Wiesenweihenbrut hatte (Tab. 4-23). Unter Berücksichtigung des Einflusses dieser Faktoren hatte auch die bei der einfaktoriellen Betrachtung nicht signifikante Entfernung zum nächsten Hochspannungsmast einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Wiesenweihenbrut. Die alternativ eingesetzten Entfernungen zur nächsten WKA und zum nächsten Windpark hatten in den logistischen Regressionsmodellen keinen signifikanten Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Weihenbrut. Wurden die punktförmigen Vertikalobjekte WKA und Hochspannungsmasten zu punktförmigen Vertikalstrukturen zusammengefasst, so ergab sich ein signifikanter Einfluss, wobei eine Zunahme der Entfernung zu einer punktförmigen Vertikalstruktur zu einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Wiesenweihenbrut führte.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-23: Zusammenfassung der binären logistischen Regressionen des Einflusses der Habitatraktoren auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde für die Jahre 2003 bis 2007. Betrachtung aller Nester (n=162). Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind jeweils Fett hervorgehoben. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatraktoren siehe Tab. 4-11.

Konstante	Konstante	Abs. Nachbar (m)	Abs. Nachbar (m)	Höhe NN (m)	Höhe NN (m)	Abs. fl. Vertikalob. (m)	Abs. fl. Vertikalob. (m)	Abs. p. Vertikalob. (m)	Abs. p. Vertikalob. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. WKA (m)	Abs. WKA (m)	Abs. Windpark (m)	Abs. Windpark (m)	2 Log likelihood	Nagelkerke R ²	Omnibus Test Sig.
-0,334	0,505	-0,001	<0,001	-0,008	0,003	0,009	<0,001									263,522	0,582	<0,001
-0,867	0,168	-0,001	<0,001	-0,006	0,017	0,008	<0,001					0	0,154			261,494	0,586	<0,001
-0,455	0,461	-0,001	<0,001	-0,007	0,006	0,009	<0,001							0	0,736	263,409	0,582	<0,001
-0,64	0,224	-0,001	<0,001	-0,009	0,001	0,008	<0,001	0,0004	0,009							256,179	0,598	<0,001
-0,279	0,599	-0,001	<0,001	-0,013	0,001	0,009	<0,001			0,0003	0,002					252,393	0,607	<0,001
-0,729	0,266	-0,001	<0,001	-0,012	0,001	0,009	<0,001			0,0003	0,002	0,0001	0,242			251,026	0,61	<0,001
-0,48	0,457	-0,001	<0,001	-0,013	0,001	0,009	<0,001			0,0003	0,001			0,00004	0,584	252,093	0,608	<0,001
Konstante	Konstante	Abs. Nachbar (m)	Abs. Nachbar (m)	Neigung (°)	Neigung (°)	Abs. fl. Vertikalob. (m)	Abs. fl. Vertikalob. (m)	Abs. p. Vertikalob. (m)	Abs. p. Vertikalob. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. WKA (m)	Abs. WKA (m)	Abs. Windpark (m)	Abs. Windpark (m)	2 Log likelihood	Nagelkerke R ²	Omnibus Test Sig.
-0,367	0,398	-0,001	<0,001	-0,753	<0,001	0,008	<0,001									251,304	0,609	<0,001
-0,564	0,318	-0,001	<0,001	-0,714	<0,001	0,008	<0,001					0	0,584			251,004	0,61	<0,001
-0,18	0,747	-0,001	<0,001	-0,791	<0,001	0,008	<0,001							0	0,588	251,009	0,61	<0,001
-0,722	0,122	-0,001	<0,001	-0,777	<0,001	0,008	<0,001	0,0003	0,03							246,367	0,62	<0,001
-0,682	0,133	-0,001	<0,001	-0,907	<0,001	0,008	<0,001			0,0003	0,006					242,976	0,628	<0,001
-0,842	0,144	-0,001	<0,001	-0,872	<0,001	0,008	<0,001			0,0003	0,006	0,00004	0,652			242,774	0,628	<0,001
-0,576	0,318	-0,001	<0,001	-0,928	<0,001	0,008	<0,001			0,0003	0,006			-0,00002	0,766	242,887	0,628	<0,001

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

In diesen Modellen wurde der Effekt der Bildung von Kolonien (soziale Attraktion) bereits durch die Aufnahme der Entfernung zum nächsten Nachbarn berücksichtigt. Dennoch wurden analog zum Vorgehen oben noch einmal logistische Regressionsmodelle für den reduzierten Datensatz berechnet, in dem die Habitatparameter für die in Kolonien brütenden Wiesenweihen gemittelt wurden. In allen Fällen hatten, bei geringerem Stichprobenumfang, die alternativ eingesetzten Faktoren Höhe bzw. Hangneigung einen negativen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Wiesenweihenbrut, während die Entfernung zum nächsten flächigen Vertikalobjekt einen positiven Einfluss zeigte (Tab. 4-24). Die alternativ eingesetzten Faktoren Distanz zu nächsten Hochspannungsmast, WKA, Windpark oder punktförmigen Vertikalobjekt hatten hier keinen signifikanten Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Weihenbrut.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Tab. 4-24: Zusammenfassung der binären logistischen Regressionen des Einflusses der Habitatfaktoren auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde für die Jahre 2003 bis 2007. Betrachtung der Einzelnester und der für Nester in Kolonien genieteten Werte (n=81). Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind jeweils Fett hervorgehoben. Erläuterung der Bezeichnung der Habitatfaktoren siehe Tab. 4-11.

Konstante	Konstante	Höhe NN (m)	Höhe NN (m)	Abs. fl. Vertikalobj. (m)	Abs. fl. Vertikalobj. (m)	Abs. p. Vertikalobj. (m)	Abs. p. Vertikalobj. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. WKA (m)	Abs. WKA (m)	Abs. Windpark (m)	Abs. Windpark (m)	2 Log likelihood	Nagelkerke R ²	Omnibus Test
B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.			Sig.
-0,712	0,229	-0,01	0,002	0,007	<0,001									169,836	0,382	<0,001
-0,913	0,198	-0,009	0,005	0,007	<0,001					0	0,604			169,567	0,384	<0,001
-0,455	0,52	-0,01	0,002	0,007	<0,001							0	0,507	169,394	0,385	<0,001
-0,903	0,142	-0,01	0,001	0,007	<0,001		0	0,168						167,888	0,394	<0,001
-0,525	0,395	-0,014	0,002	0,007	<0,001				0	0,128				167,403	0,397	<0,001
-0,682	0,357	-0,013	0,004	0,007	<0,001				0	0,138	0	0,703		167,257	0,397	<0,001
-0,264	0,721	-0,014	0,002	0,007	<0,001				0	0,129		0	0,518	166,982	0,399	<0,001
Konstante	Konstante	Neigung (°)	Neigung (°)	Abs. fl. Vertikalobj. (m)	Abs. fl. Vertikalobj. (m)	Abs. p. Vertikalobj. (m)	Abs. p. Vertikalobj. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. Hochsp. (m)	Abs. WKA (m)	Abs. WKA (m)	Abs. Windpark (m)	Abs. Windpark (m)	2 Log likelihood	Nagelkerke R ²	Omnibus Test
B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.			Sig.
-1,287	0,009	-0,575	0,008	0,007	<0,001									171,611	0,372	<0,001
-1,482	0,015	-0,537	0,016	0,007	<0,001					0	0,584			171,31	0,374	<0,001
-1,071	0,073	-0,622	0,007	0,007	<0,001							0	0,527	171,208	0,374	<0,001
-1,454	0,007	-0,574	0,008	0,007	<0,001		0	0,425						170,967	0,376	<0,001
-1,329	0,008	-0,611	0,008	0,007	<0,001				0	0,637				171,386	0,373	<0,001
-1,518	0,013	-0,572	0,017	0,007	<0,001				0	0,648	0	0,594		171,1	0,375	<0,001
-1,119	0,066	-0,654	0,008	0,007	<0,001				0	0,669		0	0,548	171,023	0,375	<0,001

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Bei der mehrfaktoriellen Betrachtung des Zusammenwirkens der einzelnen Habitatfaktoren zeigte sich in allen berechneten Modellen ein signifikanter Einfluss des Abstandes zum nächsten Nachbarn, der Meereshöhe, der Hangneigung sowie des Abstandes zum nächsten flächigen Vertikalobjekt auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe. Bei der Betrachtung des gesamten Datensatzes ergaben beide Modellvarianten einen signifikanten Einfluss der Distanz zum nächsten Hochspannungsmast bzw. der Summe der punktförmigen Vertikalobjekte inklusive der WKA auf die Nistplatzwahl.

4.2.6 Diskussion

4.2.6.1 Methode

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es keinen experimentellen Versuchsansatz gab, bei dem die Auswirkung der WKA auf die Verteilung der Nester der Wiesenweihe in einem Vorher-Nacher-Vergleich mit Berücksichtigung von Referenzflächen untersucht wird. Es handelt sich um eine nachträgliche Betrachtung eines Brutgebietes der Wiesenweihe, in dem die Topographie (Windhöffigkeit), politische Vorgaben (Erneuerbare-Energien-Gesetz, Windkrafterlass des Landes Nordrhein-Westfalen) und Naturschutzerwägungen die räumliche Verteilung der WKA bestimmten. Bereits bei der Vorplanung der Standorte der WKA wurde versucht, mögliche Konflikte mit der räumlichen Verteilung der Wiesenweihe und weiteren Offenlandarten zu vermeiden. Hierzu wurde im Jahr 1994 vom Beirat der Unteren Landschaftsbehörde des Kreises Soest, und damit für das Hauptverbreitungsgebiet der Wiesenweihe in der Hellwegbörde, eine Karte der für die Nutzung der Windenergie aus Sicht des Natur- und Artenschutzes geeigneten Flächen erstellt. Dabei wurde insbesondere der Schutz der traditionellen Brutgebiete der Wiesenweihe in den Tieflagen vor möglichen Beeinträchtigungen durch WKA berücksichtigt (Bunzel-Drüke & Schulze-Schwefe 1994, Kampik 1995). Dabei galt das Vorsorgeprinzip, das sich auf mögliche negative Auswirkungen von WKA stützte, die an einigen bis dahin untersuchten Vogelarten festgestellt worden waren. Danach war nicht auszuschließen, dass auch Wiesenweihen einer Vertreibungswirkung sowie einer Kollisionsgefahr durch WKA ausgesetzt sind. Deshalb wurde schon vor der Ausweisung als EU-Vogelschutzgebiet in den traditionellen Brutgebieten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde auf die Errichtung von WKA weitgehend verzichtet. Nach Ausweisung als EU-Vogelschutzgebiet im Jahr 2004 waren die Hürden für neue WKA in der Hellwegbörde noch höher gesetzt, denn gemäß Windkrafterlass des Landes Nordrhein-Westfalen war die Errichtung von WKA in EU-Vogelschutzgebieten nicht zulässig.

Auch die geografischen Gegebenheiten, insbesondere die größere Windhöffigkeit in den höher gelegenen Teilgebieten führte vor allem in der Anfangsphase des Ausbaus zu einer räumlichen Trennung der WKA im höher gelegenen Süden und der Haupt-Brutgebiete der Wiesenweihe in der tiefer gelegenen Mitte und im Norden des Gebietes (Abb. 4-29). Die Inhomogenität der beiden Verteilungen war noch durch die Konzentration der meisten WKA in Windparks und eines relativen großen Anteils von Wiesenweihen-Nestern in Kolonien verstärkt. Diese Inhomogenitäten könnten bei den Analysen auf der Basis des Vergleichs mit Zufallspunkten dazu geführt haben, dass sich mögliche Zusammenhänge von WKA und der

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Lage der Wiesenweihen-Nester als nicht statistisch signifikant erwiesen. Im Umfeld von maximal einem Kilometer um die nächste WKA, einem Entfernungsbereich, bis zu dem nach Untersuchungen an anderen Vogelarten auf dem Festland mit einem Effekt auf die Nist- bzw. Rastplatzwahl zu rechnen ist (Leddy et al. 1999, Larsen & Madsen 2000, Bergen 2001, Krukenberg & Borbach-Jaene 2001, Hötter 2006), ergab sich daraus eine für statistische Tests geringe Datenmenge von zwölf bzw. acht Wiesenweihen-Nestern.

Darüber hinaus ist die Lageungenauigkeit der Neststandorte von maximal etwa 100 m in den Jahren 1993 bis 2005 und maximal etwa 35 m in den Jahren 2006 und 2007 zu beachten. Diese Fehlergrößen sind vor allem bei den angegebenen minimalen Abständen von Wiesenweihen-Nestern zu WKA zu berücksichtigen. Die maximalen Fehlergrößen der Messwerte liegen je nach betrachtetem Faktor in einem Bereich von 1 % (Auswertung aller Neststandorte) bis maximal 10% (Auswertung der Neststandorte im Nahbereich von 1 km um die nächste WKA) des gemessenen Wertebereichs. Diese Ungenauigkeiten können insbesondere bei kleinen Stichproben dazu führen, dass möglicherweise vorhandene Unterschiede zwischen zwei Verteilungen verwischt werden und damit unentdeckt blieben.

Für die vorliegende Auswertung wurde der Atkis-Datensatz für das Jahr 1999 verwendet, so dass Veränderungen in den folgenden Jahren, insbesondere in der Periode 2003 bis 2007 nicht berücksichtigt werden konnten. Hieraus ergeben sich Fehlermöglichkeiten insbesondere hinsichtlich der Ermittlung der Entfernungen von Nestern zu den flächigen Vertikalobjekten. Unseres Wissens kamen seit 1999 nur wenige Gebäude (meist landwirtschaftliche Einzelbauten im Außenbereich) hinzu. Auch kleinere, nicht im Atkis-Datensatz erfasste Scheunen, Viehunterstände u.ä. konnten nicht berücksichtigt werden. Der sich daraus ergebende, als klein einzuschätzende Fehler könnte sich auf die mittlere Entfernung der Nester zu diesen Strukturen ausgewirkt haben, aber kaum auf etwaige Unterschiede zu den Abstandswerten der Zufallspunkte, die in analoger Weise davon betroffen sein sollten. Für die Abstandswerte zu den WKA ist eine solche Fehlerquelle nicht gegeben, denn für die WKA wurde für jedes Jahr auf den Monat genau die Inbetriebnahme zugrunde gelegt. Auch für die Zahl und Lage der Hochspannungsmasten ergaben sich unseres Wissens für die Periode 2003 bis 2007 keine Veränderungen gegenüber dem Jahr 1999.

Bei der Auswertung mussten Einflüsse der landwirtschaftlichen Flächennutzung und der Lage der Jagdgebiete und etwaige räumliche Unterschiede des Nahrungsangebotes (Wiesenweihen brüten in Teilflächen mit höherem Wühlmausbesatz in höherer Dichte, Arroyo et al 2002) auf die Nistplatzwahl unberücksichtigt bleiben. Die Bevorzugung von Wintergerste als Nistplatz in der Hellwegbörde (Glimm et al 2001, Illner 2007, 2008) würde selbst bei einem standorttreuen Paar in der Regel zu kleinräumigen Verschiebungen des Nistplatzes von einem Jahr auf das andere führen, weil auf Grund der Fruchtfolge dieselbe favorisierte Feldfrucht in der Hellwegbörde fast nie zwei Jahre hintereinander angebaut wird (Illner & Steinwarz 2003). Auf Grund des vergleichsweise hohen Anteils der Wintergerste von etwa 20% ist davon auszugehen, dass im Untersuchungszeitraum in größeren Feldfluren der Hellwegbörde fast in jedem Jahr mehrere Wintergerstenschläge vorhanden waren. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass für den Fall, dass nur ein ausreichend großer Wintergerstenschlag in einer Feldflur vorhanden war, dieser als Brutplatz ausgewählt wurde, obwohl er hinsichtlich anderer Habitateigenschaften suboptimal war. Die Überlagerung der Ergebnisse zu den hier untersuchten Faktoren durch die Feldfruchtverteilung wird für großräumige Betrachtungen als vernachlässigbar betrachtet. Bei der kleinräumigen Betrachtung wird dieser

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Effekt insgesamt als relativ gering erachtet, weil die im Untersuchungsgebiet vorherrschende dreigliedrige Fruchtfolge (Illner & Steinwarz 2003) dazu führt, dass in Untersuchungsperioden von fünf (2003-2007) bzw. 15 Jahren (1993-2007) jedes Feld zwei- oder mehrfach mit Wintergerste bestanden war.

Die Bruten aus den Datenpools der 15 bzw. fünf Jahre dauernden Untersuchungsperioden können auf Grund der relativ hohen Lebensdauer und der relativ hohen Brutorttreue vor allem der Männchen der Wiesenweihe (Arroyo et al. 2004) nicht als im strengen statistischen Sinne unabhängig aufgefasst werden, was eigentlich Voraussetzung für die angewendeten statistischen Test ist. Das Gleiche gilt für die wenigen Ersatzbruten und für die Nester der in Kolonien brütenden Wiesenweihen, wo durch die soziale Attraktion bereits anwesender Vögel mögliche Wirkungen von Landschaftsstrukturen überlagert sein können. Dies wurde durch die parallele Betrachtung des gesamten Datensatzes und des durch Mittelung der Werte der Nester in Kolonien reduzierten Datensatzes berücksichtigt. Es ist gleichwohl davon auszugehen, dass es sich bei jedem Nest um eine „eigenständige Wahl“ eines Brutpaares für einen bestimmten Nistplatz handelt, die von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Dazu gehören neben individuellen Faktoren (Ortstreue, Erfahrung, individuelle Verhaltensausrägungen) auch soziale Faktoren (Koloniebildung) und die Ausstattung des Lebensraumes (Brutplätze, Nahrungsgebiete), zwischen denen ggf. ein „Abwägungsprozess“ stattfinden muss. Die aufgeführten generellen methodischen Einschränkungen spielen bei den verschiedenen Auswertungsansätzen eine unterschiedlich starke Rolle. Diese und weitere spezifische Einschränkungen sind in der nachfolgenden Diskussion der Ergebnisse zu berücksichtigen.

4.2.6.2 Entwicklung und räumliche Verteilung der Windenergienutzung und des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde

Die Nutzung der Windenergie in der Hellwegbörde begann 1989 und hat vor allem ab 1993 bis 2007 kontinuierlich zugenommen. Dies äußerte sich in einer zunehmenden Anzahl von WKA, von Windparks und der gesamten installierten Nennleistung. Dabei ist ein Trend zu einer zunehmenden Konzentration der Anlagen in größeren Windparks erkennbar. Auch die durchschnittliche Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Nennleistung der einzelnen Anlagen stiegen stark an. Bei der Betrachtung der räumlichen Verteilung der WKA ist eine zweiphasige Entwicklung erkennbar. In den 1990er Jahren wurde der größte Teil der Anlagen noch in den höheren Lagen des Haarkammes und damit außerhalb des Verbreitungsschwerpunkts der Wiesenweihe in den Tieflagen der Hellwegbörde errichtet. Diese räumliche Trennung ist zum einen auf die bessere Eignung der höheren Lagen für die Nutzung der Windenergie, zum anderen auf die oben beschriebene räumliche Steuerung des Ausbaus der Windenergie im Sinne des vorsorgenden Vogelschutzes zurückzuführen. Etwa ab dem Jahr 2001 folgten zunehmend Anlagen oder Windparks in den tieferen Lagen der Hellwegbörde und damit in größerer Nähe zu den traditionellen Brutgebieten der Wiesenweihe.

Im selben Zeitraum, in dem die Zahl der WKA zunahm, zeigte die Zahl der Wiesenweihen-Nester in der Hellwegbörde trotz jährlicher Schwankungen im Mittel eine rückläufige Entwicklung, die ab dem Jahr 2005 sehr deutlich wurde. Dieser Rückgang ereignete sich, obwohl kontinuierlich bis zum Jahr 2007 Schutzmaßnahmen für sämtliche Getreidebruten ergriffen wurden (Glimm et al. 2001, Illner 2008), die ohne menschliche Hilfe ausgemäht wor-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

den wären. Dadurch konnte der Bruterfolg deutlich verbessert werden, was Glimm et al. (2001) als eine wesentliche Ursache des früheren Bestandsanstiegs in der Hellwegbörde seit den 1960er-Jahren ansahen.

Es wurde untersucht, ob sich ein solcher negativer Zusammenhang auch bei der Betrachtung von 4 km² großen Teilflächen ergab. Auf dieser kleinräumigen Ebene war keine Wirkung der WKA auf die zeitliche Entwicklung und die Zahl der Nester der Wiesenweihe nachweisbar. Dieses Ergebnis ist vermutlich vor allem durch die weitgehende räumliche Trennung der Standorte der WKA und der Brutgebiete der Wiesenweihe bedingt. Damit ist es unwahrscheinlich, dass die Bestandsabnahme der Wiesenweihe in der Hellwegbörde von 1993 bis 2007 wesentlich auf eine großräumig wirksame Vertreibungswirkung durch die WKA zurückzuführen ist. Allerdings kann allein auf Grund des groben Rasters und der oben beschriebenen weitgehenden räumlichen Trennung von WKA und Nestern der Wiesenweihe aus dem negativen Befund nicht abgeleitet werden, dass im Nahbereich von unter etwa 1 km rund um WKA keine Vertreibungswirkung besteht.

Die langfristige Bestandsabnahme der Wiesenweihe ist wahrscheinlich vor allem nahrungsökologisch bedingt. Brütende Wiesenweihen zeigen in Mitteleuropa eine starke Abhängigkeit von Angebot und Erreichbarkeit an Wühlmäusen und an Kleinvögeln (Arroyo et al. 2004, Koks et al. 2007). Ackerbrachen sind ein bevorzugtes Jagdhabitat der Wiesenweihen in der Brutzeit (Glimm et al. 2001), insbesondere in schlechten Mäusejahren (Illner 2007). Sie weisen in der Hellwegbörde meist deutlich höhere Dichten von Feldvögeln und Wühlmäusen als Ackerkulturen auf (Sayer et al. 2003, Braband et al. 2006). Die Zahl der Ackerbrachen hat in den letzten Jahren in der Hellwegbörde stark abgenommen (Illner 2007) und so wahrscheinlich über die Verminderung des Nahrungsangebotes bei gleichzeitiger Intensivierung der Getreideanbaus (Arroyo et al. 2002) wesentlich zu der Bestandsabnahme beigetragen (Illner 2007). Zu diesem Erklärungsmuster passt, dass in den letzten Jahren besonders starke Bestandsabnahmen bei der Wiesenweihe in mäusearmen Jahren zu verzeichnen waren (Illner 2007, 2008).

4.2.6.3 Ansiedlungsverhalten der Wiesenweihe in der Hellwegbörde vor und nach Errichtung von Windparks

Die Betrachtung von einzelnen Feldfluren, die von der Wiesenweihe als Brutgebiete genutzt wurden und in denen im Verlauf des Untersuchungszeitraumes Windparks errichtet wurden, kann Hinweise auf die Auswirkungen von Windparks auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe geben. In fünf von sieben Fällen, in denen ein Vergleich möglich ist, wurde die Feldflur nach Errichtung des Windparks nicht mehr von Wiesenweihen zur Brut genutzt. Insgesamt zeigte sich, dass mehr Wiesenweihen vor der Errichtung der sieben Windparks ein Nest in der jeweiligen Feldflur anlegten als danach. Nur im Randbereich eines Windparks wurden in mehreren aufeinander folgenden Jahren jeweils mehrere Nester festgestellt (Minimaldistanz zur nächsten WKA ca. 290 m), was durch die besondere räumliche Konstellation der WKA und die topografische Sonderstellung der Feldflur erklärbar war. Auf Grund des relativ geringen Datenmaterials und fehlender Informationen zu weiteren Faktoren, welche die Ansiedlung bzw. Nicht-Ansiedlung vor bzw. nach der Errichtung eines Windparks in der Windparkzone beeinflusst haben könnten, wurde auf eine statistische Signifikanzprüfung der festgestellten Unterschiede verzichtet. Die vorsichtige Schlussfolgerung, dass Feldfluren, in denen Wind-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

parks errichtet wurden, als Brutgebiete der Wiesenweihe an Wert verlieren und im Extremfall völlig für die Nestanlage gemieden werden, wird dadurch unterstützt, dass Wiesenweihen in der Hellwegbörde bisher keine Nester innerhalb eines geschlossenen Windparks anlegten. Darüber hinaus scheinen die meisten Wiesenweihen auch in den Fällen, in denen sie in der Nähe eines Windparks brüteten, Mindestabstände in einer Größenordnung von im Median etwa 500 m zur nächsten WKA einzuhalten.

4.2.6.4 Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde in Beziehung zu WKA und anderen Habitatfaktoren

Die Nistplatzwahl der Wiesenweihe war in dem gesamten Datensatz, in dem die Wirkung der sozialen Attraktion der Kolonien unberücksichtigt blieb, durch die Landschaftsfaktoren Hangneigung, Abstand zum nächsten flächigen vertikalen Landschaftselement, Abstand zur nächsten WKA und zum nächsten Windpark sowie durch die Entfernung zum nächsten Nachbarnest signifikant bestimmt. Die Nester befanden sich im Median auf weniger geneigten Flächen in einem größeren Abstand zu flächigen Vertikalobjekten wie Wäldern und Siedlungen, sowie zu WKA und Windparks, als es bei zufälliger Verteilung zu erwarten war. Außerdem bevorzugten sie im Vergleich zur Zufallsverteilung eine geringere Entfernung zum nächsten Nachbarn, was seinen Ausdruck in dem häufigen kolonieartigen Ansiedlungsmuster findet.

Ähnliche Ergebnisse wurden für einen reduzierten Datensatz erzielt, bei dem für die Nester in einer Kolonie nur jeweils ein Mittelwert zugrunde gelegt wurde. Abweichend wurde hierbei ein signifikanter Unterschied bei der Höhe über NN festgestellt, denn die Nester lagen nun signifikant niedriger als die Zufallspunkte. Dieser Abweichung muss keine große Bedeutung beigemessen werden, weil die Unterschiede der Medianwerte gering sind. Dass stark geneigte Hangflächen weniger häufig als Nistplatz gewählt wurden als bei einer zufälligen Wahl zu erwarten war, hängt zum einen damit zusammen, dass die Hangneigung mit der Höhe ü NN im Untersuchungsgebiet korreliert ist, die ihrerseits die Nistplatzwahl beeinflusst (siehe unten). Zum anderen aber könnte auch die Hangneigung, die ebenso wie die vertikalen Landschaftsstrukturen die Übersichtlichkeit des Geländes reduziert, sich negativ auf die Eignung der Fläche als Nistplatz, etwa durch ein erhöhtes Prädationsrisiko, auswirken (siehe unten).

Der Vergleich von Einzelbruten und Kolonienbruten der Wiesenweihe zeigte, dass Kolonienbruten im Mittel weiter von der nächsten flächigen Vertikalstruktur, der nächsten WKA und dem nächsten Windpark entfernt waren als die Einzelbruten. Die Unterschiede bei den Abständen zu WKA und Windparks sind wahrscheinlich zumindest zum Teil methodisch bedingt, nämlich durch die Konzentration der Kolonien der Wiesenweihe in den Tieflagen und die Konzentration der WKA in den Hochlagen. Auf Grundlage des gegebenen Datenmaterials lässt sich allerdings auch nicht ausschließen, dass die größere Entfernung zu WKA zu einer höheren Qualität (Maßstab: Anzahl Nester und Bruterfolg) der Kolonienbruten gegenüber den Einzelbruten beiträgt bzw. dieses Qualitätsmerkmal in der Hellwegbörde immer noch die traditionellen Standorte von großen Brutkolonien auszeichnet. Die Konzentration der Weihenkolonien wie auch der absoluten Zahl an Weihennestern in den Tieflagen war in der Hellwegbörde schon vor dem Aufstellen der WKA gegeben (Glimm et al. 2001). Sie beruht wahrscheinlich u.a. auf der klimatisch bedingten schnelleren Entwicklung des Winterge-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

treides in den Tieflagen, das dort rund ein bis zwei Wochen früher eine für die Brutansiedlung geeignete Höhe erreicht als auf dem höher gelegenen Südteil des Untersuchungsgebietes (Glimm et al 2001, Illner unveröff.). Darüber hinaus weisen die höheren Lagen auch mehr stärker geneigte und damit für die Ansiedlung der Wiesenweihe weniger geeignete Flächen auf. Die besondere Bedeutung der Koloniebildung zeigt sich in einem durchschnittlich höheren Bruterfolg von Koloniebruten gegenüber Einzelbruten (Arroyo et al. 2001), wofür es auch in der Hellwegbörde Hinweise gibt (Illner unveröff.).

Die Mindeststände zu flächigen Vertikalstrukturen wie Wäldern und Siedlungen sowie zu WKA und Windparks, in denen sich die allermeisten Wiesenweihen in der Hellwegbörde ansiedelten, lagen in der Größenordnung von 300 m bis 500 m. Nur zweimal wurde ein Nest in einer Entfernung von unter 300 m zur nächsten WKA gebaut, minimal in einer Entfernung von etwa 170 m. Zudem wurden in der Hellwegbörde bis zum Jahr 2007 keine Wiesenweihen innerhalb eines Windparks brütend festgestellt. Da die WKA in einem Windpark in der Hellwegbörde im Mittel in Abständen von ca. 220 m (+/- 75 m) stehen, würde eine Ansiedlung zwischen zwei WKA zu einer Distanz von durchschnittlich etwa 110 m zur nächsten WKA führen. Insgesamt geben also die erzielten Ergebnisse einen Hinweis auf eine weitgehende Meidung des Nahbereichs von im Median 500 m um einzelne WKA durch nistende Wiesenweihen in der Hellwegbörde. Auf Grund der geringen Zahl der untersuchten Jahre und des Zusammenwirkens mit anderen Einflussfaktoren ist dieser Wert als Richtwert für die Planungspraxis allerdings nicht geeignet.

Einige der untersuchten Landschaftsfaktoren sind miteinander korreliert. So nehmen z.B. mit steigender Meereshöhe die Hangneigung und die Nähe zur nächsten WKA zu, da die meisten WKA in den höheren Lagen der Hellwegbörde errichtet wurden. Diese Zusammenhänge erschweren die Interpretation der Ergebnisse. Deswegen wurde eine mehrfaktorielle Analyse mit Hilfe logistischer Regressionsmodelle durchgeführt. Mit ihr kann das Zusammenwirken mehrerer Habitatfaktoren auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe statistisch von einander getrennt betrachtet werden. In diesen Modellen hatten der Abstand zum nächsten Nachbarn, die Höhe über NN oder alternativ die Hangneigung und der Abstand zur nächsten flächigen Vertikalstruktur einen signifikanten Einfluss auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe. In einem französischen Untersuchungsgebiet wurde ebenfalls eine Meidung von Siedlungen wie auch eine kolonieartige Konzentration der Brutpaare festgestellt, was auf eine soziale Attraktion zurückgeführt wird (Cornulier & Bretagnolle 2006). Besonders stark ausgeprägt ist diese Tendenz zur Koloniebildung in nahrungsreichen Jahren (Arroyo et al. 2004), wenn es vorteilhaft ist, in Kolonien von der gemeinsamen Feindabwehr zu profitieren (Arroyo et al. 2001), ohne dass es zu starker Nahrungskonkurrenz kommt.

Ebenfalls noch signifikant wirkten sich der Abstand zum nächsten Hochspannungsmast sowie der Abstand zur nächsten punktförmigen Vertikalstruktur (Hochspannungsmasten und WKA zusammengefasst) auf die Nistplatzwahl aus. Wird der Einfluss der WKA allein betrachtet, ergibt sich kein signifikanter Effekt. Da Hochspannungsmasten grundsätzlich bezüglich der räumlichen Abmessungen und der wenig kompakten Bauweise den WKA im UG ähnlich sind, und da die meisten Hochspannungsmasten von WKA weit entfernt liegen, ist anzunehmen, dass der signifikante Effekt der zusammengefassten Kategorie „punktförmiges Vertikalobjekt“ von beiden Komponenten verursacht wurde. Dem widerspricht nicht unbedingt das Fehlen eines signifikanten Einflusses von WKA allein auf die Nistplatzwahl in den logistischen Regressionsmodellen, denn Hochspannungsmasten sind in den klassischen

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Brutgebieten der Wiesenweihe in den Tieflagen der Hellwegbörde stärker als WKA vertreten, während die WKA vor allem in den Hochlagen errichtet wurden, in denen traditionell nur wenige Wiesenweihen brüteten. Die Datenstruktur ist also eine mögliche Ursache dafür, dass kein Effekt der WKA losgelöst von dem der Hochspannungsmasten in dem logistischen Regressionsmodell nachweisbar war. Auch für die nahe verwandte Kornweihe mit bezüglich der Offenheit der Landschaft ähnlichen Lebensraumanprüchen wie die Wiesenweihe wurde bei der Nistplatzwahl eine Distanz von 200 bis 300m zu WKA festgestellt (Whitfield & Madders 2006). Eine neuere Studie von Pearce-Higgins et al. (2009) aus Schottland belegt für Kornweihen zur Brutzeit im Umkreis von 500m um Windparks eine signifikant geringere Dichte als in unbeeinflussten Kontrollflächen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für die Wiesenweihe in der Hellwegbörde hohe Vertikalstrukturen eine signifikante Bedeutung haben, sie brüten in gewissen Abständen zu diesen. Offensichtlich ist die Offenheit des Horizontes eine wichtige Habitateigenschaft, welche die Auswahl möglicher Brutplätze (mit-) bestimmt (siehe auch Cornulier & Bretagnolle 2006). Dabei scheinen die räumlichen Abmessungen eine Bedeutung zu haben, denn der Effekt der flächigen Vertikalstrukturen wie Wälder und Siedlungen zeigte sich insgesamt deutlicher als der von punktförmigen inklusive der WKA. Demzufolge gibt es Grund zu der Annahme, dass (große) Windparks eine stärkere Raumwirkung als einzelne WKA für die Wiesenweihe haben und damit auch ihre Nistplatzwahl stärker beeinflussen können. Diese Frage ließ sich aber in dieser nicht experimentellen Untersuchung vor allem wegen der großräumigen Differenzierung der Hauptbrutgebiete der Wiesenweihe und der Bereiche mit WKA und Windparks nicht schlüssig beantworten.

Die gefundenen Unterschiede bezüglich flächiger und punktförmiger Vertikalstrukturen könnten aber auch zumindest zum Teil damit zusammenhängen, dass Randzonen um flächige Vertikalelemente deutlich häufiger und auch gleichmäßiger über gesamte Untersuchungsgebiet verteilt sind als WKA und Hochspannungsmasten, wodurch sowohl ein erheblich größeres als auch räumlich gleichmäßiger verteiltes Datenmaterial von Nestern bzw. Zufallspunkten in diesen Randzonen resultiert.

Die festgestellten höheren Abstände der Nester der Wiesenweihe zu Vertikalstrukturen sind als Meideverhalten zu deuten, für das es plausible biologische Erklärungen gibt. Zunächst könnte eine Rolle spielen, dass flächige Vertikalstrukturen als potenzielle Jagdfläche für die Wiesenweihe vollständig ausscheiden (Arroyo et al 2004). Große Wald- und Siedlungsflächen im Nahbereich um einen Brutplatz würden die ohne größere Flugstrecken und damit erhöhten Energieaufwand erreichbare potenzielle Nahrungsfläche verkleinern, was insbesondere in nahrungsarmen Jahren von Bedeutung sein dürfte, wenn der Jagderfolg pro Zeiteinheit Flugjagd generell niedriger ist (Trierweiler et al. 2008).

Vertikalstrukturen können als Answartende von potenziellen Feinden wie z.B. größeren Greifvögeln genutzt werden. Außerdem behindern bzw. verhindern sie möglicherweise das frühzeitige Erkennen sich nähernder Luftfeinde, wodurch das Prädationsrisiko erhöht sein dürfte. Wiesenweihen unterliegen als kleine Greifvogelart, die am Boden brütet, einer hohen Prädationsgefahr, in Mitteleuropa vor allem durch Raubsäuger, Habicht, Rohrweihe und Mäusebussard; auch Tötungen von Weibchen auf dem Nest durch Fuchs, Habicht und Rohrweihe wurden nachgewiesen (Koks & Visser 2000, Kitowski 2003, K.D. Gierach, C. Pürkhauer & R. Krüger mündlich). Die hohe Prädationsgefahr äußert sich auch indirekt in dem ausgeprägten Warn- und Angriffsverhalten von Wiesenweihen am Brutplatz gegenüber

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

sich nähernden Raubsäugern bzw. Greifvögeln (Arroyo et al. 2001, 2004, Kitowski 2003). In der Hellwegbörde wurden zum Teil heftige Angriffe von Wiesenweihen am Brutplatz vor allem gegenüber Rotmilan, Rohrweihe, Wanderfalke und Mäusebussard beobachtet (Illner unveröff.). Diese Arten nutzen auch Vertikalstrukturen (Bäume, Hecken, Masten, Gebäude) als Ansitzwarte für die Jagd, besonders häufig der Mäusebussard, der dort auch von Wiesenweihen angegriffen und vertrieben wird (mehrfache Beobachtungen in der Hellwegbörde, Illner unveröff.). Sich drehende WKA mit einem geschlossenen Mast werden zwar nur ausnahmsweise als Ansitzwarte von Greifvögeln genutzt, es ist aber anzunehmen, dass Wiesenweihen nicht voraussehen können, dass dies sehr selten oder gar nicht der Fall ist, so dass WKA als Ausgangspunkt potenzieller Prädationsgefahr wahrgenommen werden könnten.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse der mehrfaktoriellen Betrachtung mithilfe von Korrelationsanalysen erzielt wurden, die nicht automatisch kausale Beziehungen aufklären. Hierfür wäre eher ein experimenteller Ansatz notwendig, der im Rahmen dieser Studie nicht vorgesehen war. Hinsichtlich der Klärung des Effektes von Vertikalelementen auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe wären zusätzliche Verhaltensexperimente nötig. Allerdings gehen wir davon aus, dass einige Zusammenhänge in Übereinstimmung mit der relativ gut bekannten Biologie der Wiesenweihe (Arroyo et al. 2001) erklärt bzw. zumindest plausibel gemacht werden können.

4.2.7 Folgerungen für das Europäische Vogelschutzgebiet Hellwegbörde

In dieser Studie wurden weder eine eindeutige, statistisch signifikante Beeinflussung der Bestandsentwicklung der Wiesenweihe in der Hellwegbörde durch WKA noch eine großräumige statistisch signifikante Meidung des Umfelds von WKA durch nistende Wiesenweihen festgestellt. Allerdings ist die vorliegende Analyse auf Grund der oben beschriebenen methodischen Einschränkungen auch nur bedingt dazu geeignet, Auswirkungen von WKA auf die Verteilung von Wiesenweihennestern im Nahbereich nachzuweisen. Deshalb ist es aus wissenschaftlicher Sicht nicht möglich, aus den für die Untersuchungsperiode 1993 bis 2007 erzielten Ergebnissen der hier vorliegenden korrelativen Studie zuverlässige Vorhersagen für ein Szenario zu machen, bei dem weitere WKA im Umfeld von Brutplätzen der Wiesenweihe in der Hellwegbörde errichtet würden und/oder kleine WKA durch größere WKA ersetzt würden. Ähnliches gilt für eine hieraus abgeleitete Prognose für Auswirkungen von WKA in anderen Brutgebieten der Wiesenweihe. Das käme im statistischen Sinne einer unzulässigen Extrapolation über den bisher beobachteten Wertebereich hinaus gleich. Daher kann aus den erzielten Ergebnissen weder mit Sicherheit noch mit hinreichender Wahrscheinlichkeit vorhergesagt werden, dass bei einem weiteren Ausbau der Windanlagenparks in der Hellwegbörde eine Beeinträchtigung des Bestandes der Wiesenweihe langfristig ausgeschlossen ist.

Im jetzigen Ausbaustadium ergeben sich trotz weitgehender räumlicher Trennung von WKA und traditionellen Brutgebieten Indizien dafür, dass WKA zu einer Beeinträchtigung des Lebensraumes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde führen können. Wiesenweihen hielten einen Mindestabstand von durchschnittlich (Median) etwa 500 m gegenüber WKA ein. Auch

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

in einzelnen von der Wiesenweihe besiedelten Feldfluren, in denen Windparks errichtet wurden, fanden nach der Errichtung der WKA nur noch einzelne Bruten in Entfernungen von durchschnittlich (Median) 500 m zur nächsten WKA statt, wobei keine Bruten innerhalb geschlossener Windparks festgestellt wurden. Darüber hinaus spricht die Meidung vertikaler Landschaftsstrukturen und die in einigen der logistischen Regressionen erkennbare Meidung von Hochspannungsmasten und punktförmigen Vertikalobjekten dafür, dass auch WKA als hohe vertikale Elemente den Lebensraum der Wiesenweihe beeinträchtigen können. Dies gilt insbesondere bei der kumulativen Betrachtung des Zusammenwirkens mit weiteren Faktoren.

Vor diesem Hintergrund erweist sich die bei früheren Planungen verfolgte Strategie, Bereiche für die Nutzung der WKA und die Kernbrutgebiete der Wiesenweihe räumlich zu trennen, als berechtigt. Die Ergebnisse der vorliegenden Auswertungen weisen darauf hin, dass mögliche Konflikte dadurch weitgehend vermieden werden konnten. Dieses Vorsorgeprinzip ist weiterhin begründet, so dass der Bau weiterer WKA im Vogelschutzgebiet nicht vertretbar ist. Dies gilt umso mehr, als die langfristige Abnahme des Brutbestandes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde dazu zwingt, größte Vorsicht walten zu lassen, um nicht die ohnehin beeinträchtigten Erhaltungsziele des europäischen Vogelschutzgebietes zusätzlich zu gefährden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass andere relevante Vogelarten des EU-Vogelschutzgebietes schon beim derzeitigen Ausbaustand durch WKA beeinträchtigt werden. Bei Wachtelkönig und Wachtel wurden in der Hellwegbörde Meidezonen von etwa 300 m um WKA festgestellt (Müller & Illner 2001). Ähnliches gilt für rastende Limikolen, für die ebenfalls eine Meidung gegenüber WKA nachgewiesen wurde (Hötter 2006).

Ein Repowering, bei dem ältere WKA durch größere, leistungsfähigere Anlagen ersetzt werden, kann dann zu einer besseren Vereinbarkeit der Nutzung der Windenergie mit dem Schutz der Wiesenweihe und anderer Offenlandarten führen, wenn sichergestellt ist, dass es tatsächlich zu einer Reduzierung der Anlagenzahl und zum Rückbau vorhandener Windparks, an für diese Arten problematischen Standorten führt. Aus Sicht der Nistplatzwahl der Wiesenweihe sind dies vor allem Windparks in tieferen Lagen; für andere Offenlandarten können dies auch andere sein. Voraussetzung hierfür wäre allerdings eine verbindliche, übergeordnete Planung unter Berücksichtigung aller Aspekte des Vogelschutzes, deren Realisierung allerdings mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Zu der Wirkung größerer WKA (die mit einem Repowering einhergehen), auf die Wiesenweihe kann an dieser Stelle allerdings keine Aussage gemacht werden.

Schutz des Offenlandes

Es ist nicht auszuschließen, dass bei einem weiteren Ausbau der Windenergienutzungen das für die Wiesenweihe als Brutgebiet nutzbare Areal in der Hellwegbörde weiter beschnitten wird und so eine für Brutgebiete erforderliche Mindestgröße an offenem Lebensraum unterschritten wird, insbesondere wenn es sich um kolonieartige Ansiedlungen mit entsprechend größerem Raumbedarf handelt. Hinweise darauf ergaben die eingehaltenen Mindestabstände der Nester der Wiesenweihe gegenüber WKA und vertikalen Landschaftsstrukturen sowie die in einzelnen Modellen festgestellte Meidung der sich häufig in unmittelbarer Nähe der Brutgebiete befindenden Hochspannungsmasten, also von vergleichbaren mastenförmigen Strukturen. Dies ist insbesondere in dem für die Brutansiedlung besonders geeigneten, ebenen Offenland der tieferen Lagen der Hellwegbörde zu befürchten. Gerade in diesem Bereich wurden in jüngster Zeit, etwa ab dem Jahr 2000 zunehmend Windparks

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

errichtet, zum Beispiel bei Merklingsen und Bettinghausen. Dabei ist die kumulative Wirkung der Nutzung der Windenergie und anderer Flächen verbrauchender Nutzungen wie dem Gesteinsabbau, dem Straßenbau, der Ausdehnung von Wohn- und Gewerbegebieten und landwirtschaftlichen Gebäuden im Offenland zu berücksichtigen.

Bereits jetzt ist in der Hellwegbörde erkennbar, dass die für die Wiesenweihe als Brutgebiete nutzbaren hinreichend offenen, ebenen Tieflagen der Hellwegbörde wesentlich kleiner als die Gesamtkulisse der Hellwegbörde sind (Griesenbrock 2006). Ein Großteil der Wiesenweihen-Nester konzentriert sich bereits auf diese verbleibenden Kernbrutgebiete. Bei Beschneidung dieser Flächen durch sonstigen Flächenverbrauch (Rohstoffabbau, Ausdehnung von Siedlungen, Industrie, landwirtschaftliche Vorhaben) können insbesondere WKA, die sich auf Grund planerischer Vorgaben auf die verbliebenen, auch für die Wiesenweihe als Brutgebiete notwendigen Offenlandbereiche mit einem ausreichenden Abstand zu Siedlungen konzentrieren, in den verbleibenden Restflächen zu einer weiteren Beschneidung dieser Flächen beitragen. Insbesondere die Errichtung von weiteren ausgedehnten Windparks würde in direkte Flächenkonkurrenz zu den Brutgebieten der Wiesenweihe treten.

Kollisionen

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten lediglich Hinweise auf eine Meidung des Nahbereichs von Windparks bis im Median etwa 500 m von WKA bzw. durch nistende Wiesenweihen festgestellt werden. Falls es tatsächlich keine Meidung von WKA durch nistende Wiesenweihen geben sollte, würde es zur Folge haben, dass ein potentiell höheres Risiko für Wiesenweihen besteht, mit den Rotoren von WKA zu kollidieren, weil sie sich im Nestumfeld auf Grund monatelanger Ortsbindung häufiger im Luftraum aufhalten.

Im Umfeld des Brutplatzes finden bei der Wiesenweihe im Laufe der Brutzeit mit der im Luftraum stattfindenden Balz, Feindabwehr, Beuteübergabe und Übungsflügen der Jungvögel viele Verhaltensweisen mit Flugbewegungen in größeren Höhenbereichen und damit im Rotorenbereich von WKA statt (Arroyo 1995, Clarke 1996, Arroyo et al. 2004). Nach der Untersuchung an 11 telemetrierten Wiesenweihen in norddeutschen Windparks fanden etwa 7% aller Flüge der Wiesenweihe in 20 bis 100 m Höhe und damit im Höhenbereich sich drehender Rotorspitzen statt, wobei mehrfach gefährliche Situationen beobachtet wurden (Grajczyk & Nehls 2014). Dabei ist das Risiko einer Kollision wahrscheinlich nicht allein von der Anzahl der Flüge, sondern auch von der Dauer des Aufenthaltes im Gefährdungsbereich abhängig. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Verhaltensbeobachtungen an Wiesenweihen während der Bruterfassungen in der Hellwegbörde in den Jahren 2006 bis 2010 (Illner persönl. Beobachtung). In der Anpaarungszeit häufig zu beobachten sind die zum Teil über mehrere Wochen sich hinziehenden Balzflüge der Männchen und Weibchen mit schnellen, wechselnden vertikalen und horizontalen Bewegungen (skydancing) meist in Höhen über 30 m. Während der Balzphase fanden 31 % aller Flüge am prospektiven Brutplatz im Höhenbereich von etwa 30-120 m, und damit im Rotorenbereich heutiger WKA statt. Hierfür wurden für 17 Revierpaare zusammen 1007 Flugminuten ausgewertet. Einmal wurde beobachtet, wie sich eine Wiesenweihe bei der Flugbalz gefährlich nah den Rotoren einer WKA annäherte (grob geschätzt 50 m), ohne eine deutlich wahrnehmbare Schreckreaktion zu zeigen (Brutperiode 2007, Windpark Merklingsen, siehe Tab. 4-15). Weiterhin werden in der Brutperiode im Nestbereich fliegende Greifvögel, Krähenvögel und einige andere Großvögel oftmals heftig und ausdauernd in der Luft (Höhenbereich etwa 5 bis 100 m) angehasst, attackiert und vertrieben, besonders häufig Rotmilan, Rohrweihe, Mäusebussard, andere Wie-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

senweihen und Rabenkrähen. Auch Menschen, die sich dem Horst nähern, werden angehasst, wobei vor allem Weibchen oft ausdauernd etwa 30-100 m hoch über dem Eindringling in der „Luft stehen“. Darüber hinaus machen vor allem die Weibchen mit Jungen, die älter als ein bis zwei Wochen sind, besonders bei schönem Wetter „Rundflüge“ in Höhen von über 30 m (bei Thermikwetter auch deutlich höher kreisend), bei denen sie sich bis zu 300 m oder mehr vom Nest entfernen können. Auch die Flugübungen der Jungvögel finden häufig im Nestumfeld zum Teil in größeren Höhen statt. Darüber hinaus nutzt vor allem das Männchen aufsteigende Warmwinde zum Energie sparenden Thermiksegeln in große Höhen bis über 1000 m Höhe, vor allem wenn es Beute gemacht hat und diese zum Nest bringen will oder wenn es ins Jagdgebiet zurückfliegt. Alles in allem verbringen Wiesenweihen im Untersuchungsgebiet auch bedeutende Zeiteile im höheren Luftraum, während der sie dem Risiko einer Kollision ausgesetzt sind, zumal mehrere der geschilderten Verhaltensweisen wahrscheinlich eine hohe Aufmerksamkeit erfordern, möglicherweise auf Kosten der richtigen Gefahreinschätzung sich drehender Rotoren von WKA.

Auch wenn nistende Wiesenweihen den Nahbereich von WKA tatsächlich meiden sollten, ist die Kollisionsgefahr in der Hellwegbörde damit nicht ausgeschlossen. Der Jagdflug wird zwar meist nur wenige Meter über dem Boden ausgeübt, doch gibt es in mäusearmen Jahren auch Verfolgungsflüge von Singvögeln, bei denen Wiesenweihen bis zu etwa 40 m hoch aufsteigen, um über die verfolgte Beute zu kommen, um dann Sturzangriffe auszuführen (Illner unveröff.). Darüber hinaus nutzen Männchen, die weiter vom Brutplatz entfernt Beute gemacht haben, bei günstiger Wetterlage in der Regel das Thermiksegeln zum Beutetransport, wobei sie in die Rotorebene gelangen könnten, wie es für andere Greifvogelarten nachgewiesen wurde (Barrios & Rodriguez 2004).

Die ersten beiden dokumentierten Nachweise einer Kollision einer Wiesenweihe mit einer WKA stammen aus Spanien, dem mediterranen Land mit der größten Anzahl von WKA. Im Jahr 2006 wurde ein Männchen bei Bureta in der Provinz Saragoza (A. C. Cardenal & M. F. Canevet, schriftl. Mitteilung) und im Jahr 2009 ein Männchen in Navarra (J.M. Lekuona, schriftl. Mitteilung) gefunden. Darüber hinaus gibt es aus Deutschland inzwischen drei Verdachtsfälle von an WKA verunglückten Wiesenweihen, darunter ein männlicher Brutvogel in einem Windpark in Schleswig-Holstein, der im Rahmen der Studie von Grajetzy et al (in Hötker 2009) 300m von der nächsten WKA entfernt tot gefunden wurde, wobei das Verletzungsbild und die Fundumstände für eine Kollision mit einer WKA sprechen. Bei den beiden anderen Funden aus der Hellwegbörde konnten die festgestellten äußeren und inneren Verletzungen nicht zweifelsfrei einer Kollision mit einer in der Nähe sich befindenden WKA zugeschrieben werden, weil in beiden Fällen die verletzten Wiesenweihen zumindest anfangs noch laufen konnten (Anhang Kap. 2.4).

Da bisher (Stand 2010) unseres Wissens in den Brutgebieten nicht systematisch und unter Berücksichtigung aller möglichen Fehlerquellen nach toten Wiesenweihen unter WKA gesucht wurde, kann die geringe Zahl der Nachweise von Kollisionsopfern bei der ohnehin seltenen Wiesenweihe nicht als Beleg dafür gelten, dass keine Gefährdung vorliegt. Erschwerend für Nachweise einer Kollision mit einer WKA kommt hinzu, dass die Wiesenweihen sich als Zugvogelart nur im Zeitraum von Ende April bis Anfang September in Mitteleuropa aufhalten, wenn ihre Brut- und Jagdgebiete meist von hoher Vegetation (vor allem Getreide und Grünland) bedeckt sind, was das Finden eines dort an einer WKA verunglückten Vogels erheblich erschwert.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Von der größeren und häufigeren Rohrweihe gab es bis zum 11. Mai 2010 fünf gemeldete Todesfälle unter deutschen WKA (T. Dürr, bundesweite Funddatei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg). Von der nah verwandten und in vielen Aspekten der Wiesenweihe ähnlichen Kornweihe gibt es auf Grund umfangreicher Untersuchungen in Nordamerika und Spanien mehrere Nachweise tödlicher Kollisionen an WKA (Smallwood & Thelander 2008, Leukuona & Ursula 2007). Daraus lässt sich ableiten, dass auch Wiesenweihen an WKA verunglücken können.

4.2.8 Danksagung

Für die Hilfe bei der Recherche und die Überlassung von Daten zur Lage und dem Errichtungsdatum der Windenergieanlagen danken wir den Mitarbeitern der Bezirksregierung Arnsberg, der Kreise Paderborn, Soest und Unna, der Gemeinden Rüthen, Anröchte, Möhnesee, Ense sowie dem Bundesverband Windenergie (Regionalverband Südwestfalen) und der Enercon GmbH. Für statistische Beratung danken wir Dr. Leonid Rasran (Michael-Otto-Institut im NABU), für die Durchsicht des Manuskripts Birgit Beckers, Joachim Drüke und Claudia Pürckhauer.

4.2.9 Zusammenfassung

Ausgangslage

Die Hellwegbörde in Nordrhein-Westfalen ist eines der bedeutendsten traditionellen Brutgebiete der Wiesenweihe in Deutschland und wurde auf Grund der besonderen Bedeutung des Gebietes für den Brutbestand der Wiesenweihe, aber auch für weitere Brutvogelarten der Agrarlandschaft wie den Wachtelkönig sowie für durchziehende Arten wie Rotmilan, Kiebitz und Goldregenpfeifer, als Europäisches Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Gleichzeitig gehört die Hellwegbörde auf Grund der offenen Landschaft und der Lage am Nordrand der Mittelgebirge zu den für die Nutzung der Windkraft besonders geeigneten Gebieten. Trotz Meldung des Gebietes als Europäisches Vogelschutzgebiet besteht daher weiterhin ein Konfliktpotential zwischen der Nutzung der Windenergie und dem Schutz der Wiesenweihe in der Hellwegbörde, das sich durch neue Bauanträge für Windkraftanlagen (WKA) in dieser Region ergab.

Ziel der Untersuchung war es, durch Überlagerung der Neststandorte der Wiesenweihe mit den Standorte der WKA in einem geographischen Informationssystem mögliche Auswirkungen der Errichtung von WKA auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe in der Hellwegbörde zu analysieren. Dabei handelt es sich um die Auswertung vorhandenen Datenmaterials aus den Jahren 1993 bis 2007, in der nach möglichen Zusammenhängen zwischen WKA und der Verteilung der Nester der Wiesenweihe in der Hellwegbörde gesucht wurde. Es ist zu beachten, dass bereits im Vorfeld der Planung der Standorte der WKA versucht wurde, mögliche Konflikte mit der räumlichen Verteilung der Wiesenweihe und weiteren Offenlandarten zu vermeiden. Hierzu wurde im Jahr 1994 vom Beirat der Unteren Landschaftsbehörde des Kreises Soest, und damit für das Hauptverbreitungsgebiet der Wiesenweihe in der Hellwegbörde, eine Karte der für die Nutzung der Windenergie aus Sicht des

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

Natur- und Artenschutz geeigneten Flächen erstellt. Dabei wurde insbesondere der Schutz der Brutgebiete der Wiesenweihe vor möglichen Beeinträchtigungen durch WKA berücksichtigt. Hierdurch konnte eine weitgehende räumliche Trennung der Standorte der WKA und der Brutgebiete der Wiesenweihe erreicht werden.

Es handelt sich daher nicht um eine experimentelle Situation, in der unter kontrollierten Bedingungen die Auswirkung der WKA auf die Brutvorkommen der Wiesenweihe in einem Vorher-Nacher-Vergleich mit Berücksichtigung von Referenzflächen untersucht werden konnte. Diese Einschränkung des zur Verfügung stehenden Datensatzes und der deskriptiven bzw. korrelativen Auswertungsmethode sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Dies bedeutet auch, dass die Ergebnisse aus der Analyse des Datensatzes für die Jahre 1993 bis 2007 nicht auf die zukünftige Entwicklung in der Hellwegbörde extrapoliert werden können.

Ergebnisse

Die Nutzung der Windenergie in der Hellwegbörde hat innerhalb des Untersuchungszeitraums von 1993 bis 2007 kontinuierlich zugenommen. Dies äußerte sich in einer zunehmenden Anzahl der WKA, der Zahl der Windparks, der gesamten installierten Leistung und, entsprechend der technischen Entwicklung, in einer zunehmenden Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Leistung der einzelnen Anlagen. Dabei ist ein Trend zu einer zunehmenden Konzentration der Anlagen in Windparks erkennbar, so dass bis zum Jahr 2007 271 WKA, von denen sich 219 (81%) auf 26 Windparks verteilen, im Untersuchungsgebiet befanden. Bei der Betrachtung der räumlichen Verteilung der WKA und der Nester der Wiesenweihen ist eine zweiphasige Entwicklung erkennbar. In den 1990er Jahren wurde der größte Teil der Anlagen noch in den höheren Lagen des Haarkammes und damit außerhalb des Verbreitungsschwerpunkts der Wiesenweihe in den tieferen Lagen der Hellwegbörde errichtet. Etwa ab dem Jahr 2001 folgten zunehmend Anlagen oder Windparks in den tieferen Lagen der Hellwegbörde und damit in größerer räumlicher Nähe zu den Brutgebieten der Wiesenweihe.

Im selben Zeitraum, in dem die Zahl der WKA stark zunahm, zeigte die Zahl der Wiesenweihen-Nester in der Hellwegbörde trotz jährlicher Schwankungen im Mittel eine rückläufige Entwicklung (Gesamt 595 Nester; maximal 56 Nester 1994, minimal 17 Nester 2006). Bei Betrachtung des Einflusses der Zahl der WKA auf die Zahl der Wiesenweihennester in 127 je 4 km² großen Rasterflächen war keine Wirkung der WKA auf die zeitliche Entwicklung der Zahl der Nester der Wiesenweihe nachweisbar. Dieses Ergebnis ist vermutlich vor allem durch die weitgehende räumliche Trennung der Standorte der WKA und der Brutgebiete der Wiesenweihe bedingt. Damit ist es unwahrscheinlich, dass die Bestandsabnahme der Wiesenweihe in der Hellwegbörde von 1993 bis 2007 auf die zunehmende Zahl der WKA zurückzuführen ist. Die langfristige Bestandsabnahme der Wiesenweihe ist wahrscheinlich vor allem durch Rückgang des Nahrungsangebots, vor allem auf Grund des Rückgangs von als Jagdflächen bedeutenden Ackerbrachen, bedingt.

In sieben von der Wiesenweihe besiedelten Feldfluren, in denen Windparks errichtet wurden, fanden nach der Errichtung der WKA nur noch einzelne Bruten in Entfernungen von durchschnittlich (Median) 500 m zur nächsten WKA statt, wobei keine Bruten innerhalb geschlossener Windparks festgestellt wurden.

Die Nistplatzwahl der Wiesenweihe wurde bei einer einfaktoriellen Betrachtung bestimmt durch die Landschaftsfaktoren Höhe über dem Meeresspiegel, Hangneigung, Abstand zum

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

nächsten vertikalen Landschaftselement, Abstand zur nächsten WKA und zum nächsten Windpark sowie, auf Grund des Kolonien bildenden Ansiedlungsverhaltens der Art, durch die Entfernung zum nächsten Nachbarnest. Die Nester befanden sich auf im Median weniger geneigten Flächen mit einem größeren Abstand zu flächigen Vertikalobjekten wie Wäldern und Siedlungen, sowie zu WKA und Windparks, als es bei zufälliger Verteilung zu erwarten war. Außerdem bevorzugten sie eine geringere Entfernung zum nächsten Nachbar, als bei zufälliger Verteilung der Neststandorte zu erwarten war. Wurde dieser Effekt des kolonieartigen Ansiedlungsverhaltens bei der Auswertung berücksichtigt, so befanden sich die Nester bzw. Koloniestandorte der Wiesenweihe auf niedrigerer Meereshöhe und auf weniger geneigten Flächen mit einem größeren Abstand zu vertikalen flächigen Landschaftselementen und WKA als bei einer rein zufälligen Verteilung zu erwarten war. Dabei waren die Nester in Kolonien brütender Wiesenweihen im Mittel weiter von der nächsten flächigen Vertikalstruktur, der nächsten WKA und dem nächsten Windpark entfernt als die Nester einzeln brütender Weihen. Die Mindestabstände, welche die Wiesenweihen gegenüber WKA und Windparks einhielten, lagen im Median der fünf Untersuchungsjahre in der Größenordnung von 500m. Wurden nur die Nester betrachtet, die sich im Umfeld von weniger als einem Kilometer um die nächste WKA befanden, hatten weder der Abstand zur nächsten WKA noch der Abstand zum nächsten Windpark einen Einfluss auf die Nistplatzwahl. Dieses Ergebnis ist auf Grund des geringen Stichprobenumfangs nicht gesichert.

Diese Ergebnisse wurden durch mehrfaktorielle logistische Regressionsmodelle, welche die Interaktion der unabhängigen Variablen berücksichtigen, bestätigt. Nach diesen Modellen wirkte sich ein zunehmender Abstand zum nächsten Nachbarn sowie zunehmende Höhe oder Hangneigung negativ, zunehmender Abstand zur nächsten flächigen Vertikalstruktur dagegen positiv auf die Wahrscheinlichkeit einer Weihenbrut aus. In keinem dieser Modelle hatte der Abstand zur nächsten WKA bzw. zum nächsten Windpark einen Einfluss auf die Nistplatzwahl der Wiesenweihe. Allerdings bestand in einigen Modellen ein signifikanter positiver Einfluss des Abstandes zum nächsten Hochspannungsmast und zur nächsten punktförmigen Vertikalstruktur als Kombination von Hochspannungsmasten und WKA. Demnach nahm die Wahrscheinlichkeit einer Weihenbrut mit zunehmenden Abstand zu diesen Strukturen zu.

Schlussfolgerungen

In dieser Studie wurde keine eindeutige, statistisch signifikante Beeinflussung der Bestandsentwicklung der Wiesenweihe in der Hellwegbörde durch WKA oder eine großräumige statistisch signifikante Meidung des Umfelds von WKA durch nistende Wiesenweihen festgestellt. Allerdings ist die vorliegende Analyse auf Grund der oben beschriebenen methodischen Einschränkungen auch nur dazu geeignet, relativ weitreichende und deutliche Auswirkungen von WKA auf die Verteilung von Wiesenweihennestern festzustellen. Deshalb ist es nicht möglich, aus den für die Untersuchungsperiode 1993 bis 2007 erzielten Ergebnissen dieser korrelativen Studie zuverlässige Vorhersagen für den weiteren Ausbau der Nutzung der Windenergie in der Hellwegbörde oder für Auswirkungen von WKA in anderen Brutgebieten der Wiesenweihe zu machen. Dies käme einer unzulässigen Extrapolation über den bisher beobachteten Wertebereich hinaus gleich. Im jetzigen Ausbaustadium ergaben sich trotz weitgehender räumlicher Trennung von WKA und Brutgebieten der Wiesenweihe Indizien dafür, dass WKA zu einer Beeinträchtigung des Lebensraumes der Wiesenweihe in der Hellwegbörde führen können. Wiesenweihen hielten einen Mindestabstand von durchschnitt-

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

lich (Median) etwa 500 m gegenüber WKA ein. In sieben von der Wiesenweihe besiedelten Feldfluren, in denen Windparks errichtet wurden, fanden nach der Errichtung der WKA nur noch einzelne Bruten in Entfernungen von durchschnittlich (Median) 500 m zur nächsten WKA statt, wobei keine Bruten innerhalb geschlossener Windparks festgestellt wurden. Darüber hinaus sprechen die Meidung vertikaler Landschaftsstrukturen und die in einigen logistischen Regressionen erkennbare Meidung von Hochspannungsmasten und punktförmigen Vertikalobjekten dafür, dass WKA als hohe vertikale Elemente den Lebensraum der Wiesenweihe beeinträchtigen können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Auswertungen können als Hinweis dafür gelten, dass durch die bisherige räumliche Trennung der Standorte der WKA und der Brutgebiete der Wiesenweihe mögliche Konflikte weitgehend vermieden werden konnten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass bei einem weiteren Ausbau der Windenergienutzung das für die Wiesenweihe als Brutgebiet nutzbare Areal in der Hellwegbörde beschnitten und dadurch eine für Brutgebiete erforderliche Mindestgröße an offenem Lebensraum unterschritten wird, insbesondere wenn es sich um kolonieartige Ansiedlungen mit entsprechend größerem Raumbedarf handelt. Bei Beanspruchung dieser Flächen durch sonstigen Flächenverbrauch (Rohstoffabbau, Ausdehnung von Siedlungen, Industrie, landwirtschaftliche Vorhaben) können WKA, die sich auf Grund planerischer Vorgaben auf die verbliebenen, auch für die Wiesenweihe als Brutgebiete notwendigen siedlungsfernen Offenlandbereiche konzentrieren, in den verbleibenden Restflächen zu einer weiteren Beschneidung dieser Gebiete beitragen. Insbesondere die Errichtung von weiteren ausgedehnten Windparks würde damit in direkte Flächenkonkurrenz zu den Brutgebieten der Wiesenweihe treten.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten lediglich Hinweise auf eine Meidung des Nahbereichs von WKA bzw. Windparks durch nistende Wiesenweihen gefunden werden. Würde daraus geschlossen, dass es keine Meidung von WKA durch nistende Wiesenweihen gibt, würde das bedeuten, dass damit ein potenziell höheres Risiko für Wiesenweihen besteht, mit den Rotoren von WKA zu kollidieren, weil sie sich im Nestbereich häufiger im Luftraum aufhalten. Auch wenn sich Jagdflüge überwiegend in geringerer Höhe bewegen, finden vor allem im Umfeld des Brutplatzes im Laufe der Brutzeit viele Flugbewegungen der Wiesenweihen in Höhenbereichen sich bewegender Rotoren der WKA statt. Hierzu gehören die Balzflüge der Paare, Warnen und Attackieren von Beutegreifern, Thermiksegeln der Männchen bei An- und Abflügen von oder zu den Jagdgebieten sowie die Übungsflüge der Jungvögel.

4.2.10 Literatur

- ABU (Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz (Hrsg.)) (1989): Atlas der Brutvögel des Kreises Soest/Mittelwestfalen. Bad Sassendorf Lohne.
- Arroyo, B.E. (1995): Breeding ecology and nest dispersion of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in Central Spain. PhD thesis. University Oxford.
- Arroyo, B.E., Garcia, J.T. & Bretagnolle, V. (2002): Conservation of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in agricultural areas. Ornithologischer Anzeiger 41: 119-134.
- Arroyo, B.E., Garcia, J.T. & Bretagnolle, V. (2004): Montagu's harrier. BWP update (The Journal of the Birds of the Western Palearctic) 6: 41-55.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

- Arroyo, B., Mougeot, F. & V. Bretagnolle (2001): Colonial breeding and nest defence in Montagu's harrier (*Circus pygargus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 50: 109-115.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2006): *Multivariate Analysemethoden*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Bartelme, N. (2005): *Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen*. 4. Aufl., Springer. Berlin.
- Bauer, H., P. Berthold, P. Boye, W. Knief, P. Südbeck & Witt, K. (2002): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 3, überarbeitete Fassung. *Berichte zum Vogelschutz* 39: 13-60.
- Bauer, H.G., E. Bezzel & Fiedler, W. (2005): *Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas*. 3 Bände. Aula Verlag, Wiesbaden.
- Barrios, L. & Rodriguez, A. (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72–81.
- Bergen, F. (2001): Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher/Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. *Vogelkdl. Ber. Niedersachsen* 33: 88-96.
- Boschert, M. (2005): Vorkommen und Bestandsentwicklung seltener Brutvogelarten in Deutschland 1997 bis 2003. *Vogelwelt* 126: 1–51.
- Braband, D., H. Illner, P. Salm, A. Hegemann, & M. Sayer, M. (2006): Erhöhung der Biodiversität in einer intensiv genutzten Bördelandschaft Westfalens mit Hilfe von extensivierten Ackerstreifen. Abschlussbericht, Bad Sassendorf Lohne.
- Bright, J.A., Langston, R.H.W., Bullman, R., Evans, R.J., Gardner, S, Pearce-Higgins, J. & Wilson, E. (2008): Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation* 141: 2342 –2356.
- Bunzel-Drüke, M. & Schulze-Schwefe, K.H. (1994): Windkraftanlagen und Vogelschutz im Binnenland. *Natur und Landschaft* 69: 100-103.
- Bürgener, M. (1963a): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 110 Arnsberg. *Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands*. Selbstverlag, Bundesanstalt für Landeskunde, Bad Godesberg.
- Bürgener, M. (1963b): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 111 Arolsen. *Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands*. Selbstverlag, Bundesanstalt für Landeskunde, Bad Godesberg.
- Clarke, R. (1996): *Montagu's Harrier*. Arlequin Press. Chelmsford.
- Cornulier, T. de & Bretagnolle, V. (2006): Assessing the influence of environmental heterogeneity on bird spacing patterns: a case study with two raptors. *Ecography* 29: 240-250.
- Dickmann, F. & Zehner, K. (1999): *Computerkartographie und GIS*. Westermann, Braunschweig.
- Ender, C. (2008): Wind Energy Use in Germany - Status 30.06.2008. *Dewi Magazin* 17/33: 24-36.
- Glimm, D., Hölker, M. & Prünke, W. (2001): Brutverbreitung und Bestandsentwicklung der Wiesenweihe in Westfalen. *LÖBF Mitteilungen* 2/01:57-67.
- Grajetzky, B. & Nehls, G. (2014): Telemetrische Untersuchungen von Wiesenweihen in Schleswig-Holstein. In: Hötker, H., Krone, O. & Nehls, G.: *Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge*. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

- Griesenbrock, B. (2006): Habitat und Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* L. in der Hellwegbörde. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsökologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- Hölker, M. (1994 - 2006): Schutzprogramm für Wiesenweihen und Rohrweihen in Mittelwestfalen. Jahresberichte 1993 bis 2005. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz (Hrsg.), Bad Sassendorf Lohne.
- Hölker, M. (2004): Die Vogelgemeinschaft der ackerbaulich geprägten Feldlandschaft der Hellwegbörde. Dissertation, Westfälische-Wilhelms-Universität Münster.
- Hötker, H. (2006): Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 40 pp.
(http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/impact_of_repowering.pdf)
- Hötker, H. (ed.)(2009): Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions. Bergenhusen. Documentation of an international workshop in Berlin, 21st and 22nd October 2008. Extended abstracts of talks and brief summaries of discussions. Bergenhusen.
http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsites/birds_of_pre_and_windfarms_documentation_2009.pdf
- Illner, H. (2007, 2008): Schutzprogramm für Wiesenweihen und Rohrweihen in Mittelwestfalen. Jahresberichte 2006 bis 2007. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz (Hrsg.), Bad Sassendorf Lohne.
- Illner, H. & Steinwarz, D. (2003): Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen zum E+E-Vorhaben des BfN „Biotopvernetzende Maßnahmen zur Reaktivierung des biologischen Potentials und zum Bodenschutz am Haarstrang bei Rüthen/Kreis Soest“. Teil I, Grundlagen. ABU (Hrsg.), Bad Sassendorf.
- Jenness, J. (2005): Random Point Generator 1.3.
http://www.jennessent.com/arcview/random_points.htm.
- Kampik, F. (1995): Windkraft in Turbulenzen?. ABUinfo19: 32-34.
- Kitowski, I. (2003): Inter-specific and temporal differences in brood defence of adult Montagu's harriers *Circus pygargus* and Marsh harrier *Circus aeruginosus* against foxes *Vulpes vulpes* and avian intruders during the post-feldging dependy period. Biota 4: 57-66.
- Koks, B. & Visser, E. (2000): Predatie door vossen *Vulpes vulpes* op broedende Grauwe Kiekendieven *Circus pygargus*. De Takkeling 8: 211-217.
- Koks, B. & Visser, E.G. (2002): Montagu's Harrier *Circus pygargus* in the Netherlands: Does nest protection prevent extinction? Ornithologischer Anzeiger 41: 159-166.
- Koks, B.J., Trierweiler, C., Visser, E.G., Dijkstra, C. & Komdeur, J. (2007): Do voles make agricultural habitat attractive to Montagu's Harrier *Circus pygargus*? Ibis 149: 575-586.
- Krogulec, J. (1993): Status, population trends, breeding habitats and conservation problems of Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in Poland. 29-30. In: Clemens, C. (Hrsg.): International Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) Conference. Kiel.
- Kruckenbergh, H. & Borbach-Jaene J. (2001): Auswirkung eines Windparks auf die Raumnutzung nahrungssuchender Blessgänse- Ergebnisse aus einem Monitoringprojekt mit Hinweisen auf ökoethologischen Forschungsbedarf. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33: 103-109.
- LDS (Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen) (2003): Statistische Rundschau für die Kreise Nordrhein-Westfalens. Kreis-Soest. Düsseldorf.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

- LVERMA NRW (Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen) (1999, 2000): ATKIS-Geodaten. Geobasisdaten Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen. Bad Godesberg.
- LVERMA NRW (Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen) (2001): Das Digitale Geländemodell 5 (DGM5). Geobasisdaten Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen. Bad Godesberg.
- LVERMA NRW (Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen) (2008): Landschaftsinformation – Höhenmodelle. Abgerufen: Mai 2008.
- LWK (Landwirtschaftskammer Westfalen Lippe) (2004): Zahlen zur Landwirtschaft in Westfalen-Lippe. Münster.
- LWL (Landschaftsverband Westfalen-Lippe) (2007): Kulturlandschaftlicher Fachbeitrag zur Landesplanung in Nordrhein-Westfalen.
- Larsen, J.K. & Madsen, J. (2000): Effects of wind turbines and other physical elements on field utilisation by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchos*): a landscape perspective. *Landscape Ecology* 15: 755-764.
- Leddy, K.L., Higgins, K.F. & Naugle, D.E. (1999): Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Research Program grasslands. *Wilson Bulletin* 111: 100-104.
- Leukuona, J.M. & Ursula, C. (2007): Avian mortality in wind power plants of Navarra (northern Spain). S. 177-192 in Lucas M.D., Janss G.F.E. & Ferrer M. (Hrsg.)(2007): *Birds and Wind Farms. Risk Assessment and Mitigation*. Quercus, Madrid.
- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006): *Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens*. Kosmos, Stuttgart.
- Meisel, S. (1959): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 98 Detmold. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Selbstverlag, Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen.
- Meisel, S. (1960): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 99 Münster. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. - Selbstverlag, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- Müller, A. & Illner, H. (2001): Beeinflussen Windenergieanlagen die Verteilung rufender Wachtelkönige und Wachteln? Vortragskurzfassung Tagung „Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“ an der Technischen Universität Berlin, 29./30.Nov.2001.
- Newton, I. (1979): *Population Ecology of Raptors*. T. and A. D. Poyser, Berkhamsted.
- NWO (Nordrhein-Westfälische Ornithologengesellschaft (Hrsg.) (2002): *Die Vögel Westfalens. Ein Atlas der Brutvögel von 1989 bis 1994*. Beitr. z. Avifauna Nordrhein-Westfalens, Bd. 37. Bonn.
- Pearce-Higgins, J.W., Leigh, S., Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. & Bullman, R. (2009): The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*. 46: 1323-1331.
- Peitzmeier, J. (1969): Avifauna von Westfalen. *Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen* 31: 3.
- Sayer, M., Bittner, H.J., Körner, M., Schaefer, M., Dornieden, K., Illner, H., Lücke, K. Lutze, A. & Nickel, H. (2003): Straßenbedingte Auswirkungen auf die Pflanzen- und Tierwelt benachbarter Biotope. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 865*: 1-136
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2008): Bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management* 72: 215–223.

4.2 Wiesenweihen in der Hellwegbörde

- Sudmann, S.R., Grüneberg, C., Hegemann, A., Herhaus, F., Mölle, J., Nottmeyer-Linden, K., Schubert, W., von Dewitz, W., Jöbges, M. & Weiss, J. (2009): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten Nordrhein-Westfalens 5. Fassung – gekürzte Online-Version. NWO & LANUV (Hrsg.).
- Südbeck, P., H.G. Bauer, H.G., Boschert, M., Boye, P. & Knief, W. (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 4. Fassung, 30. November 2007. Berichte zum Vogelschutz 44: 23-81.
- Trierweiler, C. Visser, E.G., Arisz, J. & Koks, B.J. (2008): Habitatgebruik van Grauwe Kiekendieven *Circus pygargus* in het agrarisch landschap 2003-2006 onderzocht m.b.v radiotelemetrie. Bericht der Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, 86 pp (www.grauwekiekendief.nl).
- Whitfield, D.P. & Madders, M. (2006): A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. Natural Research Information Note 1 (revised). Natural Research Ltd, Banchory, UK.

4.3 Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* in Nordfriesland

Leonid Rasran, Kai-Michael Thomsen

Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen leonid.rasran@boku.ac.at

4.3.1 Einleitung

Dieser Teilbericht ist als Ergänzung zu der in der Hellwegbörde (NRW) durchgeführten umfassenden Studie zur Nistplatzwahl von Wiesenweihen und deren Interaktionen mit Windenergieanlagen (siehe Teilprojekt Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Bestand und die Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* in der Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen) zu sehen. Nordfriesland ist neben der Hellwegbörde und den Mainfränkischen Platten ein wichtiges Brutgebiet der Wiesenweihe in Deutschland und unterscheidet sich geographisch stark von den beiden anderen genannten Gebieten. Gleichzeitig gehört Nordfriesland zu den führenden Regionen im Hinblick auf die Windkraftentwicklung. Die ersten Anlagen wurden hier sehr früh, vor Beginn der 1990er Jahre, installiert. Im Gegensatz zur Hellwegbörde ist das gesamte Gebiet einheitlich gestaltet, ohne größere Gliederung durch ein Höhen-Relief oder durch zusammenhängende Waldflächen bzw. Siedlungsräume, mit Ausnahme des Stadtgebiets von Husum. Damit war die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung zu analysieren, ob die in der Hellwegbörde gewonnenen Aussagen über die Nistplatzwahl und den Einfluss von Windkraftanlagen auf Brutplätze von Wiesenweihen auf ein weiteres Gebiet übertragbar sind, oder ob die geographischen Besonderheiten von Nordfriesland das Verhalten von Wiesenweihen bei der Nistplatzwahl in besonderem Maße beeinflussen.

4.3.2 Methoden

4.3.2.1 Gebietsbeschreibung Das Untersuchungsgebiet „Köge in Nordfriesland“ umfasste die Küstenmarschen von Schleswig-Holstein von der dänischen Grenze im Norden bis zur Eidermündung im Süden. Die Gesamtfläche betrug 960 km² und war in 198 eingedeichte Köge von sehr unterschiedlicher Größe (von 1,2 km² bis 100 km²) aufgeteilt. Die menschlichen Siedlungsräume waren ausgedehnt aber klein strukturiert, bestehend aus kleinen Dörfern und einzelnen Gehöften. Der Waldfläche lag unter 2%. Damit nahmen die Landschaftsräume die als potentielle Brutgebiete für Wiesenweihen dienen könnten, über 90 % des Territoriums ein. Dazu gehörten Ackerflächen (überwiegend Getreide), Grünland, Salzmarschen, Heiden und Moore. Das Verhältnis zwischen Acker- und Dauergrünland im Gebiet entsprach beinahe 1:1. In Nordfriesland wurde, ähnlich wie in den anderen Verbreitungsräumen, eine wachsende Präferenz der Wiesenweihe für Wintergetreide als Nistplatz beobachtet.

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

tet (Gahrau & Schmäser 2007). Ein wichtiges Nahrungshabitat waren die außendeichs gelegenen Salzwiesen der Küste (Glutz v. Blotzheim et al. 1989, siehe auch Kap. 4.1).

Der Landkreis Nordfriesland ist deutschlandweit führend auf dem Gebiet der Windenergiegewinnung. Die Stromproduktion durch Windkraft betrug im Untersuchungszeitraum ca. 2 Mio. MWh/Jahr und entsprach über 180% des Eigenbedarfes des Landkreises (EnergyMap.info 2011). Die Zahl der Anlagen stieg von 44 im Jahre 1990 auf 386 im Jahre 1995 (WKA-Betreiber Datenbank, Keiler 2008), und stagnierte seitdem auf diesem Niveau (Abb. 4-34). Die Gesamtleistung der Anlagen stieg jedoch weiter, insbesondere seit 2002 ein flächendeckendes Repowering einsetzte, durch das alte, kleinere Anlagen durch moderne, größere und leistungsstärkere ersetzt wurden. Die durchschnittliche Nennleistung pro Anlage stieg so von 300 kWh im Jahr 1995 auf über 1000 kWh im Jahr 2007. Die Positionen und die wichtigsten technischen Spezifikationen der Windkraftanlagen im Untersuchungsgebiet wurden nachrecherchiert und in einer Datenbank sowie im GIS registriert.

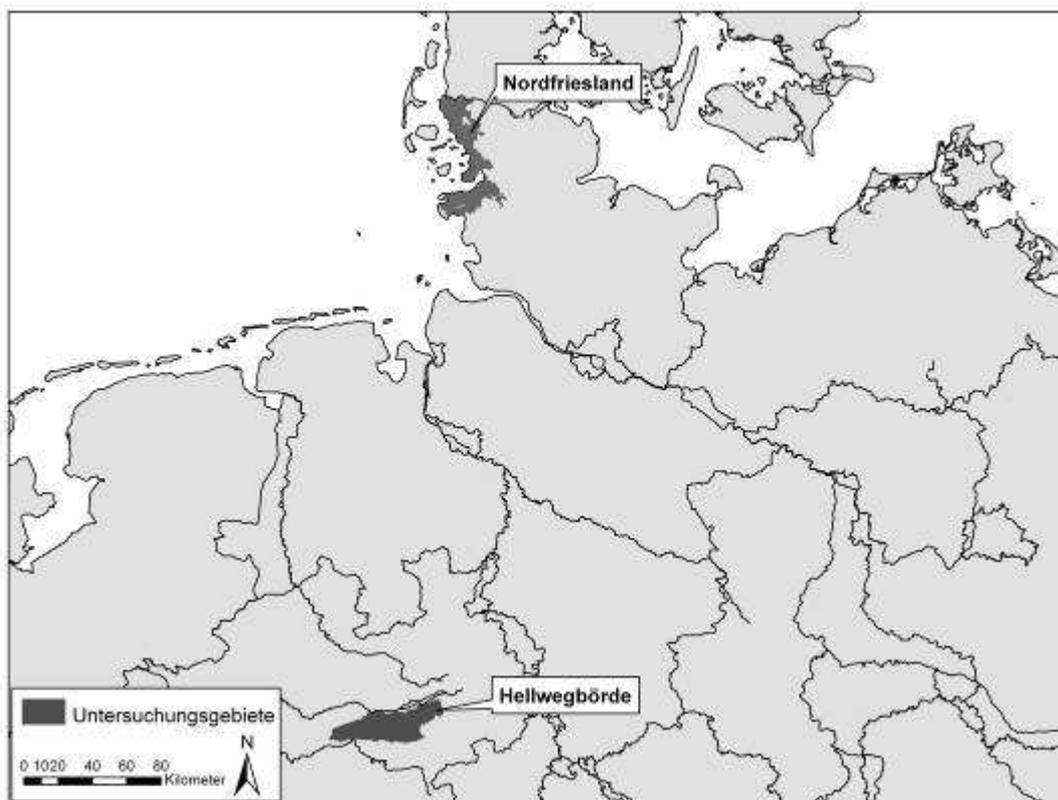


Abb. 4-33: Lage der beiden Untersuchungsgebiete in Deutschland (Hellwegbörde und Nordfriesland).

4.3.2.2 Erfassung der Wiesenweihen

Im Zeitraum 1995-2006 wurden Neststandorte von Wiesenweihen in den Kögen Nordfrieslands von zahlreichen ehrenamtlichen Helfern erfasst und in GIS-Karten eingetragen (Wildtierkataster SH). Beobachterabhängige Lokalisationsfehler traten zwar auf, in der Regel aber war eine Lokalisation bis auf den Ackerschlag bzw. die Grünlandparzelle genau möglich. In den Fällen, wo das Nest nicht direkt geortet werden konnte, diente das territoriale Verhalten adulter Vögel als Brutbeleg.

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

4.3.2.3 Datenanalyse

4.3.2.3.1 Umgebungsstrukturen

Um den Einfluss von Windkraftanlagen und anderen Landschaftselementen auf die Nestplatzwahl von Wiesenweihen zu vergleichen, wurden Positionen von Wiesenweihenhorsten mit Positionen der Windkraftanlagen unter Angabe des Errichtungs- bzw. Stilllegungszeitpunkts sowie technischen Angaben zu den WKA verschnitten. Auf diese Weise war es möglich, Angaben zur Anzahl und Nennleistung der WKAs im Umkreis von 1 km (3,14 km²) um jedes bekannte Nest für alle Untersuchungsjahre zu bestimmen. Da die Nestplatzwahl bei Wiesenweihen schon kurz nach der Ankunft aus den Überwinterungsgebieten im April stattfindet, wurden nur Windkraftanlagen berücksichtigt, die in dem jeweiligen Jahr vor Ende März in Betrieb genommen worden waren. Der Parameter „Nennleistung“ wurde ausgewählt, da dieser Wert mit den meisten für ornithologische Fragestellungen relevanten Parametern wie Rotordurchmesser, Nabenhöhe, Flächenanspruch oder Lärmpegel korreliert ist (siehe z.B. Hötter 2006). Als Gegenprobe zu den Neststandorten wurden per Zufallsverfahren innerhalb der potentiell für Wiesenweihen geeigneten Habitats der nordfriesischen Köge 50 Referenzpunkte ausgewählt, für die die gleichen Parameter (Anzahl und summierte Nennleistung der WKAs) erhoben wurden. Der Einfluss der Windkraftanlagen auf die Nestplatzwahl der Wiesenweihen wurde statistisch mit Hilfe linearer gemischter Modelle analysiert. Diese Methode besteht darin, die zeitliche Veränderung der Anzahl und Leistung der Windkraftanlagen in der Umgebung der Nester als eine Kurvenfunktion zu modellieren. Die Entwicklungen der WKA um die Referenzpunkte wurden repräsentativ für das ganze Untersuchungsgebiet in gleicher Weise dargestellt und die Verläufe beider Kurven durch Varianzanalysen verglichen. Nur wenn die Unterschiede zwischen den beiden Kurven signifikant ausfallen, also die zufälligen Fluktuationen übersteigen, kann ein Einfluss der Windkraftanlagen auf die Wahl des Neststandorts angenommen werden.

Da die meisten der weiteren Standortparameter wie z.B. die absolute Höhe oder Hangneigung, deren Einfluss bei der Nesthabitatwahl in der Hellwegbörde getestet wurden, für Nordfriesland als nicht oder nur wenig relevant erachtet wurden, wurde lediglich der Abstand zwischen dem Nestplatz (bzw. Zufallspunkt im Referenzdatensatz) und der nächstgelegenen Salzmarsch für die weiteren Analysen verwendet. Da die Daten in diesem Fall die Voraussetzungen für eine ANOVA nicht erfüllten, wurden Unterschiede zwischen Neststandorten und Zufallspunkten durch die gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung robusten statistischen Maßzahlen Median und Quartile charakterisiert und durch den nicht-parametrischen, auf Rängen beruhenden Wilcoxon-Test auf Signifikanz geprüft. Dasselbe Verfahren wurde in der Hellwegbörde bei der Analyse der Umgebungsstrukturen verwendet.

4.3.2.3.2 Rasteranalyse

Zur Untersuchung des Einflusses der Windenergieentwicklung auf den Bestand der Wiesenweihen in Nordfriesland wurde analog zur Hellwegbörde das gesamte Gebiet in Rasterzellen mit einer Seitenlänge von zwei Kilometern aufgeteilt. Die Größe dieser Zellen ergab sich aus der Anforderung, eine ausreichende Anzahl von Rasterzellen zu erhalten, in denen sowohl

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

Wiesenweihen brüteten als auch WKA errichtet wurden. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der Hellwegbörde ist durch die Verwendung der gleichen Rasterzellengröße (4 km²) möglich (vgl. Tab. 4-25). Innerhalb jeder Rasterzelle wurden für jedes Jahr (1995 bis 2003 und 2006) die Anzahl der Nester und die Anzahl der WKA sowie die Gesamtleistung der WKA aufgenommen. Für die Rasterflächen, in denen mindestens eine Brut stattfand oder mindestens eine WKA in Betrieb ging, wurde jeweils der Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Zahl der Wiesenweihen-Nester in diesem Raster und der Zahl der WKA in einer Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwertwiederholung betrachtet. Dieses Verfahren testet die 0-Hypothese der zufälligen Verteilung der Nester im Raster gegen die Hypothese 1 der zeitlich abhängigen Verteilung, die wiederum gegen die Hypothesen 2 bzw. 3 getestet wird, die die Anzahl bzw. summare Leistung der Windkraftanlagen im Raster als zusätzliche Parameter berücksichtigen. Damit kann festgestellt werden, ob die Anzahl der Wiesenweihen-Nester pro Rasterzelle durch die Zahl der WKA in derselben Zelle beeinflusst wird. Die Messwertwiederholung berücksichtigt, dass es sich bei einer Zeitreihe innerhalb einer Rasterzelle nicht um eine unabhängige Stichprobe handelt.

Alle Auswertungen erfolgten mit statistischen Softwareprogramm R (R development core team 2008).

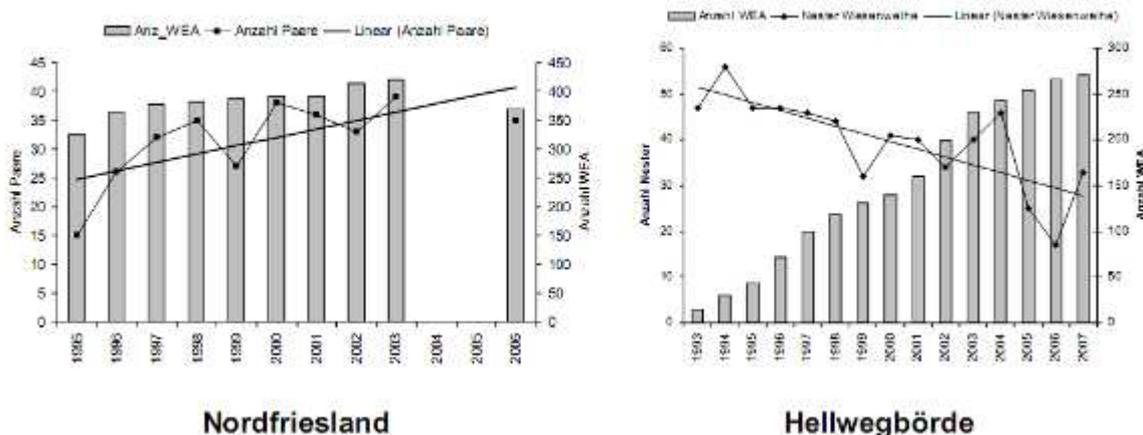


Abb. 4-34: Entwicklung der Wiesenweihenpopulation (Durchgezogene Linie mit Kreisflächen; Anzahl Brutpaare) in Nordfriesland und in der Hellwegbörde im Vergleich zum Windenergieausbau (graue Säulen; Anzahl Windenergieanlagen).

Tab. 4-25: Verteilung der Rasterquadrate in den beiden Untersuchungsgebieten nach Vorkommen von Wiesenweihennester bzw. Windkraftanlagen.

	Untersuchungs- gebiet	WEA oder WW-Nester	WW-Nester	WEA	WEA und WW_Nester
Hellwegbörde 1993 – 2007	316	127	63	48	16
Nordfriesland 1995 – 2006	320	157	103	92	38

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

4.3.3 Ergebnisse

Im Gegensatz zur Hellwegbörde, wo die Anzahl von Wiesenweihennestern einem negativen Trend unterlag (lineare Regression $R^2=0.55$, $p<0,001$, Abb. 4-34) ist die Zahl der Brutpaare in Nordfriesland im Zeitraum 1995-2006 leicht gestiegen (lineare Regression, korr. $R^2=0.35$, $p<0.05$). Die Bestandhöhe schwankte zwischen 15 Paaren 1995 und 39 Paaren 2003 (Median = 34).

4.3.3.1 Umgebungsstrukturen

Im Untersuchungsgebiet Nordfriesland war im Zeitraum 1995-2006 keine signifikante Zunahme der Dichte der Windkraftanlagen festzustellen (Abb. 4-34). Die Zahl der Einzelanlagen änderte sich nicht wesentlich, was ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zur Situation in der Hellwegbörde darstellt. In der Hellwegbörde war die Anzahl der Anlagen gerade im Untersuchungszeitraum stark angestiegen. Durch das Repowering wurden im Untersuchungszeitraum in Nordfriesland viele der älteren, kleineren Anlagen durch größere, leistungsstärkere ersetzt, was zu einer signifikanten Zunahme der Nennleistung geführt hat (Tab. 4-26) Ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Anlagendichten zwischen den tatsächlichen Neststandorten und zufällig gewählten Referenzpunkten konnte hingegen nicht festgestellt werden.

Tab. 4-26: Ergebnisse der Varianzanalyse zwischen den Nest- und Referenzstandorten im Zeitverlauf (gemischtes lineares Modell).

Faktor			Anzahl WKAs		Nennleistung	
	numDF	denDF	F	p	F	p
(intercept)	1	650	30,99	<0,0001	19,58	<0,0001
Zeit	1	650	1,36	ns	14,32	<0,001
Standort (Nest vs. Referenzpunkt)	1	86	2,26	ns	1,37	ns
Zeit x Standort	1	650	0,2	ns	4,74	<0,05

Die Anzahl und Leistung der Windkraftanlagen in Horstnähe schwankte stark zwischen den Jahren und lag teilweise über den Werten für die Referenzflächen (Abb. 4-36). Diese Schwankungen, resultierend aus ständig wechselnden Nestpositionen, zeigten jedoch keine signifikante Tendenz in Relation zu den zufällig gewählten Referenzpunkten (Tab. 4-26). Es konnte auf der Maßstabsebene von einem Kilometer weder eine Meidung noch eine Affinität der Wiesenweihen hinsichtlich ihrer Horststandortwahl gegenüber Windkraftanlagen in ihrer Umgebung statistisch belegt werden.

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

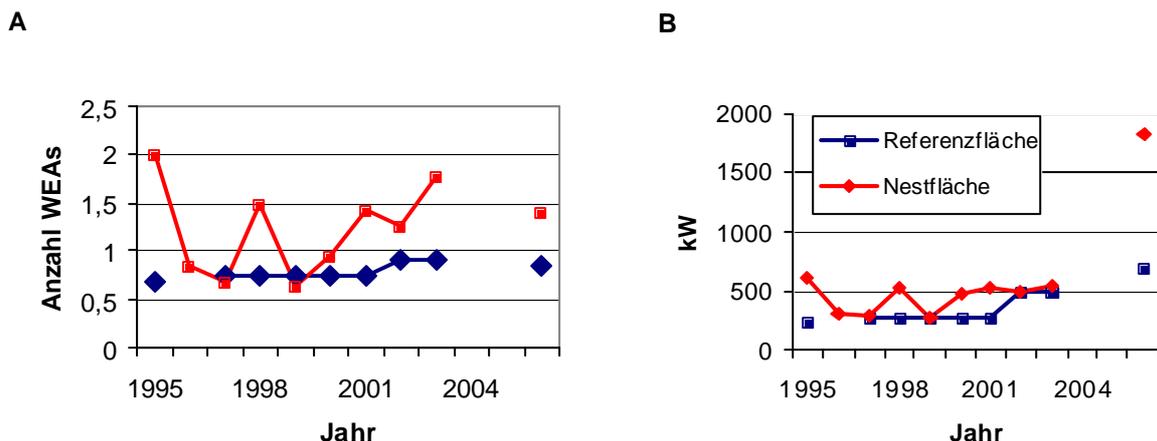


Abb. 4-35: Anzahl (A) und summierte Nennleistung der Windkraftanlagen (B) in 1 km Umkreis um die Neststandorte und die zufällig gewählten Referenzpunkte (Mittelwerte dargestellt).

Die Entfernungen von Neststandorten und Referenzpunkten zu den nächstgelegenen Salzwiesen (Abb. 3-36) unterschieden sich nur geringfügig (Nest – Median = 4958 m, Referenzpunkt – Median = 4239 m). Ein Wilcoxon-Rang-Summen-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Stichproben ($W=7592$, $p=0,61$).

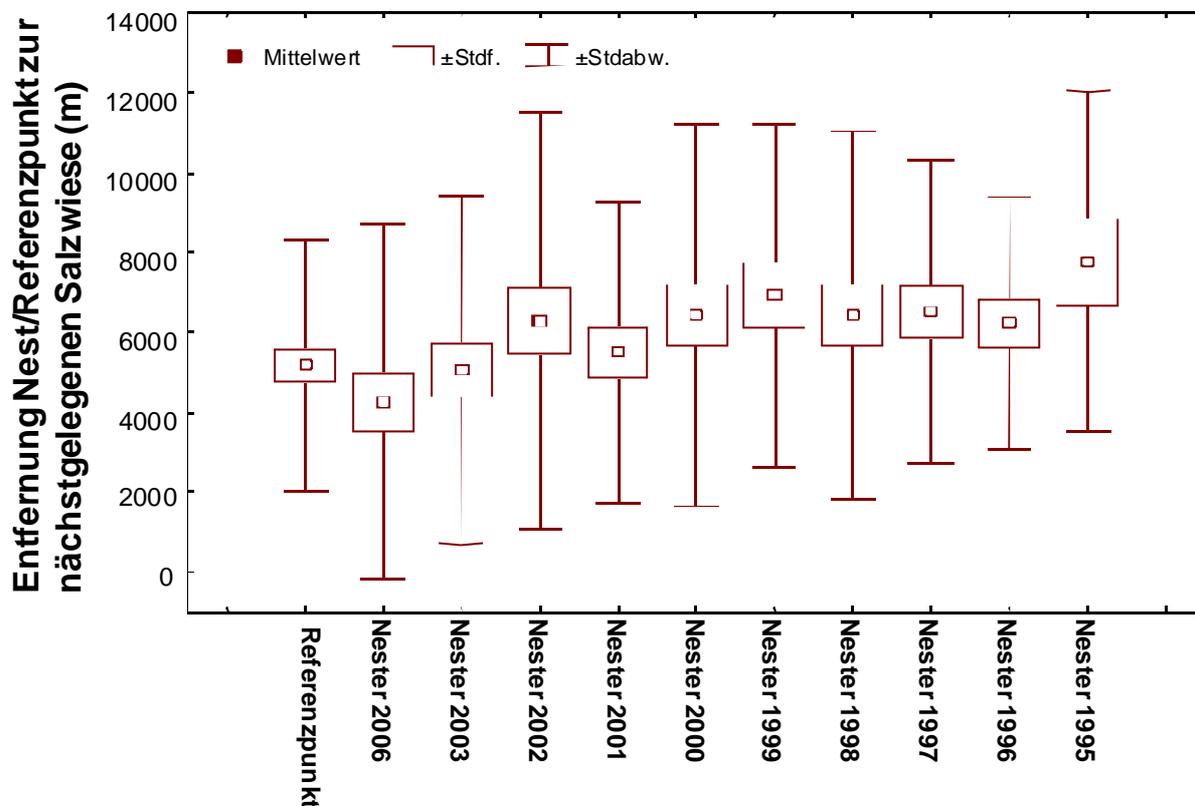


Abb. 4-36: Entfernungen zufällig gewählter Referenzpunkte und Wiesenweihen-Horststandorte zu den nächstgelegenen Salzwiesen (außendeichs) in verschiedenen Jahren.

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

4.3.3.2 Rasteranalyse

Die Anzahl der Rasterzellen, die einerseits mindestens eine Windkraftanlage beinhalten, andererseits mindestens einmal im untersuchten Zeitraum als Neststandort von Wiesenweihen genutzt worden sind, ist bei einer ähnlichen Gesamtzahl der Rasterzellen in Nordfriesland deutlich höher als in der Hellwegbörde (Tab. 4-25). In beiden Gebieten spielt eine zeitliche Komponente eine Rolle, d. h. die Verteilung der Nester im Raster im Laufe der Jahre unterschied sich von einer hypothetischen zufälligen, zeitunabhängigen Verteilung (H0). Für Nordfriesland ließ sich zusätzlich eine Korrelation mit der Zahl der Windkraftanlagen belegen. Anders als in der Hellwegbörde brüteten in Nordfriesland angesichts der steigenden Siedlungsdichte immer mehr Paare in Rasterzellen, in denen sich WKA befanden (signifikanter Zusammenhang bei H2, Tab. 4-27).

Tab. 4-27: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwertwiederholung zum Einfluss der Zahl und der Nennleistung errichteter WKA auf die Zahl der Nester (Anzahl Nester) der Wiesenweihe in 4 km² großen Rasterzellen in der Hellwegbörde 1993 bis 2007 und in Nordfriesland 1995 bis 2006. Hypothesen: H0 = Anzahl der Nester ist zufallsverteilt, H1 = Anzahl Nester ändert sich anhängig von der Zeit, H2 = Verteilung der Nester im Laufe der Zeit ist abhängig von der Zahl der WKA, H3 = Verteilung der Nester im Laufe der Zeit ist abhängig von der Leistung der WKA (df – Anzahl Freiheitsgrade, AIC - Akaikes Informationskriterium, BIC - Bayessches Informationskriterium, logLik – Likelihood-Wert der logarithmischen Funktion, L.Ratio – Wert des Likelihood-Ratio-Tests, p – Signifikanzniveau). Die Faktoren mit signifikantem Einfluss sind hervorgehoben.

Hellwegbörde						
Test	df	AIC	BIC	logLik	Lratio	p
H0	4	4111.209	4133.417	-2051.604		
H0 vs H1	5	4108.646	4136.407	-2049.323	4.562969	0.0327
H1 vs H2	6	4110.461	4143.774	-2049.23	0.184811	0.6673
H1 vs H3	6	4110.561	4143.874	-2049.28	0.085028	0.7706

Nordfriesland						
Test	df	AIC	BIC	logLik	Lratio	p
H0	4	2168.014	2189.449	-1080.007		
H0 vs H1	5	2164.416	2191.211	-1077.208	5597.607	0.018
H1 vs H2	6	2162.02	2194.173	-1075.01	4396.167	0.036
H1 vs H3	6	2163.758	2195.911	-1075.879	2658.391	0.103

4.3.4 Diskussion

Bei der Interpretation der Ergebnisse statistischer Tests müssen folgende Bemerkungen gemacht werden: Im Gegensatz zu den Wiesenweihennestern, die eine Bestandsdauer von einer Saison haben, sind die Referenzpunkte einmalig ausgewählt. So spiegeln die Entwicklungen in ihrer Umgebung die tatsächliche Veränderung von Anzahl und Leistung der Windkraftanlagen im Laufe der Zeit wider. Die Verteilung und Dichte der Wiesenweihennester

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

schwanken hingegen stark von Jahr zu Jahr. Unter diesen Umständen steigt die Wahrscheinlichkeit des β -Fehlers, also der Feststellung einer Korrelation, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Dennoch zeigen die Ergebnisse der Modellrechnung (Tab. 4-26), dass eine Beeinflussung der Nestplatzwahl durch die Anwesenheit der Windkraftanlagen auf der gewählten, vergleichsweise großen Maßstabsebene von einem Kilometer unwahrscheinlich ist. Dies schließt ein Meideverhalten in der näheren Umgebung zu WKA aber nicht aus. Im Rahmen der Analyse konnte wegen der Ungenauigkeit der Bestimmung der Neststandorte (siehe oben) kein feineres Raster gewählt werden.

Die Aktionsradien der Vögel waren mit knapp 1 km überwiegend klein (vgl. Kap. 4.1). Längere Jagdflüge kamen selten vor, überwiegend wurde in der näheren Umgebung der Horste gejagt. Entgegen der Beobachtungen aus den Küstengebieten der Niederlande (z.B. Trierweiler et al. 2008), waren Nahrungsflüge in die einige Kilometer weit entfernten Salzwiesen selten und für das Verhalten der Vögel unbedeutend. Die Nähe dieser potentiellen Nahrungsgebiete spielte also keine entscheidende Rolle bei der Nesthabitatwahl.

Während in der Hellwegbörde eine klare naturräumliche Trennung zwischen den Tieflagen entlang der Lippe (Schwerpunkt der Wiesenweihenverbreitung) und dem höher gelegenen Haarkamm (Schwerpunkt der Verbreitung der WKA) automatisch zur Trennung der Nestplätze und Windkraftanlagen führte, fehlten in Nordfriesland diese „natürlichen“ Trennungsbedingungen. Alleine dadurch war die Überschneidungswahrscheinlichkeit von Neststandort und Windkraftanlage größer. Hinzu kam, dass in den Kögen Nordfrieslands kaum größere Siedlungsräume oder Wälder existierten, so dass die Standorte, die für Wiesenweihen potentiell geeignet waren, beinahe flächendeckend im Gebiet vorkamen. Ähnliches galt auch für die Gebiete, die für Windparks ausgewiesen wurden. Der Effekt der Nutzung der gleichen Räume durch Vögel und Windkraftbetreiber konnte eine statistische Korrelation zwischen den Anzahl von Nester und Windkraftanlagen in Raster erklären. Dass es sich dabei um eine kausale Korrelation handelte, ist unwahrscheinlich.

Insgesamt zeigten Wiesenweihen bei der Nestplatzwahl in Nordfriesland keine klaren Meidungsreaktionen gegenüber Windkraftanlagen. In Gegenteil - es wurden weitgehend dieselben Räume genutzt. Unter diesen Umständen ist das Risiko von Kollisionen nicht zu vernachlässigen. Dieser Sachverhalt wird in den Kapiteln 4.1 und 6.3 genauer betrachtet. Ein Vergleich der hier vorgestellten Ergebnisse mit anderen Brutgebieten der Art ist nur unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gliederung dieser Gebiete möglich.

4.3.5 Literatur

EnergyMap.info (2011): Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.,
<http://www.energymap.info>

Gahrau, C., Schmüser, H. (2007): Wiesenweihe. In: Landesjagdverband Schleswig-Holstein (Hrsg.): Wildzustandsbericht 2007. Landesjagdverband Schleswig-Holstein, Flintbek.

Glutz v. Blotzheim, U. N., Bauer, K. M. & Bezzel, E. (1989): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 4., 2. Aufl., AULA-Verlag, Wiesbaden, S. 380-406.

Hötker, H. (2006): Auswirkungen des "Repowerings" von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

4.3 Wiesenweihen in Nordfriesland

Keiler, J. (2008). Windkraft Betreiber-Datenbasis: Register/Errichtungsdaten deutscher Windanlagen. <http://www.btrdb.de/>

R development core team (2008): <http://www.r-project.org/>

Trierweiler, C. Visser, E.G., Arisz, J. & Koks, B.J. (2008): Habitatgebruik van Grauwe Kiekendieven *Circus pygargus* in het agrarisch landschap 2003-2006 onderzocht m.b.v radiotelemetrie. Bericht der Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, 86 pp. (www.grauwekiekendief.nl).

5 Untersuchungsergebnisse Seeadler und WKA

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg

Oliver Krone¹, Gabriele Treu¹, Thomas Grünkorn²

¹ Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin Krone@izw-berlin.de

² BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum

5.1.1 Einleitung und Fragestellung

Im Herbst 2010 wurde von der Europäischen Kommission der Bericht "Wind Energy Developments and Natura 2000" veröffentlicht, in dessen Anhang (EU guidance ANNEX II) die Vogelarten aufgelistet wurden, die laut EU einem Kollisionsrisiko mit WKA ausgesetzt sind oder negativ beeinflusst werden. Dabei wurde das Kollisionsrisiko zwischen gering bis sehr hoch in fünf Klassen („Kollisionsrisiko-Indices“) eingestuft. Nach der EU-Einschätzung wird das Kollisionsrisiko der Seeadler als „sehr hoch“ bewertet.

Von 2002 bis 2012 wurden 75 Seeadler-Kollisionen an WKA in Deutschland gemeldet (LUGV 2012). Da in Deutschland bisher keine systematische Totfundsuche in Windparks erfolgte, spiegeln die bisher verzeichneten Seeadlerverluste meistens zufällige Funde wider. Die tatsächliche Kollisionsrate könnte deutlich höher liegen, zumal die Kadaver von Aasfressern gefressen oder verschleppt werden können oder aus anderen Gründen nicht gefunden werden. So zeigten Smallwood et al. (2010) in einer Studie, in der 63 große Kadaver wie die von Greifvögeln in einem Windpark von 250 ha Fläche ausgelegt wurden (jedoch nur 1 bis 5 Körper zum selben Zeitpunkt), dass ein Großteil (42 %) der Kadaver innerhalb von 15 Tagen nach dem Auslegen von Aasfressern entfernt wurden. Die auf diesen Daten basierende Berechnung zur Einschätzung der tatsächlichen Kollisionsrate von Greifvögeln an WKA ergab eine 68 % höhere Mortalitätsrate als die in konventionell erhobenen, unnatürlichen Versuchsdesigns, bei denen meist viele (10-20) Tierkörper simultan ausgelegt werden.

Des Weiteren besteht bei der Totfundsuche kein Konsens über die Größe des abzusuchenden Gebiets. Hull et al. (2010) geben mit Hilfe einer Modellierung des ballistischen Verhaltens von Vögeln bei Kollisionen erste Anleitungen für die festzulegende Größe des Suchareals (abhängig von Turbinenhöhe sowie Rotor- und Vogelgröße). Der für Großvögel berechnete Suchradius betrug je nach Turbinenhöhe zwischen 70 und 100 Meter. Grünkorn et al. (2009) definierten den Suchradius für Kleinvögel als die Gesamthöhe der Anlage.

In Deutschland ist der Seeadler zwar nicht mehr vor dem Aussterben bedroht, was in den Roten Listen berücksichtigt wurde, ist jedoch im Anhang I der EG- Vogelschutzrichtlinie (2010) gelistet. Zudem sind nach §1 BundesNatSchG Abs. 2 „...zur dauerhaften Sicherung der biologischen Vielfalt entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad insbesondere le-

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

bensfähige Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten zu erhalten und der Austausch zwischen den Populationen sowie Gefährdungen von natürlich vorkommenden Ökosystemen, Biotopen und Arten entgegenzuwirken...“

Der Seeadler zählt zu den langlebigen Greifvogelarten, bei denen die Mortalität von adulten Tieren einen stärkeren Einfluss auf die Populationsdichte hat als bei kurzlebigen Arten (Newton 1998). Am Beispiel des Schmutzgeiers (*Neophron percnopterus*) konnte gezeigt werden, wie langlebige Greifvogelarten auf Grund geringer Abundanzen und niedriger Reproduktionsraten von den Folgen der Windkraftnutzung betroffen und sogar gefährdet sein können (Carrete et al. 2009).

Ziel des Teilprojekts Seeadler war es, mittels Satellitentelemetrie sowie Verhaltensbeobachtungen zu analysieren, wie oft und unter welchen Umständen Seeadler in die Nähe von WKA fliegen, um so deren Kollisionsrisiko abschätzen und zukünftig minimieren zu können. Dazu sollten Alt- und Jungvögel mit Satellitensendern ausgestattet werden. Ziel der Besenderung der Nestlinge war es zu untersuchen, ob WKA einen Einfluss auf das Verhalten der Vögel kurz nach dem Ausfliegen aus dem Nest haben und ein Neststandort in Windparknähe ein erhöhtes Kollisionsrisiko für die Jungvögel darstellt.

5.1.2 Material und Methode

5.1.2.1 Auswahl der Studientiere

Es sollten möglichst territoriale Altvögel in solchen Revieren besendert werden, in denen Windparks vorhanden sind, um den Einfluss der WKA auf Habitat- und Raumnutzung darstellen zu können. Die Untersuchung wurde in den deutschen Kernverbreitungsgebieten des Seeadlers in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Eine Analyse aller bekannten Horststandorte ergab fünf geeignete Brutpaare in Mecklenburg-Vorpommern und drei in Brandenburg. Die Besenderung der Adler erfolgte in den Jahren 2008 und 2009, wobei die Fangaktionen aufgrund besserer Erfolgsaussichten vorwiegend im Winter durchgeführt wurden. Mit Hilfe verschiedener Netzwurftechniken wurde versucht, die Tiere am Köder zu fangen (Bloom et al. 2007) und anschließend mit GPS-Satellitensendern zu versehen.

Zusätzlich wurden die Telemetriedaten von drei Altvögeln und 13 weiteren Jungadlern, die im Rahmen anderer Projekte zwischen 2003 und 2010 besendert wurden, bezüglich der hier gestellten Fragestellungen zur Annäherung an eine WKA erstmals ausgewertet. Wichtige Kenndaten dieser Tiere sind in Tab. 5-1 dargestellt.

Für die Beurteilung der Bewegungsmuster territorialer Altvögel in Abhängigkeit zur Horstentfernung wurden drei weitere adulte Seeadler in die Analyse mit einbezogen, die bereits vor Beginn dieser Studie besendert worden waren.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Tab. 5-1: Projektexterne Seeadler, die in die Datenanalyse einbezogen wurden.

Adler ID	Alter	Bundesland	Geschlecht	erste Position	letzte Position	Anzahl Positionen
472	adult	MV	w	24.07.2003	14.01.2004	448
655	adult	MV	w	29.07.2004	22.06.2005	590
964	adult	MV	w	17.7.2004	17.5.2005	260
956	juvenil	MV	m	12.06.2004	13.05.2005	271
958	juvenil	MV	w	05.06.2004	28.07.2005	333
959a	juvenil	MV	m	13.06.2004	29.1.2005	175
960	juvenil	NS	w	03.06.2004	01.07.2005	337
962a	juvenil	MV	w	29.07.2004	01.12.2004	107
963	immatur	MV	m	26.07.2004	20.06.2005	294
966	immatur	MV	w	12.09.2005	03.05.2006	190
990	juvenil	MV	w	22.06.2005	26.04.2006	168
1527	juvenil	MV	m	09.10.2005	12.10.2006	75
1528	juvenil	BR	m	18.06.2006	23.01.2007	117
1531	juvenil	NS	w	17.06.2006	21.01.2007	99
5848	juvenil	MV	m	27.06.2009	21.02.2010	27
6018	Subadult	MV	w	02.02.2009	10.10.2012	1352

Altersklassen: adult: > 5 J, subadult: 4 J., immatur: 2-3 J., juvenil: 1 J

5.1.2.2 Satellitensender

Die Satellitensender der Firma Vectronic Aerospace verfügten über einen GPS-(Global Positioning System)Empfänger, GSM-(Global System for mobil communication)Sender, zwei Beschleunigungssensoren und einen VHF-Sender. Die Positionsdaten wurden in regelmäßigen Intervallen automatisch per SMS an einen Zentralrechner übermittelt. Die Satellitensender, die an den Jungvögeln angebracht wurden, waren so programmiert, dass sie zwischen 2 und 4 Positionen täglich lieferten. Der Altvogelsender wurde aktiviert, sobald sich seine Achse in einen Winkel von unter 30° bewegte, um die Flugpositionen aufzuzeichnen. Die durchschnittliche Genauigkeit der Positionsdaten (Koordinaten) liegt bei 5,9 m (SD=3,69) und in der Höhe bei 5 m (SD=3,96) (Krone et al. 2013). Aufgrund dieser Genauigkeit ist der Einfluss auf die Home-range Größe zu vernachlässigen. Die Sender wogen ca. 150 g. Damit lag das Gewicht der Sender unter 3% des Körpergewichts wenn die Adler schwerer als 5 kg waren. Alle Sender wurden mit einem Befestigungssystem aus Teflonschnüren als Rucksack an den Vögeln angebracht, wobei durch das Vernähen in einem Punkt über dem Brustbein eine Sollbruchstelle eingebaut wurde, die sich je nach Beanspruchung nach 2-3 Jahren auflöst (Kenward 1983).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

5.1.2.3 Analyse der raumbezogenen Telemetriedaten

Um das Flugverhalten der telemetrierten Adler zu analysieren, wurden die ermittelten GPS-Positionen in einem geographischen Informationssystem (GIS ArcView 3.3) mit topographischen Karten verschnitten. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Analyse der Strukturen der GPS-Positionen im Nahbereich gelegt, um mögliche Annäherungsmotive der Adler ausfindig zu machen.

In Deutschland sind neuinstallierten WKA aktuell durchschnittlich 105 m hoch und haben einen Rotordurchmesser von 83 m (Windenergiereport Deutschland 2011). Grundsätzlich wird jedoch erwartet, dass sowohl Anlagenhöhe als auch Rotordurchmesser in den nächsten Jahren weiter wachsen werden, da an Standorten im Binnenland ausreichende Windverhältnisse erst in großer Höhe (> 130m) erreicht werden. Aus diesem Grund wurde der für die Analyse des Annäherungsverhaltens im Windpark der Nahbereich im Radius von 150 m um eine Turbine als Gefahrenbereich definiert. Alle in diesem Bereich identifizierten Positionen wurden anschließend hinsichtlich ihrer topographischen Struktur ausgewertet. Dabei wurden die tatsächlichen Positionen berücksichtigt und nicht eine mögliche Position zwischen zwei Punkten interpoliert. Die Aktionsräume wurden mit Hilfe des GIS mittels der Erweiterungen „spatial analyst“ und „animal movement“ als „minimum convex polygon“ (MCP) und als Aufenthaltswahrscheinlichkeitsraum (Kernel-Analyse) berechnet.

5.1.2.4 Statistik

Die statistische Datenanalyse wurde in SPSS 18 (SPSS Inc., USA) durchgeführt. Bei der deskriptiven Statistik wurden der Name des Tests, die Stichprobengröße sowie die Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben. Das Signifikanzniveau wurde bei 5% festgelegt. Die Meidung von WKA wurde mit Hilfe des Wilcoxon-Vorzeichen-Test geprüft, wobei ein Vergleich der mittleren Annäherungsdistanz (Entfernungen der Positionen) zu WKA versus Zufallsdistanz im 100% MCP Home Range durchgeführt wurde. Der Vergleich der durchschnittlichen Anzahl an Positionen pro km² im Habitattyp „Ackerfläche“ versus Vergleichsfläche wurde mit Hilfe des Binomial-Test berechnet.

5.1.3 Ergebnisse

Im Zeitraum von 2007 bis 2010 konnten innerhalb dieses Vorhabens ein territorialer Altvogel, zwei subadulte und ein immaturer Jungvogel mit Satellitensendern ausgestattet werden. Drei Jungvögel (juvenile Seeadler) wurden noch im Nest besendert. Insgesamt wurden sieben Seeadler mit Satellitensendern ausgestattet (Tab.5-2).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Tab. 5-2: Im Projektzeitraum telemetrierte Seeadler.

Adler ID	Alter	Bundes-Land	Ge-schlecht	erste Posi-tion	letzte Posi-tion	Anzahl Positionen
5900	adult	BR	w	31.01.2009	22.06.2009	4803
2356	subadult	MV	m	19.08.2008	13.02.2009	171
5846	subadult	BR	m	22.01.2009	23.11.2009	439
5847	immatur	BR	w	19.12.2009	03.07.2011	510
5841	juvenil	MV	m	06.06.2008	07.07.2010	1892
5901	juvenil	MV	w	09.06.2008	12.06.2009	1463
5902	juvenil	MV	m	11.06.2008	25.06.2009	1466

Altersklassen: adult: > 5 J, subadult: 4 J., immatur: 2-3 J., juvenil: 1 J

Die Auswertung der Telemetriedaten zeigt, dass sich von sieben untersuchten Seeadlern drei auf mindestens 150 m an WKA annäherten. Darunter befanden sich ein Altvogel, ein subadulter und ein juveniler Seeadler (Tab. 5-3). Da alle Anlagen im Streifgebiet der Seeadler auf Ackerflächen errichtet worden waren, wurden für die weitere Datenanalyse die Positionen berücksichtigt, die sich über dem vergleichbaren Habitattyp „Ackerfläche ohne WKA“ befanden. Die Anzahl der Positionen und die mittleren Distanzen der Annäherungen sind in Tab. 5-3 dargestellt.

Tab. 5-3: Anzahl und Distanzen von WKA-nahen Positionen von drei Seeadlern.

Adler ID	Alter	Positionen gesamt [n]	Positionen Acker [n]	WKA- nahe Positionen (bis 150 m)	WKA-nahe Positionen / Positionen Acker [%]	Mittlere Distanz [m]
5900	adult	4803	1123	38	3,38	89
2356	subadult	171	86	2	2,33	122
5902	juvenil	1466	250	1	0,40	80

5.1.3.1 Altvogel telemetrie

Der Sender des Brandenburger Altvogels erbrachte im Zeitraum von Februar bis Juni 2009 an 143 Tagen insgesamt 4.803 GPS-Positionen (Abb. 5-1). Dies waren durchschnittlich 34 Positionen am Tag mit einem Minimum von vier und einem Maximum von 84 Positionen. Zunächst wurde eine Autokorrelation der Positionen mit Hilfe der ArcView-Erweiterung „Animal Movement“ ausgeschlossen, wobei der Autokorrelationsindex nach Swihart & Slade (1985) berechnet wurde. Anschließend wurden die Größen der Aktionsräume („Home Range“) berechnet. Das 100% MCP Home Range, welches sich aus der Verbindung der äußeren Positionen ergibt, betrug 526 km² und umfasste vier Windparks mit 93 WKA. Das 95%-MCP Home Range, das 5 % der Ausreißer ausgrenzt, war mit 160 km² deutlich kleiner und umfasste 69 WKA. Das Gebiet, in dem der Seeadler sich mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit aufhielt (95% Fixed Kernel Home Range), betrug 141 km² und wies 42 WKA auf (Tab. 5-4).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

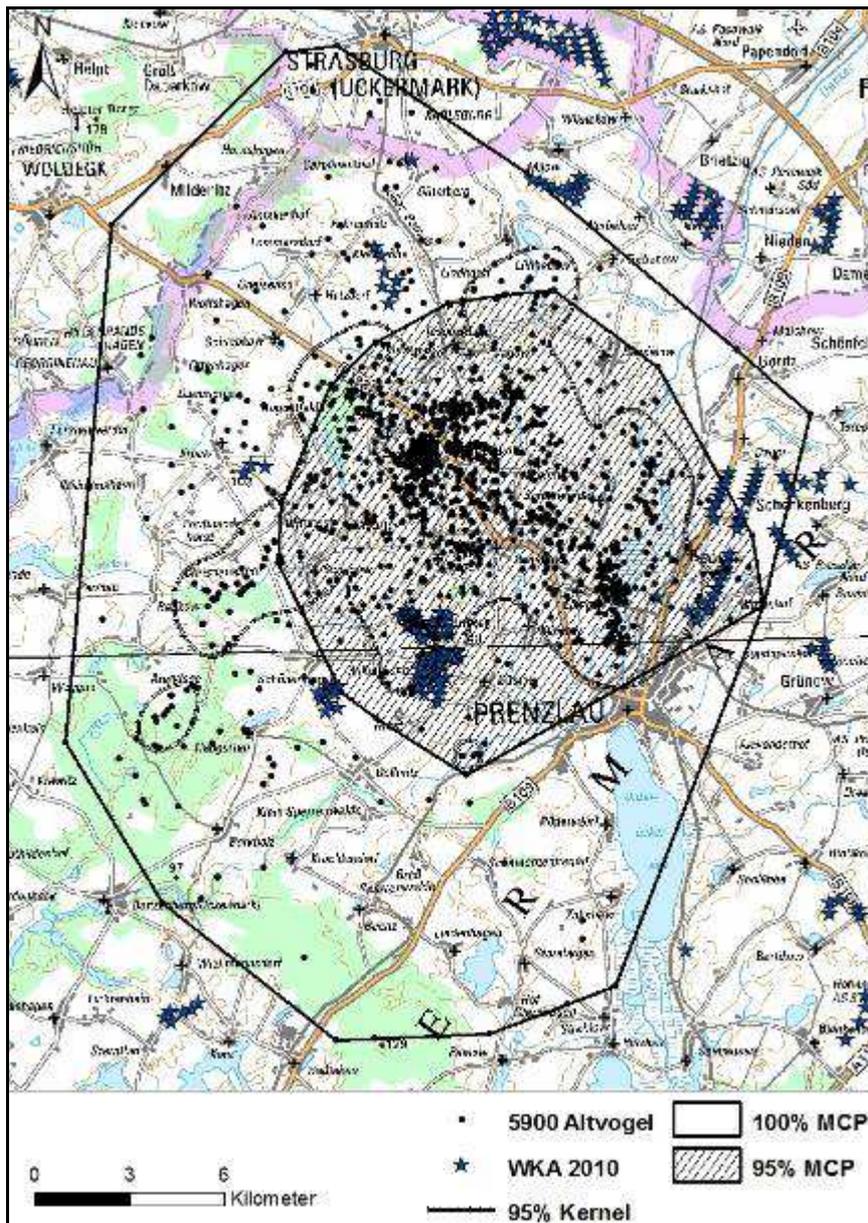


Abb. 5-1: Darstellung der Home Ranges (100% MCP, 95% MCP und 5% Fixed Kernel) des Altvogels 5900 bei Prenzlau, Brandenburg.

Tab. 5-4: Größen der unterschiedlich berechneten Home Ranges des Altvogels 5900.

	100% MCP	95% MCP	95% Fixed Kernel Home Range
Größe (km ²)	526	160	141
Anzahl der WKA	93	69	42
Anzahl: Positionen	4803	4563	4630
Positionen pro km ²	9,1	28,6	32,8

Der Altvogel hielt sich an zehn von insgesamt 121 Sendetagen im Gefahrenbereich einer WKA auf, wobei insgesamt 38 GPS-Positionen aufgrund seines Aktivitätsprofils gesendet wurden. Grundsätzlich flog der Altvogel, für den ein 3,4%-Anteil der WKA-nahen Positionen in Bezug auf alle registrierten Ackerpositionen ermittelt wurde (vgl. Tab. 5-3), häufiger in den Windpark als die Jungvögel. Der Altvogel durchflog wiederholt die WKA-Reihen und den Gefahrenbereich einzelner WKA.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Die Auswertung, die die durchschnittlichen Annäherungsdistanzen mit Zufallsdistanzen vergleicht, konnte in den unterschiedlich berechneten Home Ranges kein Meideverhalten des Altvogels gegenüber einer WKA nachweisen (Abb. 5-2).

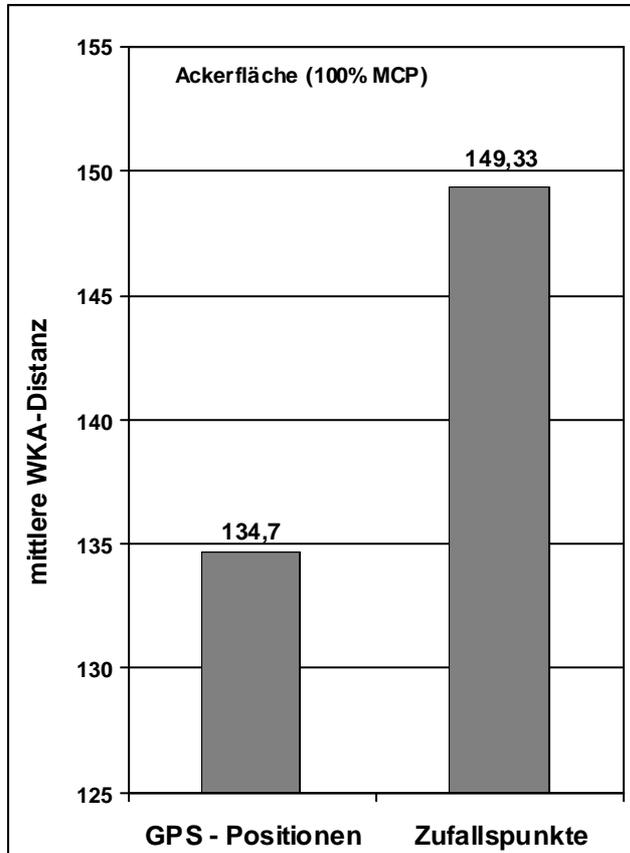


Abb. 5-2: Test auf Meidung: Vergleich der mittleren Annäherungsdistanz zu WKA versus Zufallsdistanz hier im 100% MCP (Wilcoxon-Vorzeichen-Test: $n=200$, $p=1,44$).

Die Anzahl der Positionen pro km^2 ist im Windpark signifikant höher als im Vergleichshabitat (Ackerfläche ohne WKA). Das heißt, dass der Altvogel durchschnittlich mehr Positionen im Gefahrenbereich (150 m Abstand zu WKA) aufweist, als statistisch zu erwarten war (Abb. 5-3). Dies ist insofern erstaunlich, als dass auf der direkten Flugroute von seinem Horst zum Hauptnahrungsgewässer keine WKA standen, die er hätte passieren müssen.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

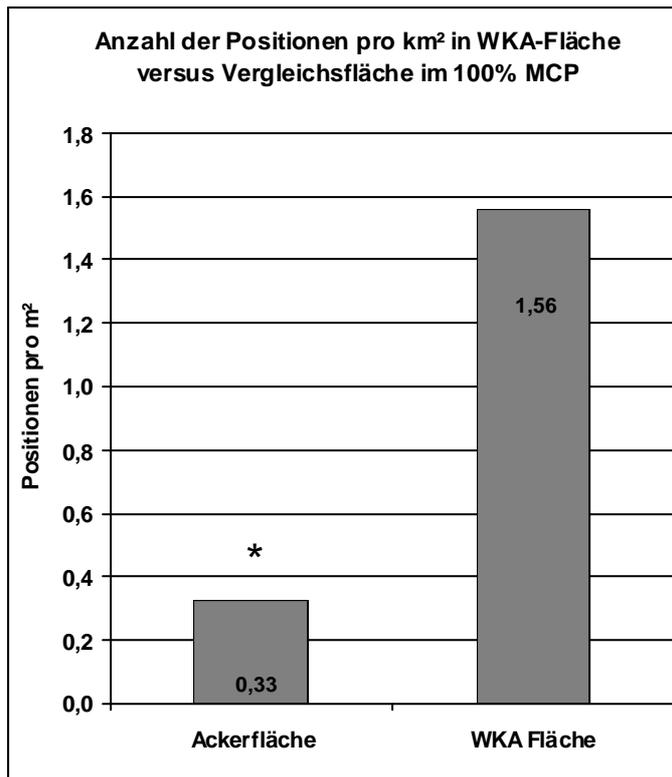


Abb. 5-3: Vergleich der durchschnittlichen Positionszahl des Altvogels 5900 pro km² im Windpark versus Vergleichsfläche (* Binomial-Test: n= 121, p= 0,002).

5.1.3.2 Jungvogel telemetrie

Von den drei besenderten Nestlingen wurde im Sendezeitraum ein Adler (5902) in einem Windpark nachgewiesen (Tab. 5-3). Sowohl die GPS-Daten als auch die Sichtbeobachtungen zeigten, dass der Jungvogel wiederholt den Windpark in der Nähe seines Nests durchquerte und keine Scheu vor den Turbinen aufwies. Obwohl die drei besenderten Jungadler (immatur und subadult) sehr große Streifgebiete aufwiesen und somit viele Windparks hätten durchqueren können, begab sich nur ein Seeadler in den Gefahrenbereich einer WKA. Der subadulte Seeadler 2356 landete in zwei verschiedenen Windparks direkt an einem Feldsoll bzw. in der Nähe eines Sees (Abb. 5-4). Von den 13 weiteren Jungadlern flog nur einer in einen Windpark, wobei hier kein Annäherungsmotiv identifiziert werden konnte.

5.1.3.3 Ergebnisse zur Strukturanalyse im Nahbereich

Anhand topographischer Karten wurde die Bodenstruktur im Bereich der GPS-Positionen untersucht. Sowohl bei den Jungadlern als auch beim Altvogel konnten Strukturen identifiziert werden, die wiederholt angefliegen wurden und somit als attraktiv bewertet werden können. Bei diesen Jungvögeln konnten alle Positionen im Radius von 300m um eine WKA anhand des Bodenreliefs als Bodenpositionen (30 m Unschärfe) identifiziert und deren Struktur analysiert werden. Zu den attraktiven Strukturen zählten: Feldsölle, Feldtümpel, große Gewässer, Ansitzwarten wie Bäume an Waldkanten und lokale Erhebungen (Tab. 5-5, Abb. 5-4).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Tab. 5-5: Strukturen der angeflogenen Positionen aller Jungvögel im Bereich von 300 m um eine Windturbine.

Jungvogel	Datum	Flug oder Bodenposition?	Habitat-typ	Strukturanalyse im WKA- Bereich bis 300m
2356	08.01.2009	Boden	Acker	See
	13.01.2009	Boden	Acker	temporäre Struktur?
	21.12.2008	Boden	Acker	Entwässerungsgraben Feldsoll
	17.09.2008	Boden	Acker	Weiher
5902	19.08.2008	Boden	Acker	Waldkante, Sitzwarte
	06.09.2008	Boden	Acker	Weiher
	19.12.2008	Boden	Acker	temporäre Struktur?
	20.12.2008	Boden	Acker	temporäre Struktur?
6018	13.04.2010	Boden	Acker	neben Schnellstraße, Unfallwild?

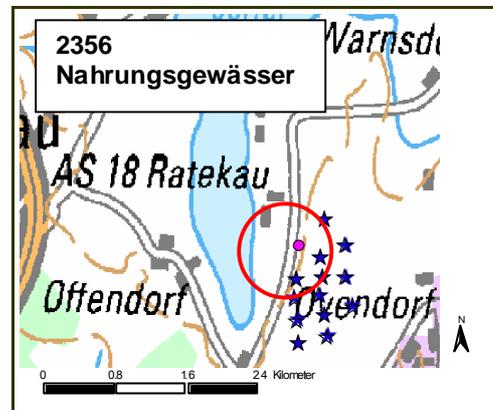
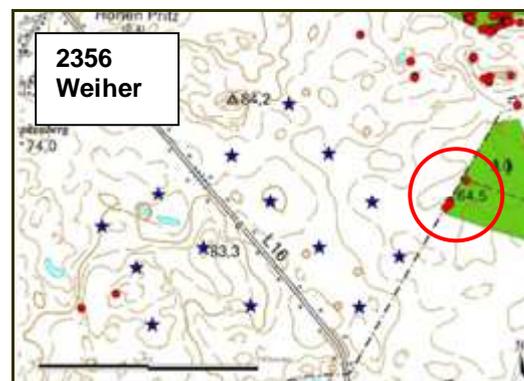
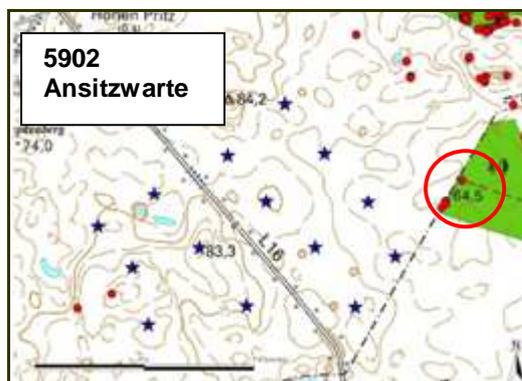


Abb. 5-4: Ausgewählte Beispiele für angeflogene attraktive Strukturen im Windpark (kleine Kreise= GPS-Positionen, große Kreise = Bereich der attraktiven Strukturen).

Die Analyse der WKA-nahen Positionen (bis 150m) des adulten Seeadlers erbrachte 38 Positionen an zehn Tagen, wobei in sieben Fällen Flugpositionen und der überwiegende Teil (n=31) als Bodenposition (Tab. 5-6) identifiziert wurde. Am 18.04.2009 konnte ein Aufenthalt in einem Windpark anhand von 17 Positionen über einen Zeitraum von 3:40 Stunden registriert werden. Am 19.04.2009 wurden 12 Positionen über einen Zeitraum von 2:10 Stunden im selben Windpark nachgewiesen (Abb. 5-5).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Tab. 5-6: Positionen des besenderten Altvogels 5900 vom 18.04.2009 im Windpark.

Datum	Uhrzeit	Flughöhe [m über NN]	Relieffhöhe [m]	Flughöhe korrigiert ¹	Habitat- typ
18.04.2009	16:27	233	78	155	Acker
18.04.2009	17:27	111	65	46	Acker
18.04.2009	17:37	99	64	35*	Acker
18.04.2009	17:47	104	73	31*	Acker
18.04.2009	17:57	105	74	31*	Acker
18.04.2009	18:07	108	74	34*	Acker
18.04.2009	18:17	113	74	39	Acker
18.04.2009	18:27	108	74	34*	Acker
18.04.2009	18:47	114	74	40	Acker
18.04.2009	18:57	115	74	41	Acker
18.04.2009	19:07	116	74	42	Acker
18.04.2009	19:17	109	64	45	Acker
18.04.2009	19:37	114	69	45	Acker
18.04.2009	19:47	112	66	46	Acker
18.04.2009	19:57	114	66	48	Acker
18.04.2009	20:07	100	68	32*	Acker
18.04.2009	20:17	100	68	32*	Acker

¹ Die Flughöhe wurde nach Abzug des Bodenreliefs und einer Ungenauigkeit von ca. 5 m bestimmt, * vermutete Bodenpositionen

In mehreren Fällen wurde in einem anderen Windpark in Horstnähe beobachtet, wie Mäusebussarde (*Buteo buteo*) und Rotmilane (*Milvus milvus*) zusammen mit adulten Seeadlern über dem im Windpark ausgebrachten Mist (Beispiel für eine temporäre Struktur) kreisten und Nahrung (z. B. tote Ratten) suchten. In einem anderen Fall wurde im Rahmen einer Fangaktion bei Kladrup (MV) beobachtet, wie ein adultes Seeadlerpaar auf ausgebrachtem Mist einer Hühnermastanstalt in Nähe einer Turbine landete und dort nach Nahrung (tote Küken) suchte.

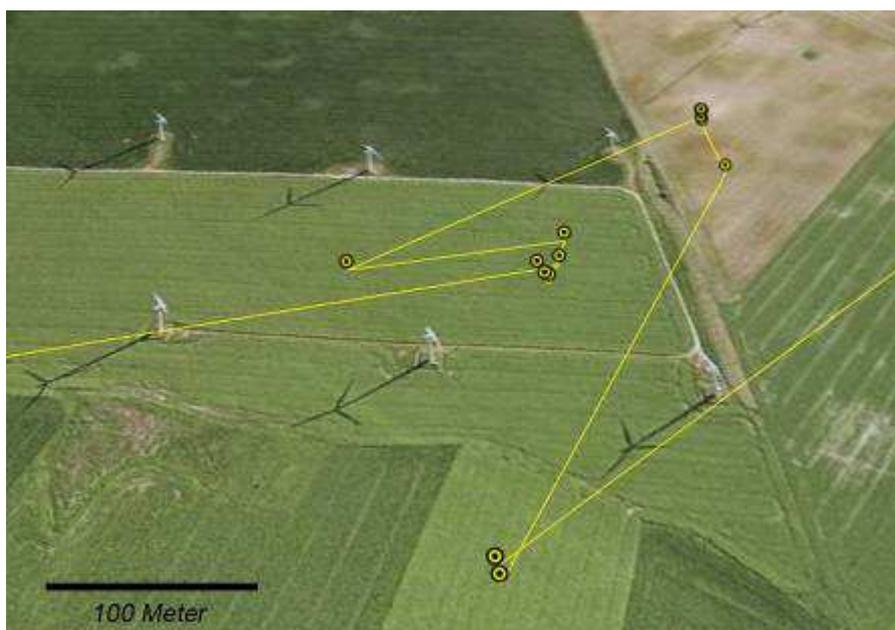


Abb. 5-5: Positionen des adulten Seeadlers in einem Windpark bei Prenzlau vom 19.04.2009.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

5.1.3.4 Bewegungsmuster territorialer Altvögel in Abhängigkeit zur Horstentfernung

Der besenderte Vogel (5900) hielt sich im Untersuchungszeitraum hauptsächlich in Horstnähe auf. Von 4803 Positionen lagen 50 % in einer Entfernung von 0 bis 359 m vom Horst entfernt. Nach seinem Brutabbruch hielt sich der Adler überwiegend in einem Nahrungsgebiet nordwestlich des Horststandortes auf (Abb. 5-1). Dies wird durch eine Häufung von Positionen in einer Entfernung von 7000 bis 8000 m vom Horst deutlich (Abb. 5-6). Zur Einschätzung eines möglichen Kollisionsrisikos mit einer horstnahen WKA wurden nur solche Positionsdaten für die Analyse des besenderten Altvogels berücksichtigt, die mindestens 50 m vom Horst entfernt lagen. Um nicht willkürlich eine Entfernung vom Horst als Gefährdungsbereich zu definieren, wurde der Anteil der Positionen in einer Entfernung von 3000 m betrachtet, die in den Abstandsregelungen der LAG-VSW (2007) diskutiert wird (siehe auch Abschnitt 5.1.4.4). Nur 17,3 % der Positionen ab einer Entfernung von 50 m vom Horst befinden sich in dem Bereich bis 3000 m vom Horst entfernt. Die Hälfte (50 %) der Lokalisationen liegen innerhalb einer Entfernung von 7486 m (Abb. 5-6).

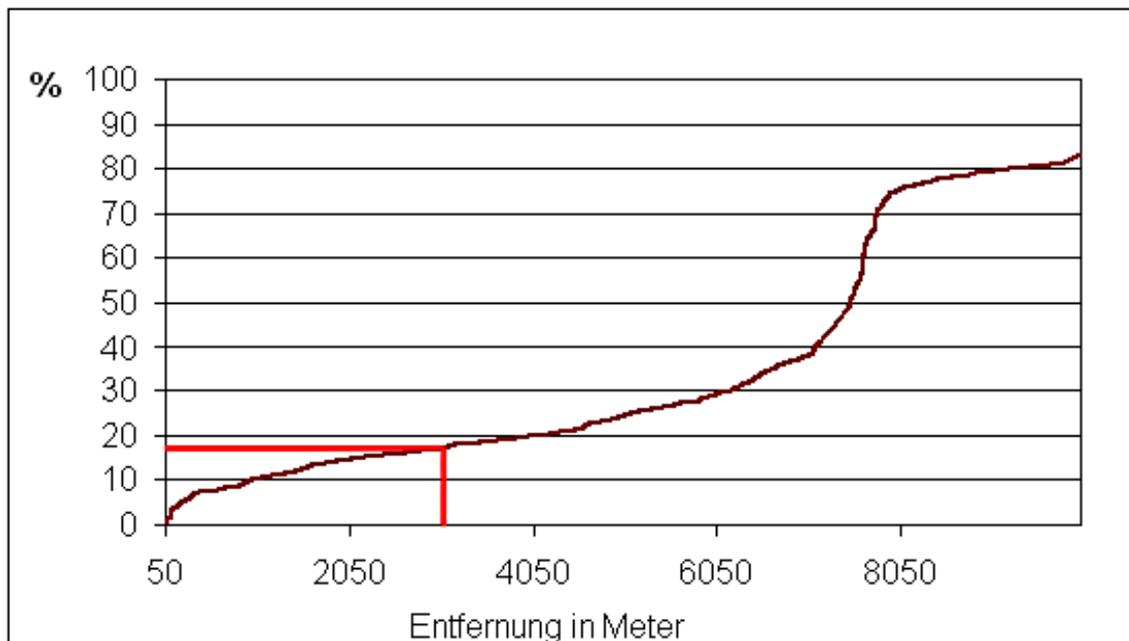


Abb. 5-6: Entfernungen in Prozent von 2587 GPS-Lokalisationen (nges=4803) des territorialen Altvogels (5900) im Abstand von 50 m vom Horst. Nur 17,3 % der Positionen befinden sich in einer Entfernung bis 3000 m vom Horst (rote Markierung).

Die Analyse von Positionen ab 50 m zum Horst drei weiterer, in anderen Studien besendeter, adulter, territorialer Seeadler zeigte in einem Fall bis zu 80% aller Positionen in einem Umfeld von 3000 m um den Horst (472_W, n=463, nges=475), in einem anderen Fall 87% bis 3000 Meter (964, n=260, nges=261) und in einem Fall sogar 98% aller Positionen in einem Umfeld bis 3000 m um den Horst (655, n=463, nges=573). Der Mittelwert aus den Positionen ab 50 m vom Horst ergibt für die vier Seeadler 71% bis zu einer Entfernung von 3000 m (Abb.5-7).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

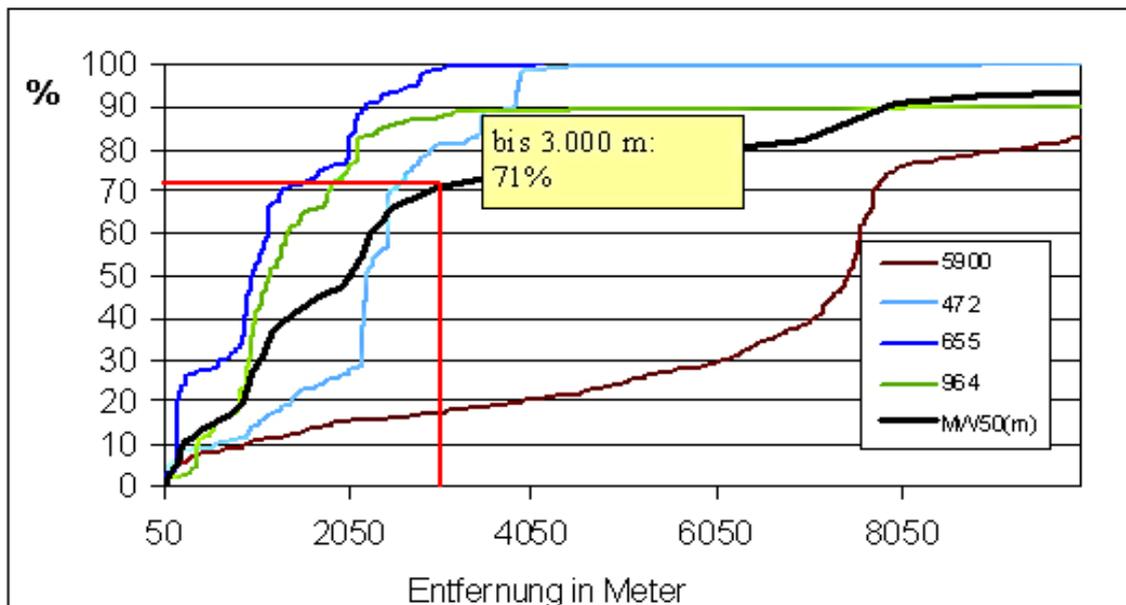


Abb. 5-7: Entfernungen in Prozent von vier territorialen Altvögeln ab einem Abstand von 50 m vom Horst. Im Mittel (schwarze Linie) liegen 71% der Positionen in einer Entfernung von bis zu 3000 m (rote Markierung) vom Horst.

5.1.4 Diskussion

Juvenile (ein Jahr alt), immature (zwei bis drei Jahre alt) und subadulte (vier Jahre alt) Seeadler streifen weiträumig umher. Erst adulte Vögel (älter als fünf Jahre) besetzen ein Revier dauerhaft und halten sich für gewöhnlich das ganze Jahr über dort auf. Deshalb sollten mehrere territoriale Altvögel gefangen und telemetriert werden, die in Horstnähe (< 3 km) eine WKA aufweisen, was sich als extrem schwierig erwies. Grundsätzlich sind Seeadler scheue Tiere und haben häufig eine Fluchtdistanz von über 500 m, was den Fang erschwerte. Zudem versagte die Fangtechnik mehrmals aufgrund der extremen Kälte in den Wintern 2008/2009 und 2009/2010. Weiterhin erschwerten Schneestürme und Schneewehen die Arbeit im Feld und verweherten die Zufahrten zu einigen Fangplätzen. Der tiefe lockere Pulverschnee ermöglichte das Entkommen aus dem Netz von zwei adulten Seeadlern. Auch die ausgelegten Köder waren für Adler weniger attraktiv, da viele Tiere (Schalenwild, Wasservögel) verhungerten und reichlich Nahrung für Aasfresser boten (eigene Beobachtungen und Information der Forstämter). Trotz dieser Schwierigkeiten konnten während der Projektlaufzeit sieben Jungvögel und ein adulter, territorialer mit Satellitensendern ausgestattet werden. Um insbesondere eine Vergleichbarkeit mit anderen Seeadlern zu gewährleisten, wurden die Daten von Seeadlern aus anderen Studien den Fragestellungen entsprechend mit ausgewertet.

5.1.4.1 Altvogel telemetrie

Im Vergleich zu den im Rahmen anderer Projekte besenderten adulten Seeadlern (Krone et al. 2009, Krone unveröffentlichte Daten) war das Streifgebiet von 160 km² (95% MCP) bzw. 141 km² (95% fixed Kernel) des untersuchten territorialen Seeadlers relativ groß. Dies könnte möglicherweise mit den Nahrungsbedingungen innerhalb des Habitats zusammenhängen,

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

da 70 % des Areal von Ackerfläche bedeckt waren und der Adler vermutlich weite Strecken zur Nahrungssuche zurücklegen musste. Nach dem Brutabbruch hat sich der Seeadler überwiegend in einem 7 – 8 km entfernt liegenden Nahrungsgebiet aufgehalten. Dass der adulte Seeadler häufiger in einen Windpark flog als Jungvögel könnte damit zusammenhängen, dass er sich im Gegensatz zu den Jungvögeln in einem festen Revier mit vielen WKA aufhielt und somit auch in permanenter Nähe zu einem Windpark. So ergaben Studien von Grünkorn et al. (2009, 2010) und Krijgsveld et al. (2009), die das Kollisionsrisiko von modernen WKA für verschiedene Vogelarten untersucht haben, dass vorrangig tagaktive Vögel aus lokalen Vorkommen gefährdet sind. In einer Vorher-Nachher-Studie aus den USA fanden Garvin et al. (2011), dass die meisten Greifvogelarten ein Meideverhalten zu WKA (keine Annäherung unter 100 m oder über dem Rotorbereich) zeigten. Hierbei ist wichtig zu betonen, dass das Flugverhalten im Windpark stark artabhängig war, wobei Truthahngerier (*Cathartes aura*) und Rotschwanzbussarde (*Buteo jamaicensis*) kein Ausweichverhalten zeigten und gefährliche Flugmanöver im Gefahrenbereich vollzogen.

Die Beobachtung, dass sich der adulte Seeadler signifikant häufiger innerhalb von Windparks aufhielt als statistisch erwartet und mehrere Stunden an einer Stelle im Windpark verweilte, lässt vermuten, dass er dort eine attraktive Struktur oder Nahrung vorfand. Auch die Untersuchungen zum Verhalten anderer Vogelarten von Orloff & Flannery (1992), Barrios & Rodriguez (2004) und Smallwood & Thelander (2004) konnten zeigen, dass sich Vögel in die Gefahrenbereiche von WKA begeben, wobei hier häufig die Turbinenmasten (meist Gittermasten) als Ansitzwarten genutzt wurden und somit das Hauptmotiv für die Annäherung darstellten.

Einen neuen und bisher nicht berücksichtigten Ansatz zur Klärung der hohen Verlustrate von Vögeln an WKA liefern die Studien von Martin (2010, 2011) zur visuellen Wahrnehmung. Es wurde gezeigt, dass zwischen den visuellen Fähigkeiten eines Vogels, der Interpretation sensorischer Informationen und seinem Verhalten im freien Flug ein komplexes System von Wechselbeziehungen existiert. Um nach unten zu sehen, können Vögel ihren Kopf so drehen, dass sie entweder mit dem binokularen Feld oder den Randbereichen des Sehfeldes das unter ihnen liegende Areal wahrnehmen. Dabei können sie vorübergehend Objekte, die sich direkt vor ihnen befinden (in Flugrichtung), schlecht oder überhaupt nicht sehen. Dies wurde an drei Vogelarten nachgewiesen (Riesentrappe, Paradieskranich, Weißstorch). Zudem wird vermutet, dass die visuelle Perzeption bei Vögeln eher auf das Erfassen von Bewegung als auf die räumliche Wahrnehmung ausgerichtet ist. Diese Fähigkeit ist besonders bei der Beutejagd von Greifvögeln ausgeprägt, um Bewegungen von Beutetieren besser wahrnehmen zu können und so den Fangerfolg zu erhöhen.

Bisher gibt es so gut wie keine Untersuchungen zur Größe des Sehfeldes und der visuellen Perzeption von Greifvögeln. Martin & Katzir (1999) diagnostizierten für den Schlangenan Adler (*Circaetus gallicus*) ein relativ kleines Sehfeld (20° Breite und 81° Höhe), wobei eine geringe Kopfdrehung nach unten das frontale Sehvermögen der Tiere stark einschränkt oder sogar zeitweise frontal blind machen kann. Die vorübergehende Blindheit der Vögel in Flugrichtung könnte auch erklären, warum bei sehr guten Sichtverhältnissen Seeadler von den Blättern der WKA erschlagen werden (Krone & Scharnwerber 2003). Untersuchungen zur sensorischen Perzeption des Seeadlers und seines Sichtfeldes könnten wichtige Hinweise zur Minimierung des Kollisionsrisikos an WKA liefern und sollten dringend durchgeführt werden.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Ein extremes Beispiel für eine extrem hohe WKA- Anzahl (68 WKA auf 274 km²) und einer gleichzeitig sehr hohen Seeadlerdichte (ca. 60 Adlerterritorien) auf engem Raum stellt die Situation auf der Norwegischen Insel Smøla dar, wo die Windenergie intensiv ausgebaut wurde. Eine Untersuchung des Bruterfolgs ergab, dass Adler innerhalb des Windparkareals eine geringere Produktionsrate aufwiesen als Paare, die außerhalb von Windparks brüteten (Follestad et al. 2007, Bevanger et al. 2008). Allerdings zeigten Sichtbeobachtungen, dass einige Alt- und Jungvögel auf Smøla scheinbar keine Scheu vor WKA haben, da sie im Bereich des Windparks und in unmittelbare Turbinennähe beobachtet wurden (Bevanger 2009).

Um das Verhalten von territorialen Seeadlern gegenüber WKA besser verstehen zu können, wäre die Durchführung von „Before-After-Control-Impact“- Studien (BACI, auch Vorher-Nachher-Studien“ genannt) sinnvoll. Farfán et al. (2009) konnten so zeigen, dass bestimmte Greifvogelarten (besonders Turmfalken) in Spanien das Areal eines neu errichteten Windparks mieden. Garvin et al. (2011) fanden heraus, dass der Bestand aller zuvor im Planungsgebiet beobachteten Greifvogelarten nach dem Bau eines Windparks um 47 % zurückgegangen war. Obwohl BACI- Studien ein sehr effektives Mittel darstellen, den Einfluss von WKA auf die Verhaltensökologie einer Art zu untersuchen, fanden sie in Europa bisher wenig Anwendung (Langston & Pullan 2003, Madders & Whitfield 2006). Diese sollten jedoch auf Grund ihrer Vergleichbarkeit dringlichst durchgeführt werden. Wichtig ist auch zu klären, ob empfindliche Vogelarten durch den Bau neuer WKA in ihren Brutgebieten verdrängt werden und zum Beispiel auf Grund von geringerem Nahrungsangebot oder schlechteren Brutmöglichkeiten ihr Habitat verlassen. Von Seeadlern ist zum Beispiel bekannt, dass wiederholte Störungen am Horst zur Aufgabe der Brut führen können (Altenkamp et al. 2007).

Ähnliches fanden Pearce-Higgins et al. (2009) in einer Untersuchung zum Einfluss von WKA auf die Verbreitung von Brutvögeln im britischen Hochland, indem sie nachwiesen, dass Steinadler (*Aquila chrysaetos*) und Kornweihen (*Circus cyaneus*) aus ihrem Habitat verließen.

5.1.4.2 Jungvogel telemetrie

Ziel der Besenderung der Nestlinge war es zu untersuchen, ob WKA einen Einfluss auf das Verhalten der Tiere kurz nach dem Verlassen des Nests haben und ein Horststandort in Windparknähe ein erhöhtes Kollisionsrisiko für die Jungtiere darstellt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Jungvögel, die in der Nähe eines Windparks heranwachsen, durchaus gefährdet sein können, da sie anscheinend keine Scheu vor Windturbinen aufweisen. So flog der Jungvogel wiederholt durch den Gefahrenbereich von 150m Radius um eine Turbine. Eine Auswertung von bereits vorhandenen Daten von früher besenderten Seeadlern zeigt, dass von 19 telemetrierten Jungadlern nur drei Adler eine Position im unmittelbaren Gefahrenbereich einer WKA anflogen (übermittelte GPS-Positionen).

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

5.1.4.3 Strukturanalyse im Nahbereich von WKA

Abhängig von der Region, dem Höhenrelief, den Windgeschwindigkeiten, der Thermik und den zu erwartenden Windtagen werden WKA an den windträchtigsten Stellen errichtet. Diese sind meist durch bestimmte Topographien wie Hügellandschaften, Bergkämme oder Fjorde geprägt. Mehrere Studien konnten nachweisen, dass solche Topographien das Kollisionsrisiko für Greifvögel erhöhen, da die Tiere günstige Bedingungen wie aufsteigende Thermik oder Aufwinde zum energetisch günstigen Flug nutzen (Barrios & Rodriguez 2004, Smallwood & Thelander 2004, Follestad et al. 2007). Neuere Untersuchungen von Katzner et al (2012) zeigen, dass zumindest Steinadler (*Aquila chrysaetos*) an windträchtigen Stellen wie Hügelkämmen und Hängen besonders niedrig fliegen (durchschnittlich 150m) im Gegensatz zur offenen Fläche (durchschnittlich 300m) und somit dort ein erhöhtes Kollisionsrisiko aufweisen.

In Deutschland verteilt sich die installierte Windleistung aktuell mit etwa 17 % auf die Küstenregionen, mit 55 % auf die Region „Norddeutsche Tiefebene“ und mit 28 % auf Mittelgebirgsanlagen (Windenergiereport Deutschland 2011). Viele WKA werden somit auch im flachen Land an windhöffigen Stellen gebaut und konzentrieren sich nicht auf bestimmten Regionen, so dass Kollisionen fast in allen Landschaftstypen auftreten können (Krone et al. 2008). Ein Großteil der WKA wurde allerdings auf landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet und Wald-, Feucht- und Vogelschutzgebiete gemieden (Illner 2011). Neuere Überlegungen beziehen Waldflächen als potenzielle WKA-Standorte mit ein (LBV-Studie 2010), da negative Luftverwirbelungen über dem Kronendach hohe Anlagen wenig beeinträchtigen (Fallen et al. 2006). Bisher gibt es so gut wie keine Studien zu Konflikten von Vögeln mit im Wald errichteten WKA, aber es sollte von einem direkten Verlust der Lebensräume störungsempfindlicher Arten mit großem Raumbedarf (z. B. Seeadler) ausgegangen werden (LBV-Studie 2010). Seeadler errichten ihren Horst in Deutschland vornehmlich auf Bäumen und könnten durch die Erschließung von WKA im Horstbereich erheblich beeinflusst werden. Hötter (2004 & 2006) sowie Albrecht (2006) empfehlen, WKA in der Nähe von Feuchtgebieten, Bergrücken oder Geländekanten von vorneherein auszuschließen. Neben der Größe der Home Ranges von Individuen einer gefährdeten Art ist die Nutzungsintensität unterschiedlicher Areale und Strukturen von besonderem Interesse. Deshalb sollen laut LAG-VSW (2007) im Einzelfall Bereiche um eine WKA festgelegt und untersucht werden, ob es sich in diesem Gebiet um Nahrungshabitate der betroffenen Vogelart handeln könnte.

5.1.4.4 Bewegungsmuster territorialer Altvögel in Abhängigkeit zur Horstentfernung und Abstandsempfehlungen

Aufgrund der Gefährdung von geschützten Greifvogelarten kommt der Minimierung der Verluste durch WKA eine besondere Bedeutung zu. Dies gilt umso mehr vor dem Hintergrund, dass zukünftig deutlich mehr WKA errichtet werden sollen, um die Energiewende in Deutschland zu vollziehen. Die bisherigen regionalen Abstandsempfehlungen für die Neuerrichtung von WKA in der Nähe eines Seeadlerhorstes sind in Tab. 5-7 aufgeführt.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Tab. 5-7: Regionale Abstandsempfehlungen verschiedener Einrichtungen.

Bundesland	Mindestabstand zum Horst	Empfehlung verschiedener Institutionen
Brandenburg	3000m	Empfehlungen des MUNR: Freihaltung des Flugkorridors zum Nahrungsgewässer Radius: 6000m um Brutplatz, Breite : 1000m
Mecklenburg-Vorpommern	2000m	Empfehlungen des LANU (BRB): Freihalten von potentiellen Nahrungsflächen und Gewährleistung der Erreichbarkeit Radius: 6000m um den Horst
Niedersachsen	3000m	Empfehlung des NLT: Freihalten der Nahrungshabitate bis 6000m und der Flugwege dorthin
Schleswig-Holstein	3000m	Empfehlungen des LANU (SH): Freihaltung der Nahrungshabitate und der Flugwege
Sachsen	3000m	Anlehnung an die Empfehlungen der LAG-VSG: Prüfbereich ob WKA in Nahrungshabitat, Radius: 6000m um den Horst Flugkorridore sollten freigehalten werden
Sachsen-Anhalt	3000m	Anlehnung an die Empfehlungen der LAG-VSG: Prüfbereich ob WKA in Nahrungshabitat Radius: 6000m um den Horst Flugkorridore sollten freigehalten werden

Die Abstandsempfehlungen dienen als Abwägungsgrundlage einer Entscheidungsfindung (LAG-VSW 2007) bei Windkraftanlagenplanungen. .

Da sich ein hoher Anteil (im Durchschnitt 71%, minimal 17%, maximal 98%) der Positionen besonderer Altvögel in einer Entfernung bis 3000 m um den Horst nachweisen lässt, nimmt die Wahrscheinlichkeit, dass die Adler in den Bereich von WKAs gelangen mit zunehmender Entfernung deutlich ab. Wird allerdings eine bevorzugte Flugrichtung, z.B. zu einem Nahrungsgewässer durch eine WKA verbaut steigt die Wahrscheinlichkeit an, mit WKAs in Kontakt zu kommen. In welchem Maße dies zu einem ansteigenden Kollisionsrisiko führt wird nach den Auswertungen der folgenden Kapitel diskutiert.

Seeadler können insbesondere in strengen Wintern, in denen der Zugang zu Beute erschwert oder unmöglich ist, ihren Aktionsraum deutlich vergrößern. Das Abschätzen des durchschnittlichen Lebensraumes von Seeadlern ist jedoch schwierig, da die Größe abhängig von der Lebensraumqualität erheblich variieren kann und bisher zu wenige Studien dazu vorliegen.

5.1.5 Danksagung

Wir danken der Naturparkverwaltung Nossentiner/Schwinzer Heide und der Nationalparkverwaltung Müritz für ihre logistische Hilfe. Den Landesforstverwaltungen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein und allen Forstämtern, die uns Wild zur Verfügung gestellt haben, sind wir sehr dankbar. Weiterhin möchten wir uns bei allen Landwirten und Windparkbetreibern bedanken, die uns Zugang zu den Windparks gewährt haben.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

Besonders bedanken möchten wir uns bei allen Helfern und Mitarbeitern, die uns im Projekt unterstützt haben, insbesondere bei Mirjam Gippert und Heiner Schumann.

5.1.6 Literatur

- Albrecht, R., Knief, W., Mertens, I., Göttsche M. & Götsche, M. (2006): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. Herausgegeben von Landesamtes für Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein (LANU).
- Altenkamp, R., Stoewe, D., Krone, O. (2007): Verlauf und Scheitern einer Brut des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Berlin und Konsequenzen für den Schutz der Brutplätze. Berliner ornithologische Berichte 17: 31-41.
- Barrios, L. & Rodriguez, A. (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø. Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Hoel, P.L., Johnsen, L., Kvaløy, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2009): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Progress Report 2009. NINA Report 505. 70 pp.
- Bevanger, K., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hansen, F., Johnson, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O. & Steinheim, Y. (2008): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Status report 1st January 2008. NINA Report 355.
- Bloom P., Clark W.S. & Kidd, J.W. (2007): Capture techniques. In: Bird, D.M. & Bildstein, K.L. (eds.): Raptor research and management techniques. Hancock house publisher, Surrey, Canada, Blaine, USA.
- BMU & BMWi (Hrsg.) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung vom 28. September 2010, Berlin.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M. & Donázaret, A. (2009): Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, doi:10.1016/j.biocon.2009.07.027.
- Dürr, T. & Langgemach, T. (2006): Greifvögel als Opfer von WKA. *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 5: 483– 490.
- Drewitt, A. L. & Langston, R.W.H. (2006): The impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- EG-Vogelschutzrichtlinie (2010): Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten. Anhang 1.
- Fallen, M., Puga, J. F., Tobias, K. & Jung, C. (2006): Hinweise zur Planung von Windenergieanlagen auf Waldstandorten. Universität Kaiserslautern, AG Windenergie.
- Farfán, M.A., Vargas, J.M. & Duarte, J. (2009): What is the impact of wind farms on birds. A case study in southern Spain. *Biodiversity Conservation* 18: 3743-3758.
- Fielding, A. H., Whitfield, D. P. & McLeod, D.R.A. (2006): Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland. *Biological Conservation* 131: 359-369.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

- Follestad, A., Flagstad, Ø., Nygård, T., Reitan, O. & Schulze, J. (2007): Vindkraft og fugl på Smøla 2003-2006. NINA Rapport 248.
- Fox, A. D., M. Desholm, J. Kahlert, T. K. Christensen & Petersen, I.K. (2006): Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129–144.
- Garvin, J. C., Jennelle, C. S., Drake, D. & Grodsky, S.M. (2011): Response of raptors to a windfarm. *Journal of Applied Ecology* 48: 199-209.
- Grünkorn, T., Diederichs, A., Poszig, D., Diederichs, B. & Nehls, G. (2009): Wie viele Vögel kollidieren mit Windenergieanlagen? *Natur und Landschaft* 84: 309-314.
- Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Köster, H (2004): Auswirkungen regenerativer Energien auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Endbericht des Michael- Otto-Instituts im NABU, gefördert durch das BfN. Bergenhusen.
- Hull, C.S. & Murir, S. (2010): Search Areas for Monitoring Bird and Bat Carcasses at Wind Farms Using a Monte-Carlo Model. *Australian Journal of Environmental Management* 17:77-87.
- Katzner, T.E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay, J.A., Mulvihill, R. & G.T. Merovich, G.T. (2012): Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *Journal of Applied Ecology* 49: 1178–1186.
- Kenward, R.E. (1983): *A Manual for Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, London.
- Kikuchi, R. (2008): Adverse impacts of wind power generation on collision behaviour of birds and anti-predator behaviour of squirrels. *Journal for Nature Conservation* 16: 44-55.
- Krone, O. & Scharnweber, C. (2003): Two white-tailed sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) collide with wind generators in northern Germany. *Journal of Raptor Research* 37: 174-176.
- Krone, O., Grünkorn, T., Gippert, M. & Dürr, T. (2008): White-tailed Sea Eagles and wind power plants in Germany - preliminary results. Documentation of an international workshop in Berlin, 21st and 22nd October 2008: *Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions* (NABU).
- Krone, O., Berger, A. & Schulte, R. (2009): Recording movement and activity pattern of a White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) by a GPS datalogger. *Journal of Ornithology* 150: 273–280.
- Krone, O., Nadjafzadeh, M. & Berger, A. (2013): White-tailed sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) defend small home ranges in North-east Germany throughout the year. *Journal of Ornithology* 154: 827-835, DOI 10.1007/s10336-013-0951-6.
- Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (LUGV) (2012): Vogelverluste an Windenergieanlage in Deutschland und Europa/ Bird fatalities at wind turbines in Germany and Europe. Daten aus der zentralen Funddatei der staatlichen Vogelschutzwerke zusammengestellt von T. Dürr. Status: December 2012.
[\[http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_vogel_de.xls\]](http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_vogel_de.xls)
[\[http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_voegel_eu.xls\]](http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_voegel_eu.xls)
- Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV) (2010): Literaturstudie über die Auswirkungen von WKA auf die Avifauna. Hilpoltstein.
- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW)(2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 151-153.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

- Langston, R.W.H. & Pullan, J.D. (2003): Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Sandy.
- Lucas, M.D., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. & Ferrer, M. (2008): Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45: 1695-1704.
- Lucas, M.D., Janss, G.F.E. & Ferrer M. (2004): The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13: 395-407.
- Madders, M. & Whitfield, D.P. (2006): Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* 148: 43–56.
- Masden, E.A., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Haydon, D.T. (2009a): Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*, doi:10.1016/j.eiar.2009.05.002.
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Desholm, M. (2009b): Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science* 66: 1-8.
- Martin, G.R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Martin, G. R. & Shaw, J.M. (2010): Bird collision with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation* 143: 2695-2702.
- Martin, G.R. & Katzir, G. (1999): Visual field in short-toed eagles *Circaetus gallicus* and the function of binocularity in birds. *Brain, Behavior and Evolution* 53: 55-66.
- May, R., Hoel, P.L., Langston, R., Dahl, E.L., Bevanger, K., Reitan, O., Nygård, T., Pedersen, H.C., Røskoft, E. & Stokke, B.G. (2010): Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA Report 639. 25 pp.
- Neddermann, B. (2010): Status der Windenergienutzung in Deutschland – Stand 30.06.2010. DEWI GmbH.
- Newton, I. (1998) Population limitation in birds. Academic Press, London, UK.
- Orloff, S. & Flannery, A. (1992): Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resource areas, 1989-1991. Prepared by BioSystems Analysis, Inc. for the California Energy Commission, Sacramento, California.
- Pearce-Higgins, J.W., Leigh, S., Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. & Bullman, R. (2009): The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 46: 1323-1331.
- Percival, S. (2005): Birds and windfarms: What are the real issues? *British Birds* 98: 194-204.
- Scottish Natural Heritage (SNH) (2005): Survey methods for use in assessing the impacts of onshore wind farms on bird communities. SNH. 50 pp.
- Smallwood, K.S., Bell, D.A., Snyder, S.A. & Didonato, J.E. (2010): Novel Scavenger Removal Trials Increase Wind Turbine-Caused Avian Fatality Estimates. *Journal of Wildlife Management* 74, 1089–1097.
- Smallwood, S.K. & Karas, B. (2009a): Avian and Bat Fatality Rates at Old-Generation and Repowered Wind Turbines in California. *Journal of Wildlife Management* 73: 1062–1071.
- Smallwood, S.K.L. Rugge & Morrison, M. L. (2009b): Influence of Behavior on Bird Mortality in Wind Energy Developments. *Journal of Wildlife Management* 73: 1082–1098.

5.1 Satellitentelemetrie von Seeadlern

- Smallwood, S.K. & Thelander, C.G. (2004): Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019.
- Stewart, G.B., Pullin, A.S. & Coles, C.F. (2007): Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation*, 34: 1–11.
- Swihart, R. & Slade, N. (1985a): Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* 66:1176–1184.
- Tapía, L., J. Domínguez & Rodríguez, L. (2009): Using probability of occurrence to assess potential interaction between wind farms and a residual population of golden eagle *Aquila chrysaetos* in NW Spain. *Biodiversity and Conservation* 18: 2033-2041.
- Windenergiereport Deutschland 2011. Herausgeber: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) Bereich Energiewirtschaft & Netzbetrieb. Kassel.
<http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/Windreport-2011-de.pdf>

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern im Bereich von WKA

Thomas Grünkorn¹, Mirjam Gippert², Gabriele Treuß², Georg Nehls¹

¹ BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum t.gruenkorn@bioconsult-sh.de

² Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin

5.2.1 Fragestellung

Ziel dieses Projektteiles war es, das Flugverhalten von Seeadlern im Bereich bestehender Windparks mit Hilfe von Sichtbeobachtungen zu untersuchen um insbesondere das Kollisionsrisiko zu ermitteln. Die bisher meist zufällig unter WKA aufgefundenen Seeadler (Dürr 2011) können keine weiteren Informationen über die Kollisionsumstände geben. Damit erschienen direkte Verhaltensbeobachtungen zielführend, die das unmittelbare kleinräumige Flugverhalten feststellen. Aus den direkten Beobachtungen sollten Anhaltspunkte über die Umstände und möglicherweise auch Gründe von Kollisionen abgeleitet und ggf. Vermeidungsmaßnahmen aufgezeigt werden.

5.2.2 Methode

Die Methode bestand in der direkten Beobachtung und Aufzeichnung von Flugstrecken und Flughöhen, sowie Reaktionen und Verhalten von Greifvögeln innerhalb von Windparks in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein. Dazu wurde ein auf ein Stativ montiertes binokulares Fernglas mit integrierter Funktion der Entfernungsmessung (Leica Geovid 10 x 42) eingesetzt. Die Neigung des Stativkopfes konnte auf einer Skala abgelesen werden. Mit den Messwerten Entfernung und Winkel kann die Flughöhe der Seeadler berechnet werden. Im Nahbereich von WKA wurde versucht mit Hilfe der bekannten Turmhöhe und dem Rotordurchmesser unmittelbar die Flughöhe zu schätzen.

Eine Identifizierung geeigneter Brutplätze mit WKA im Home Range der Brutvögel für Sichtbeobachtungen (und Fangversuche) erfolgte mit Hilfe eines GIS (Abb. 5-8 und 5-9).

Es wurden mindestens vierstündige Beobachtungsblöcke zumeist von Geländekuppen durchgeführt (sog. „Vantage-point-watches“, SNH 2005). Dabei wurde versucht, Flugbewegungen von Seeadlern zu beobachten, indem idealerweise sowohl der Wald (die Waldkante) mit dem meist nicht einsehbaren Adlernest, als auch nahegelegene WKA von einem Punkt aus beobachtet wurden. Darüber hinaus wurden Abflugrichtungen der Brutvögel vom Nest bestimmt, indem weitere Vantage-points an verschiedenen Waldseiten gewählt wurden.

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

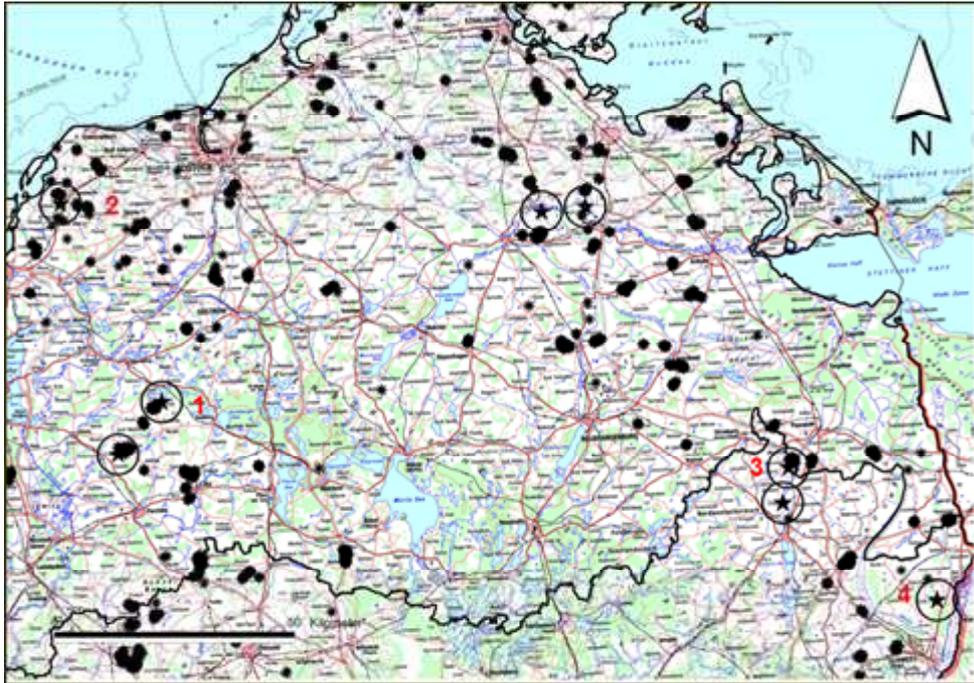


Abb. 5-8: Lage von ausgewählten Brutplätzen in unmittelbarer Nähe zu WKA (Kreis mit Sternchen) und solche, die für Sichtbeobachtungen von Altvögeln in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg ausgewählt wurden (1 bis 4).

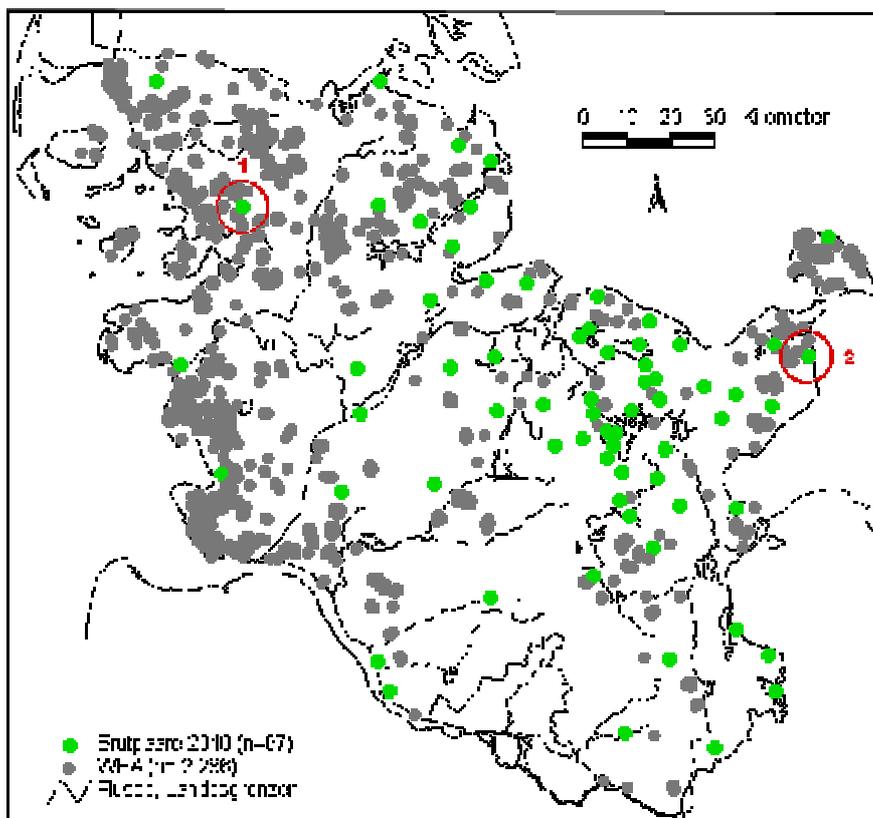


Abb. 5-9: Lage von Brutplätzen mit WKA an denen Sichtbeobachtungen von Altvögeln in Schleswig-Holstein durchgeführt wurden (1 und 2).

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

Zusätzlich werden Augenzeugenberichte von Kollisionen von Seeadlern mit WKA zusammengestellt.

5.2.3 Ergebnisse

5.2.3.1 Sichtbeobachtungen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg

5.2.3.1.1 Unbesenderte Altvögel

Im Sommer 2008 wurden an zwei Brutplätzen (1/MV und 2/MV) und im Juni 2010 an zwei weiteren Brutplätzen (3/BB und 4/BB) Sichtbeobachtungen durchgeführt. An allen Brutplätzen wurde versucht, Flüge von Altvögeln im Bereich von WKA sowie Abflugrichtungen zu beobachten. Trotz langer Beobachtungssequenzen wurden keine Ergebnisse erzielt. Die Sichtbeobachtungen an unbesenderten Adlern erwiesen sich als ungeeignet, da trotz hohen personellen Aufwands keine Ergebnisse erzielt wurden. Im Beobachtungszeitraum wurden keine Seeadler im Windpark gesichtet, obwohl sie Anwohnern zufolge regelmäßig in den Windpark flogen.

5.2.3.1.2 Besenderter Altvogel (VHF und GPS/GSM)

Sichtbeobachtungen des Fänglings 5900 bei Schönwerder 22. bis 25. Juni 2009

Der Brutvogel, der am 30. Januar 2009 bei Schönwerder/Uckermark in Brandenburg besendert wurde, konnte zusätzlich zur automatischen Registrierung der GPS-Koordinaten mit Hilfe des VHF Senders zwischen dem 22. Juni und 25. Juni 2009 vom Boden mit einer tragbaren Richtantenne geortet werden. Der Vogel hielt sich in diesem Zeitraum 7 km entfernt vom Brutplatz dauerhaft an einer Staufläche bei Holzdorf/Uckermark auf (Abb. 5-10). Es erfolgten kleinräumige Ortswechsel von wenigen 100 m und kurze Jagdflüge im Bereich der Stauung. Die Batteriekapazität der Sendeeinheit für die Übertragung der GPS-Koordinaten und der Signale für die VHF-Telemetrie am Boden ist am 25. Juni nach Übermittlung von mehr als 4.800 Positionsdaten erloschen. Im näheren Umfeld befanden sich keine Windenergieanlagen. Weitere mit Hilfe der Satellitentelemetrie erzielte Lokalisationen und Ergebnisse sind in Kapitel 5.1.3.1 dargestellt.

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern



Abb. 5-10: Lokalisation mit Hilfe der VHF-Telemetrie (rote Punkte), schwarze Kontur = gestauter Bereich.

5.2.3.1.3 Besenderte Jungvögel (VHF und GPS/GSM)

Im Juni 2008 wurden in Mecklenburg-Vorpommern drei Nestlinge mit GPS- und VHF-Sendern ausgestattet (zwei Jungvögel bei Wismar (2/MV) und ein Jungvogel bei Parchim (1/MV)). Ab dem Ausfliegen wurden minutengenaue Zeitbudgets und Verhaltensbeobachtungen an diesen windparknaiven Vögeln durchgeführt.

Die Jungvögel von 2/MV haben kurz nach dem Ausfliegen den Brutplatz mit den benachbarten WKA verlassen. Am 12. August 2008 gelang eine VHF-Ortung mit Richtantenne in bereits 26 km Entfernung, wo mehrere diesjährige Adler an einem See jagten.

Der besenderte Jungadler 5902 (1/MV) wurde geortet und insgesamt 113 Stunden lang beobachtet, wobei er sich in 97% der Zeit außer Sicht im Wald, meist in Horstnähe in einem Baum sitzend, aufhielt. Die restliche Zeit wurde er außerhalb des Waldes fliegend gesichtet und seine Flughöhe erfasst. Dabei flog der Jungvogel dreimal in den Windpark, wobei der Vogel die Anlagen einmal deutlich überflog, aber sich auch in der Höhe des gefährlichen Rotorbereichs und darunter bewegte (Abb. 5-11).

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

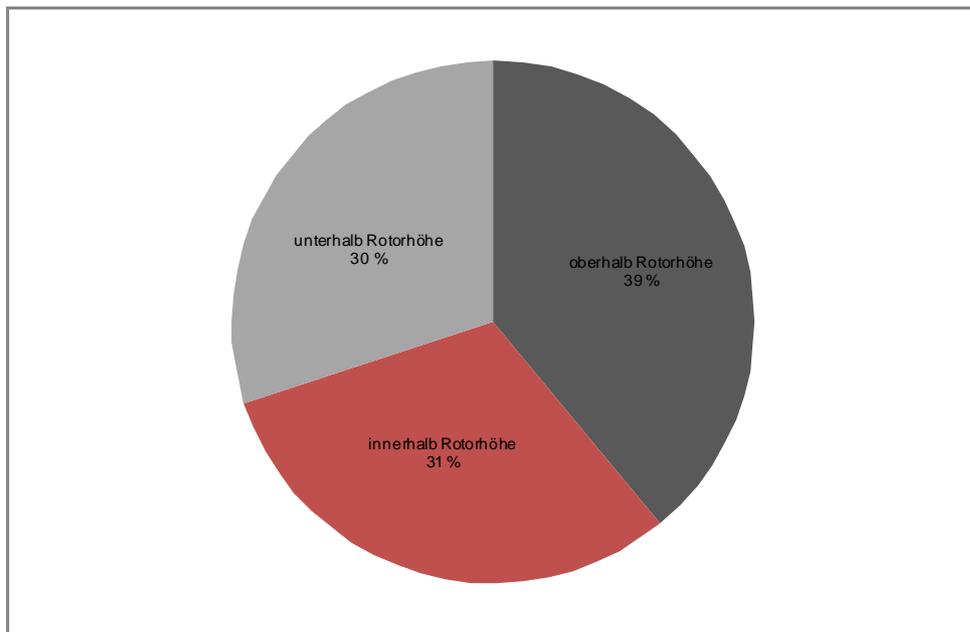


Abb. 5-11: Relativer Anteil der Flughöhen des Jungadlers 5902 (Brutplatz Kukuk/Parchim) im Bezug zu den vorhanden WKA (n= 203 min, Nabenhöhe 66 m, Gesamthöhe 100 m).

5.2.3.2 Sichtbeobachtungen in Schleswig-Holstein

Die Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V. hatte eine Besenderung von Jungvögeln in Schleswig-Holstein abgelehnt, so dass ausschließlich Beobachtungen an Brutvögeln stattfanden.

In Schleswig-Holstein wurden im Sommer 2007 Beobachtungen von Flugbewegungen von Brutvögeln an zwei Orten (1/SH in Nordfriesland und 2/SH in Ostholstein) durchgeführt. Im Nahbereich dieser Brutplätze befinden sich zahlreiche WKA.

Brutplatz 1/SH in Nordfriesland

Die Brutvögel von 1/SH nutzten die Windparkflächen nicht als Jagdgebiet, querten diese aber regelmäßig auf der Strecke zwischen Brutplatz und Jagdgebieten (Küstenbereiche). Die zahlreichen Windparks standen hier quer zur direkten Flugstrecke. Es wurde kein großräumiges Ausweichverhalten gegenüber den Windparks beobachtet. Bei drei protokollierten Annäherungen durchflog ein Altvogel die westlichen Windparks im Breklumer Koog im Höhe der Rotoren (etwa 90 m) außerhalb des Gefahrenbereiches (Abb. 5-12). Zwei Überflüge wurden im östlichen Windpark bei Bohmstedt/NF deutlich oberhalb der Rotoren in etwa 200 m Höhe festgestellt (Abb. 5-12).

Brutplatz 2/SH in Ostholstein

Am Brutplatz 2/SH wurden im Frühjahr und Sommer 2007 ausschließlich Abflugrichtungen festgestellt, die nicht zum dortigen Windpark führten (Abb. 5-14). Im Frühjahr 1998 beobachteten Mitarbeiter der Projektgruppe Seeadlerschutz e. V. noch Flugbewegungen in das Gebiet in dem später WKA errichtet wurden (Abb. 5-13).

Zahlreiche, z. T. tagelange Planbeobachtungen in den Windparks an beiden Adlerbrutplätzen führten nur zu wenigen Verhaltensbeobachtungen. Aufgrund der geringen Flugaktivität und der langen Tageslänge mit möglichen Jagd- und Streckenflügen wurden die reinen

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

Sichtbeobachtungen in 2008 und 2009 eingestellt. Es wurde daraufhin beabsichtigt, die Anzahl beobachteter Nahrungsflüge durch die individuelle Verfolgung der Brutvögel mit Hilfe von VHF-Sendern zu erhöhen, was aber aufgrund des fehlenden Fangerfolges in Schleswig-Holstein nicht gelang.

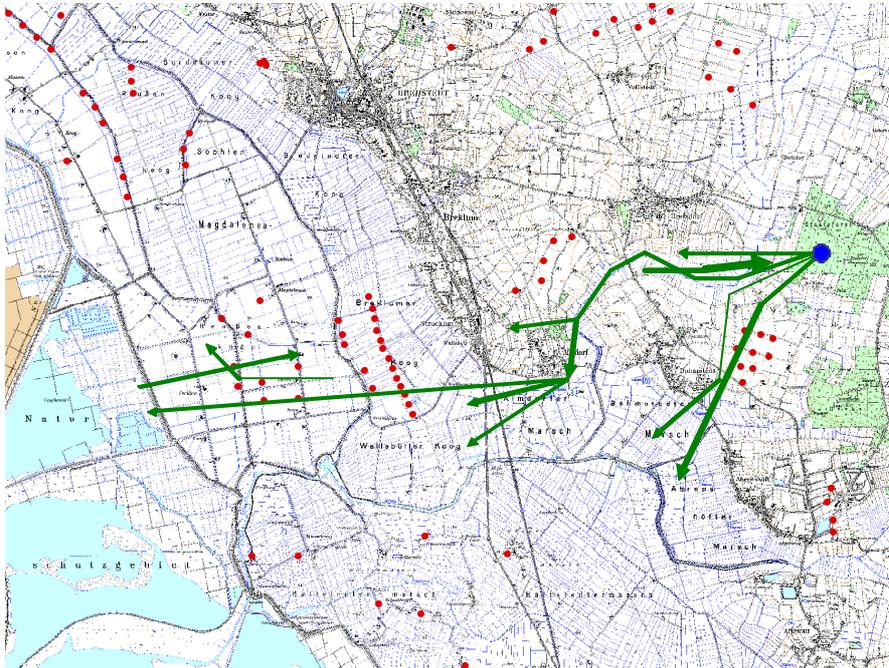


Abb. 5-12: Flugwege von adulten Seeadlern am Brutplatz 1/SH in Nordfriesland (blauer Punkt) im Sommer 2007 in Bezug zu bestehenden Windparks (WKA als rote Punkte), Pfeildicke = 1, 2 und 3 Beobachtungen, (im Westen des Kartenausschnittes Windparks im Breklumer Koog, im Osten ein Windpark bei Bohmstedt).

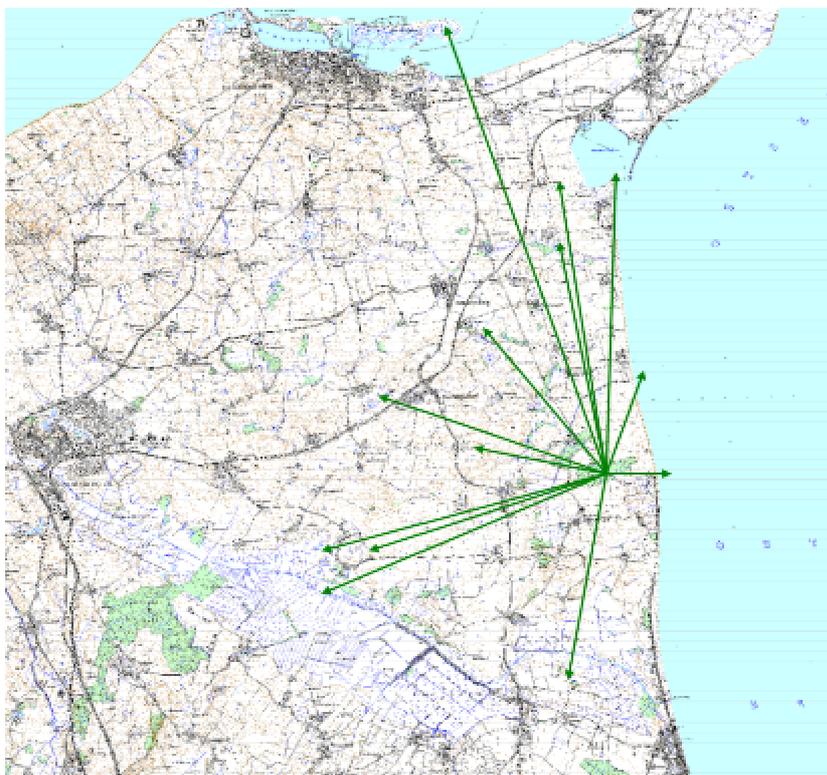


Abb. 5-13: Abflugrichtungen (mit vermuteten Zielen) von adulten Seeadlern am Brutplatz 2/SH (D. +P. Görke mdl n=25) im Mai 1998 (noch keine Windparks).

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

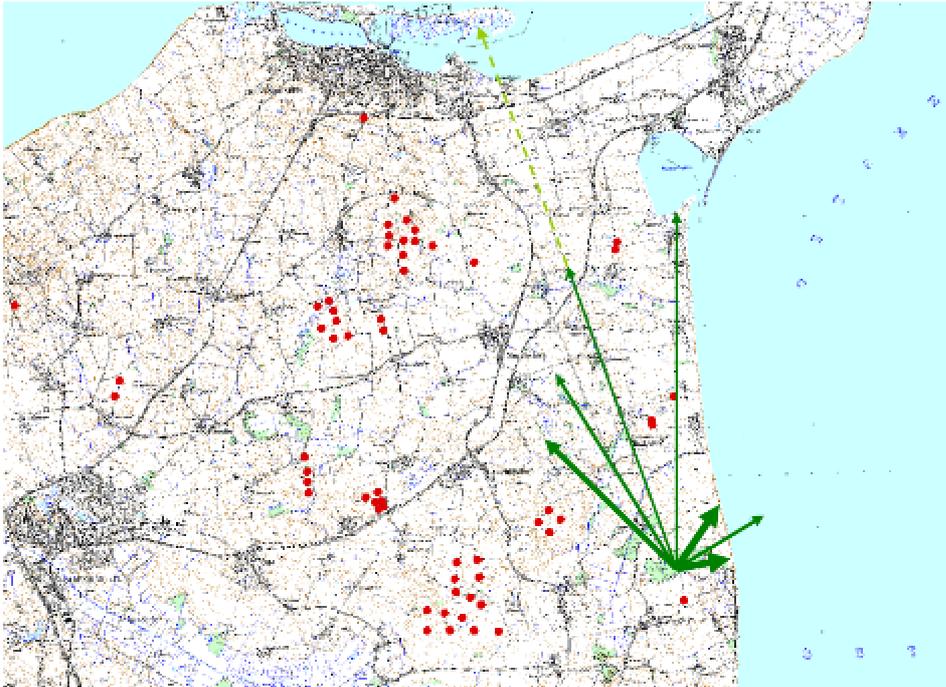


Abb. 5-14: Juni und Juli 2007 Abflugrichtungen vom Brutplatz 2/SH (Pfeildicke = 1, 2 und 3 Beobachtungen von T. Grünkorn und D. + P. Görke briefl., n= 13). Bestehende WKA sind als rote Punkte dargestellt.

Brutzeit 2010

In der Brutzeit 2010 wurden erneut Sichtbeobachtungen am Brutplatz 1/SH in Nordfriesland durchgeführt.

An vier Tagen im Mai und Anfang Juni 2010 wurde versucht, Flugsequenzen aufzuzeichnen. An diesen Tagen wurde jedoch kein Beuteflug der Seeadler zum Horst beobachtet. Somit gelangen auch an den verschiedenen WKA im Flugkorridor keine Beobachtungen. Die Beobachtungen wurden im Juni eingestellt.

5.2.4 Bisher dokumentierte Beobachtungen von Kollisionen

Aufgrund der geringen Zahl direkter Verhaltensbeobachtungen (insbesondere möglicher Ausweichbewegungen) in WKA-Nähe werden die bisher bekanntgewordenen drei Fälle von direkt beobachteten Kollisionen von Seeadlern an WKA in Mecklenburg-Vorpommern (Krone & Scharnweber 2003) und Schleswig-Holstein (Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V.) dargestellt.

Fall 1 (Krone & Scharnweber 2003):

Am 01. April 2002 (9:20 Uhr) hören Spaziergänger bei Anklam einen dumpfen Knall und sehen daraufhin einen Adler an einer WKA zu Boden fallen. Die Flugweise des Adlers vor der Kollision konnte nicht beobachtet werden. Es herrschte sonniges Wetter, Angaben zur Windstärke finden sich nicht. Der Vogel war ein subadultes Männchen im 5. Kalenderjahr, wel-

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

ches in 25 km Entfernung auf Usedom als Jungvogel beringt wurde. Aufgrund der Verletzungen wurde der Vogel eingeschläfert.

Fall 2: (Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V., Jahresbericht 2007).

Am 12. September 2007 beobachtet ein Jäger bei Sprengerhof/RD Attacken zweier Mäusebussarde auf einen sudadulten Seeadler in der Luft. Die Mäusebussarde fliegen immer wieder kurze Angriffe auf den Seeadler. Bei einem Ausweichmanöver wird der Seeadler von einer kräftigen Windböe erfasst und gerät völlig unvermittelt in den Rotorbereich von einer der drei WKA, die auf einer Geländekuppe stehen. Der Vogel wird von einem Rotorblatt getroffen und stürzt zu Boden. Auf dem abgeernteten Feld wird der tote Vogel schnell gefunden. Ein Flügel ist gebrochen und aus dem Schnabel sickert Blut (Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V., Jahresbericht 2007).

Fall 3: (Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V. über Internet OAGSH, am 26.06.2011).

Am 24. Juni 2011 beobachtete ein Spaziergänger, wie über den Windenergieanlagen (WKA) bei Rethwisch/PLÖ östlich von Preetz ein Seeadler von zwei Krähen attackiert wird. Als der Seeadler bei einem Flugmanöver nach unten ausweicht, wird er oberhalb einer WKA von der Spitze eines Rotorblattes mit einem lauten Knall getroffen und weggeschleudert. Der Augenzeuge findet mit Hilfe seines Hundes den Vogel in einem Weizenfeld, wo er zu dieser Jahreszeit sonst sicher nicht gefunden worden wäre. Es handelte sich um einen unberingten Vogel im 3. Kalenderjahr. Der linke Flügel und der linke Fuß wurden abgeschlagen. Der rechte Fuß war gebrochen und hing nur noch an einer Sehne.

5.2.5 Diskussion

Insgesamt konnten nur wenige Flugbewegungen von Jung- oder Altvögeln beobachtet werden. Die Aktivitätsphasen von Seeadlern sind generell kurz. In der Zeit der Jungenfütterung ist bei der Größe der Beutetiere grundsätzlich nur von einer geringen Anzahl von Nestanflügen auszugehen. Bei einer Helligkeitsphase in dieser Jahreszeit von 14 bis 17 Stunden können sich die wenigen An- oder Abflüge auf den ganzen Tag verteilen und es gelingen nur wenige Beobachtungen. Bei mehreren potenziellen Abflugrichtungen muss der Beobachtungsaufwand zudem auf mehrere Himmelsrichtungen aufgeteilt werden. Mit zunehmender Entfernung zum Brutplatz sinkt zudem die Sichtungswahrscheinlichkeit. In walddreichem hügeligem Gelände kann nur ein kleiner Luftraum eingesehen werden und die beobachtbaren Flugsequenzen können nur kurz sein. Einige wenige Flugbewegungen konnten im waldfreien ebenen Gelände über eine längere Strecke verfolgt werden (insbesondere bei 1/SH in Nordfriesland). Der Jungvogel mied hier bei seiner vermutlich ersten Annäherung an einen Windpark den Gefahrenbereich der Rotoren nicht.

Von den bisher beschriebenen direkt beobachteten Kollisionen konnten beim Fall 1 keine weiteren äußeren Ursachen erkannt werden. Dagegen geben die Fälle 2 und 3 einen Hinweis auf ähnliche Umstände, die zu einer Kollision mit WKA führen können. Offenbar können

5.2 Verhaltensbeobachtungen von Seeadlern

Seeadler durch Krähen- und Greifvögel und vermutlich auch durch innerartliche Auseinandersetzungen abgelenkt werden und die Gefahr, die von dem sich drehenden Rotor ausgeht, nicht richtig erkennen oder einschätzen. Möglicherweise bewirkt gerade bei inner- und zwischenartlichen Auseinandersetzungen das von Martin (2011) beschriebene eingeschränkte Gesichtsfeld von Vögeln eine Erhöhung der Kollisionswahrscheinlichkeit. May et al. (2011) berichten von einem hohen Kollisionsrisiko von Seeadlern auf Smöla/Norwegen aufgrund hoher Siedlungsdichte verbunden mit einer hohen Anzahl sozialer und/oder territorialer Flugaktivität. Gezielte Sichtbeobachtungen wurden auf Smöla nicht durchgeführt.

5.2.6 Literatur

- Dürr, T. (2011): Zentrale Fundkartei der Kollisionsopfer (Vögel): mugv.brandenburg.de/cmc/detail.php/bb2.c.451792.de.
- Krone, O. & Scharnweber, C. (2003): Two White-tailed Sea-eagles (*Haliaeetus albicilla*) collide with wind-generators in northern Germany. *Journal of Raptor Research* 37:174-176.
- Martin, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- May, R., Hoel, P.L., Langston, R., Dahl, E.L., Bevanger, K., Reitan, O., Nygård, T., Pedersen, H.C., Røskoft, E. & Stokke, B.G. (2010): Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA Report 639. 25 pp.
- Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein (2007): Seeadler kollidiert mit Windenergieanlage im Dänischen Wohld. Großvogelschutz im Wald. Jahresbericht 2007: 20.
- Scottish Natural Heritage (SNH) (2005): Survey methods for use in assessing the impacts of onshore wind farms on bird communities. SNH: 50 pp.

5.3 Folgen der individuellen Verluste durch WKA auf den Zeitpunkt der Reviergründung, den Fortbestand von Brutterritorien und den Bruterfolg des Seeadlers (Fallbeispiele)

Thomas Grünkorn, Georg Nehls

BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum t.gruenkom@bioconsult-sh.de

5.3.1 Fragestellung

Anhand von Fallbeispielen werden Umfang und Art der Folgen individueller Verluste durch WKA auf das Ansiedlungsverhalten, den Fortbestand von Brutterritorien sowie den Bruterfolg des Seeadlers dargestellt. Dabei wird hier der Fokus auf die Kollisionsopfer gelegt, die aufgrund ihres Lebensalters geschlechtsreif und damit potenzielle Brutvögel sind. Kollisionsopfer können in allen Lebensjahren auftreten und haben einen unterschiedlichen Wert für den Erhalt der Population. Eine weitergehende Bewertung der zusätzlichen Mortalität von Seeadlern durch WKA - unter Berücksichtigung aller Altersstadien - auf das Populationswachstum bzw., die Populationsgröße soll mit Matrixmodellen durch Prof. Dr. O. Krüger (Universität Bielefeld) in dem BMU-geförderten Forschungsvorhaben „Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch WKA (PROGRESS)“ aufgezeigt werden.

5.3.2 Methode

Kollisionen von potenziell geschlechtsreifen Seeadlern wurden in der zentralen Fundkartei (Dürr 2011) identifiziert. Bei zuvor im Nest beringten Vögeln ist das Geburtsjahr zweifelsfrei bekannt. Bei unberingten Vögeln kann der Fehler der Altersbestimmung nach Gefiedermerkmalen nicht angegeben werden. Im vierten Kalenderjahr ist erstmaliges Brüten grundsätzlich möglich (physiologische Geschlechtsreife), in Einzelfällen wurden sogar schon Bruten im dritten Kalenderjahr nachgewiesen (Struwe-Juhl & Grünkorn 2007). In der Regel sind erstmalig brütende Seeadler älter (dichteabhängige „ökologische“ Geschlechtsreife). Durch Farbringablesungen (Struwe & Grünkorn 2007) und Sammlung der individuellen Mauserfedern (Struwe & Schmidt 2002) sind in Schleswig-Holstein in der Regel die individuellen Brutvögel und der Bruterfolg (Anzahl ausgeflogener Jungen) bekannt.

5.3.3 Ergebnisse

Von 1993 bis 2011 wurden in Schleswig-Holstein 26 Kollisionen von Seeadlern dokumentiert, von denen 19 (davon 18 in Schleswig-Holstein) zuvor als Jungvogel beringt worden waren (Tab. 5-8). Damit war zumeist eine exakte Altersangabe der Kollisionsopfer möglich. Fünfzehn Vögel hatten mindestens das vierte Kalenderjahr erreicht. Diese konnten jedoch

5.3 Folgen individueller Verluste von Seeadlern

nur in drei Fällen einem bekannten Brutrevier zugeordnet werden. Alle übrigen Verluste betreffen entweder unverpaarte, umherstreifende oder ziehende Vögel und ein räumlicher Bezug zu einem nächstliegenden Brutpaar kann ausgeschlossen werden, weiter entfernte nicht. Darüber hinaus konnten in drei Fällen (2x Seegalendorf/OH, Rodenäs-Dreieckskoog/NF) die Kollision von diesjährigen beringten Jungvögeln einem Brutplatz zugeordnet werden.

Bemerkenswert ist, dass es an einer einzelnen kleinen WKA (ca. 40 m Gesamthöhe) bei Krieseby/RD zu einer Kollision gekommen ist. Weitere Funde betrafen Windparks mit höheren und zahlreicheren Anlagen.

Tab. 5-8: Totfunde von Seeadlern an WKA in Schleswig-Holstein (rot = potenzielle Brutvögel ad. >= 4. Kalenderjahr, blau = Kollisionen diesjähriger Jungvögel, die keine Brutvögel sein können).

WP/WKA (n)	Ort	Funddatum	Alter [KJ]	Brutvogel?
WP	Heringsdorf/Göhl	11.03.2003	2	nein
WP	Zarpen	20.03.2003	4	nein
WP	Kronprinzenkoog	30.03.2003	5	nein
WP	Damlos	11.11.2003	4	ja, Fall 1
WP	Timmaspe	15.03.2004	5	nein
WP	Koselau-Riepsdorf	06.04.2004	3	nein
WEA (2)	Desmerciereskoog	06.12.2004	8	ja, Fall 2
WP (7)	Seegalendorf	31.08.2005	1	nein
WEA (1)	Krieseby	23.01.2006	7	nein
WP	Heringsdorf	08.10.2006	2	nein
WP	Sprengerhof	12.09.2007	4	ja, Fall 3
WP	Rellin	05.01.2008	4	nein
WP	Rodenäs-Dreieckskoog	16.10.2008	1	nein
WP	Rehhorst	28.11.2008	3	nein
WP	Hardebek	16.12.2008	5	nein
WP	Eichede	06.04.2009	4	nein
WP	Wasbek	18.05.2009	2	nein
WP	Barkau	27.02.2010	ad.	nein
WEA (3)	Steinberghaff	16.03.2010	5	nein
WP	Puls	22.03.2010	4	nein
WP	Tralau	11.08.2010	3	nein
WP	Schwochel	06.09.2010	5	nein
WP	Seegalendorf	21.10.2010	1	nein
WP	Brokstedt	01.03.2011	5	nein
WP	Grömitz	26.03.2011	2	nein
WP (8)	Rethwisch	24.06.2011	3	nein

Im Folgenden werden die drei Fälle von Kollisionsopfern dargestellt, in denen ein Bezug zu den entsprechenden Brutpaaren bzw. den Brutplätzen hergestellt werden konnte. Keine dieser drei Kollisionen erfolgte während der Brutzeit.

Fall 1: Fund eines Seeadlers im 4. Kalenderjahr im November 2003 an einer WKA bei Damlos, Kreis Ostholstein. Im Frühjahr 2003 wurde in diesem Bereich eine Neuansiedlung - ein Revierpaar ohne Brut – festgestellt. 2004 war das Revier wieder verwaist. 2005 konnte 3 km von der Fundstelle entfernt, bei Manhagen, eine Brut nachgewiesen werden. Es ist nicht bekannt, ob einer der Partner aus dem Revierpaar 2003 hervorgeht. Die Umstände deuten darauf hin, dass die Kollision in die Zeit der Reviergründung fiel und sich in der Folge die Ansiedlung um ein Jahr verzögert hat.

Fall 2: Fund eines Seeadlers im 8. Kalenderjahr im Dezember 2004 im Desmerciereskoog, Kreis Nordfriesland. Im Frühjahr 2004 wurde in diesem Bereich eine Neuansiedlung - ein Revierpaar ohne Brut – festgestellt. Im nächsten Jahr (2005) war das Revier wieder verwaist

5.3 Folgen individueller Verluste von Seeadlern

Ein erster Brutnachweis gelang 2006 im 8 km Entfernung. Die Umstände deuten darauf hin, dass die Kollision in Zeit der Reviergründung fiel und sich die Ansiedlung damit um ein Jahr verzögert hat.

Fall 3: Fund eines Seeadlers im 4. KJ im September 2007 bei Sprengerhof, Kreis Rendsburg-Eckernförde. Im Jahr 2007 wurde keine Brut in der Umgebung festgestellt. Im Folgejahr wurde eine Brut ca. 1 km von der Fundstelle entfernt festgestellt. Der verunglückte Adler wurde zehn Tage nach dessen Fund ersetzt. Die Umstände deuten auf einen Verlust während der Reviergründung hin, es wurde aber keine Verzögerung bei der Ansiedlung festgestellt.

Niedersachsen

Von den bisher drei Kollisionsopfern in Niedersachsen war ein Fund ein Altvogel:

Fall 4: Fund Januar 2008 bei Nöpke, Kreis Hannover, KJ 12, nachweislich führte der Tod dieses weiblichen Brutvogels zur Aufgabe des 5 km entfernten Brutplatzes am Steinhuder Meer. Das Männchen hat das Revier verlassen und es wurde keine Brut seit 2008 festgestellt.

Brandenburg

Die individuelle Zuordnung von Totfunden (Tab. 5-9) zu konkreten Territorien gelingt in Brandenburg (ebenso in Mecklenburg-Vorpommern) aufgrund der z. T. hohen Siedlungsdichte der Seeadler und aufgrund geringerer Kenntnis der Einzelvögel (Beringung, Ringableitung Mauserfedersuche) in aller Regel nicht.

In Brandenburg sind in den letzten neun Jahren 18 Kollisionen von Seeadlern mit WKA bekannt geworden, von denen acht Vögel mindestens das vierte Kalenderjahr erreicht hatten. In einem Fall konnte das Alter des Vogels nicht angegeben werden. In vier Fällen erfolgten Kollisionen während der Brutzeit und es wurde der Bezug zu einem bekannten Brutplatz durch Verschwinden von Altvögeln einhergehend mit fehlendem Bruterfolg als Analogieschluss wahrscheinlich gemacht (Entfernung WKA zum Brutplatz 2,6/ 5,6 /10,8 und 20 km, Fallbeschreibungen aus Dürr & Langgemach 2011, siehe unten). Zwei Brutplätze waren im Folgejahr wieder besetzt, in den beiden anderen Fällen ist dies nicht bekannt.

Darüber hinaus wurden die Kollisionen von zwei diesjährigen Jungvögeln einem Brutplatz zugeordnet (Funde bei Drehnow/Kreis Spree-Neiße und Buckow-Nord/Kreis Oder-Spree).

Zuordnung von Kollisionsopfern aus Windparks in Brandenburg zu benachbarten Brutplätzen (Dürr & Langgemach 2011):

Altvögeln zu 12.04.2003: Altvogel (W) unberingt, Brutplatz 5,6 km vom WP Beerfelde (LOS), der Horstbetreuer kontrollierte umgehend den Horst und veranlasste, nachdem das Fehlen des Weibchens offenbar wurde, umgehend eine Besteigung des Horstbaumes, der nur noch den Verlust des wenige Tage alten Nestlings feststellen konnte.

24.07.2009: Altvogel (W) unberingt, Brutplatz 10,8 km vom WP Markee-Süd (HVL), Vogelteile, die jemand mit Spaten in den Sockel am Mastfuß der WEA eingegraben hatte und die von einem Fuchs (oder Hund) wieder ausgegraben worden waren. WP liegt auf Flugweg zur Kormorankolonie und es besteht eine zeitliche Übereinstimmung zwischen errechnetem Verlustzeitpunkt und bemerktem Verschwinden des Weibchens vom Horst.

21.05.2010: Altvogel (M) unberingt, Brutplatz 20 km von WP Prötzel (MOL), wurde nächstem Brutplatz mit erfolgloser Brut zugeordnet, zumal es an zwei nähergelegenen Brutplätzen keine Auffälligkeiten gegeben hatte.

5.3 Folgen individueller Verluste von Seeadlern

26.02.2011:Altvogel (M) unberingt, Brutplatz 2,6 km vom WP Groß Schacksdorf (SPN), Brut fiel trotz zeitnaher Neuverpaarung aus, einhergehend mit Verlassen des bereits aufgebauten Horstes.

Tab. 5-9: Totfunde von Seeadlern an WKA in Brandenburg (rot = potentielle Brutvögel, ad. >= 4. Kalenderjahr/ blau = Kollisionen diesjähriger Jungvögel).

WP/ WKA (n)	Ort	Funddatum	Alter [KJ]	Brutvogel?
WP (7)	Beerfelde	12.04.2003	ad	ja
WP (18)	Duben-Schiebsdorf	15.01.2004	ad	nein
WP	Wilhelmsfelde	30.07.2006	5 oder 6	nein
WP (8)	Buckow-Nord (Klein Rietz)	10.04.2006	1	nein
WP	Kerkow	03.12.2007	ad	nein
WP	Wilmersdorf	07.03.2008	4	nein
WEA	Bomsdorf	04.05.2008	ad	nein
WP	Sembten	12.11.2008	8	nein
WEA (3)	Markee-Süd	24.07.2009	ad	ja
WP	Lüdersdorf-Haselberg (Wriezen)	16.08.2009	2	nein
WP (15)	Ketzin-I-b	28.07.2009	3	nein
WP	Barenthin	07.10.2009	2	nein
WP	Klettwitz-III (Salgast-Poley)	13.06.2009	?	nein
WP	Zernitz.Holzhausen	08.03.2010	3	nein
WP	Prötzel	21.05.2010	ad	ja
WP	Jahnkeshof	07.11.2003	2	nein
WP (7)	Drehnow - Turnow	A.07.2009	1	nein
WP	Gr. Schacksdorf	26.02.2011	ad	ja

5.3.4 Diskussion und Fazit

In Schleswig-Holstein sind die Brutvögel individuell bekannt, so dass die hergestellten Bezüge eindeutig sind. Dagegen sind die Brutvögel in Brandenburg nicht individuell bekannt, so dass keine eindeutige Zuordnung zu bekannten Brutplätzen möglich ist.

Neben den Altvogelverlusten wurden auch diesjährige Jungvögel unter WKA gefunden. Die Zuordnung (von unberingten) Jungvögeln zu bekannten Seeadlerrevieren ist nicht immer zweifelsfrei möglich. Wenn die Kollision aber kurz nach dem Ausfliegen in der Nähe eines bekannten Brutplatzes auftritt, so ist die Zuordnung zu diesem - in Abhängigkeit von der Siedlungsdichte - sehr wahrscheinlich. In Schleswig-Holstein wurden weiterhin im Nest beringte Jungvögel als Kollisionsopfer gefunden.

Drei der 26 Kollisionsopfer in Schleswig-Holstein betrafen lokale Brutpaare, auch wenn die Kollisionen außerhalb der Brutzeit erfolgten. Eine Kollision erfolgte innerhalb des 3 km Radius um den Brutplatz.

Der Tod nicht geschlechtsreifer Adler (Kalenderjahr 1 bis 3) kann selbstverständlich keinen Einfluss auf den Brutverlauf konkreter – noch nicht existenter – Territorien haben. Vögel im 4. und 5. Kalenderjahr sind zwar physiologisch geschlechtsreif, bilden aber häufig einen Pool nicht brütender Adler. Diese Reserve ist für vitale Populationen charakteristisch. Aus dieser Reserve werden neue Brutvögel als Ersatz für tote Vögel in langjährig bestehenden Brutterritorien und für Revierneugründungen im Zuge der Arealausdehnung (Dänemark, Niederlande) und des Dichtezuwachses rekrutiert.

5.3 Folgen individueller Verluste von Seeadlern

Von keiner Auswirkung (Fall 3) über um ein Jahr verzögerte Ansiedlung (Fälle 1 und 2) bis hin zur vorerst dauerhaften Aufgabe des Brutplatzes (Fall 4) finden sich unterschiedlich gravierende Auswirkungen von individuellen Verlusten an WKA auf einzelne Reviere. Die Fallbeispiele aus Schleswig-Holstein deuten an, dass die Seeadler insbesondere in der Ansiedlungsphase verunglücken können. Erfahrene, mit dem Home Range vertraute Vögel kollidieren möglicherweise seltener mit den Rotoren. Dieser vorläufige Hinweis muss mit weiteren Daten erneut geprüft werden

Von den insgesamt 13 Kollisionen, die einem Brutplatz zugeordnet werden konnten, (Brutvogel (8) und diesjährige Jungvögel (5)) lagen sieben innerhalb des von der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007) empfohlenen Schutzbereiches (Radius 3 km) und 10 innerhalb des Prüfbereiches für Flugkorridore (Radius 6 km). Das Fehlen von WKA in diesen Radien um den Brutplatz hätte damit sieben von dreizehn Kollisionen verhindern können.

5.3.5 Literatur

Dürr, T. (2011): Zentrale Fundkartei der Kollisionsopfer (Vögel):
mugv.brandenburg.de/cmcdetail.php/bb2.c.451792.de.

Dürr, T. & Langgemach, T. (2011): Verlustmonitoring von Großvogelarten im Land Brandenburg. Auszug vom 26. Juni 2011, LUGV BB.

Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. Berichte zum Vogelschutz 44: 151-153.

Struwe-Juhl, B. & Schmidt, R. (2002): Möglichkeiten und Grenzen der Individualerkennung von Seeadlern anhand von Mauserfederfunden in Schleswig-Holstein (1955-2000). Corax 19, Sonderheft 1: 37-50.

Struwe-Juhl, B. & T. Grünkorn. 2007: Ergebnisse der Farbberingung von Seeadlern *Haliaeetus albicilla* in Schleswig-Holstein mit Angaben zu Ortstreue, Umsiedlung, Dispersion, Geschlechtsreife, Altersstruktur und Geschwisterverpaarung. Vogelwelt 128: 117-129.

5.4 Entfernung von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers zu WKA in Schleswig-Holstein

Thomas Grünkorn, Georg Nehls

BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum T.Gruenkorn@bioconsult-sh.de

5.4.1 Fragestellung

Die Entwicklung von Brutbestand und Bruterfolg des Seeadlers ist in Schleswig-Holstein besonders gut dokumentiert (Daten der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V.).

In den letzten zehn Jahren erfolgte ein exponentieller Anstieg des Landesbestandes (Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V. 2010). Dieses zurzeit noch exponentielle hochsignifikante Wachstum wird nach Modellberechnungen von Krüger et al. (2009) im kommenden Jahrzehnt in eine sigmoide Wachstumskurve mit einem Sättigungswert (Carrying capacity) übergehen (Abb. 5-15).

Weiterhin erfolgte in den letzten zehn Jahren eine Arealausweitung bis zur Westküste von Schleswig-Holstein. Damit brüten Seeadler mittlerweile auf der gesamten Landesfläche (vier Brutplätze an der Westküste in 2010, Abb 5-16, nach Daten der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V.). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Kreisen Plön und Ostholstein. Die Anzahl ausgeflogener Jungen steigt weiterhin exponentiell und ein Dichteeffekt ist noch nicht zu erkennen (Abb. 5-17).

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

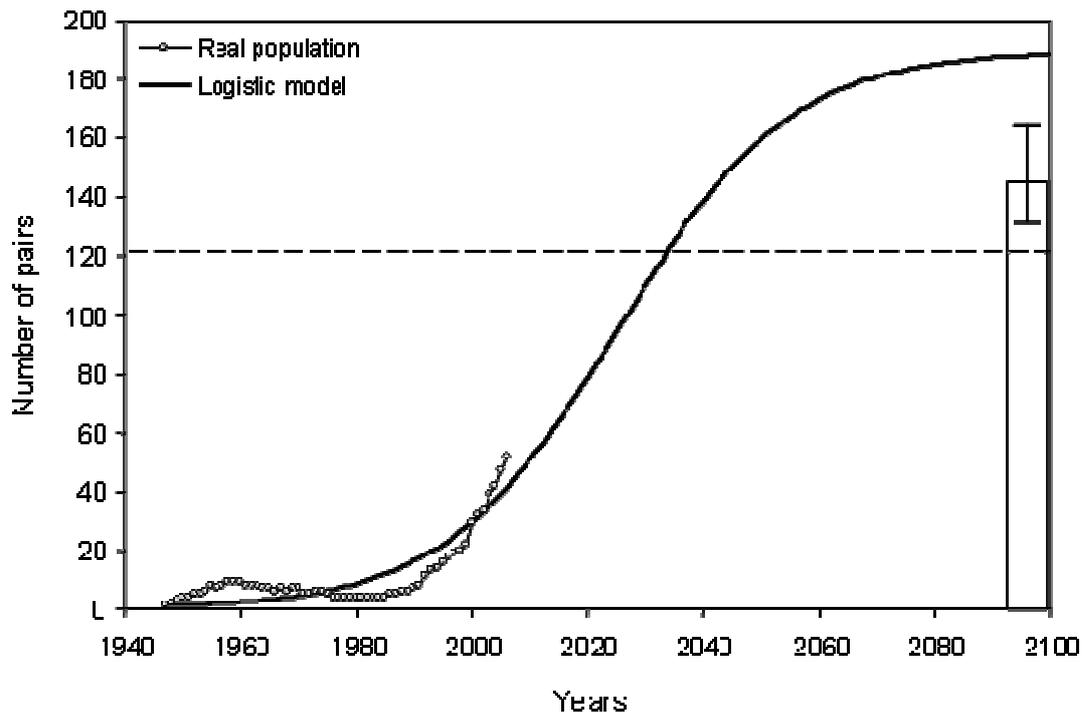


Abb. 5-15: „Carrying-Capacity-Modell“, welches auf den beobachteten Wachstumsraten der Seeadlerpopulation in Schleswig-Holstein fußt. Die Säule zeigt die Endgröße der Population nach 100 Jahren nach 1000 Simulationen des Matrix-Modells der Jahre 1975 bis 2006 mit dem Ausgangsbestand von 2006 (mit 95% Konfidenzintervall). Die gestrichelte Linie stellt die Schätzung des maximalen Landesbestandes von 120 Brutpaaren unter Berücksichtigung der bisher beobachteten maximalen Siedlungsdichten und der unterschiedlichen naturräumlichen Ausstattung von Schleswig-Holstein dar (aus Krüger et al. 2010).

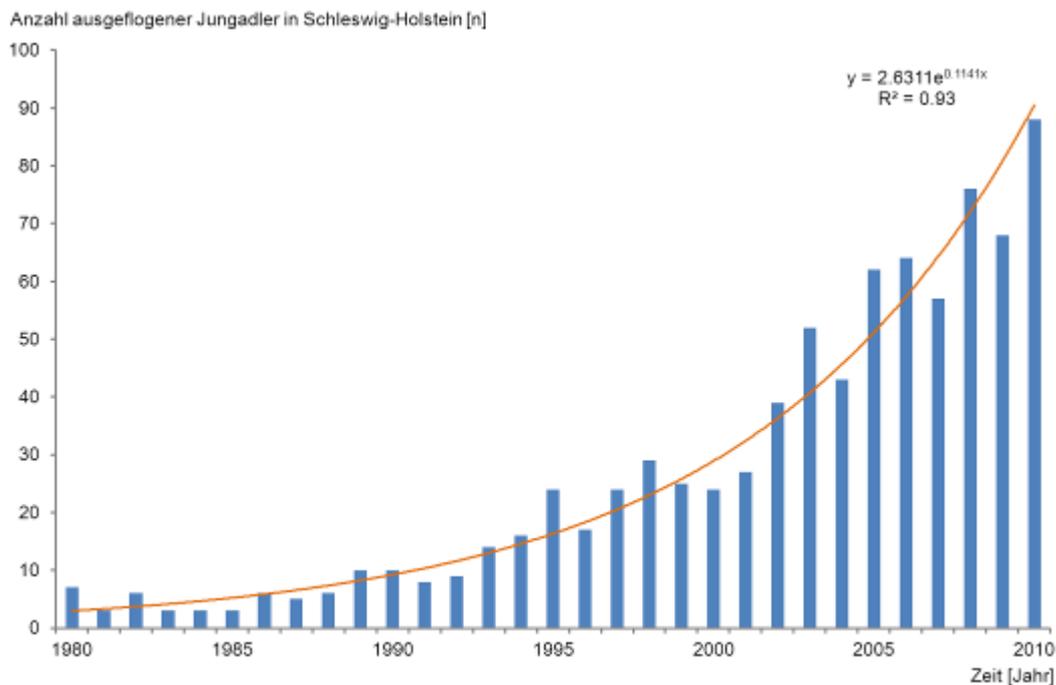


Abb. 5-16: Entwicklung der Anzahl ausgeflogener Jungadler in Schleswig-Holstein von 1980 bis 2010.

Für Schleswig-Holstein soll im Folgenden die Entfernung von Brutplätzen, die räumliche Verteilung von Totfunden sowie die Lage der genutzten Nahrungsgewässer in Bezug zu den vorhandenen WKA dargestellt werden.

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

5.4.2 Methode

Es wurde auf Daten zum Brutbestand und Bruterfolg des Seeadlers der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e.V. Bezug genommen, die in den Jahresberichten für Jagd- und Artenschutz des Umweltministeriums publiziert sind. Die Entfernungen zwischen Brutplätzen und Windkraftanlagen (WKA) wurden mit Hilfe des Geografischen-Informationssystem (GIS) ArcView 3.2 bestimmt. Koordinaten zur genauen Lage der Brutplätze wurden von der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e.V. zur Verfügung gestellt.

Die Identifikation der Nahrungsflüge an ausgesuchten Brutplätzen erfolgte mit maßgeblicher Unterstützung von B. Struwe-Juhl (Projektgruppe), in dem frühere Untersuchungen (Struwe-Juhl 1996 und 2000) sowie neuere Beobachtungen von Horstbetreuern berücksichtigt wurden. Es wurde jeweils die Abflugrichtung der Adler erfasst. Im GIS wurde das nächste potentiell geeignete Nahrungsgewässer in Flugrichtung und dessen Entfernung bestimmt. Die Richtung und Länge der so prognostizierten Nahrungsflüge wird in topografischen Karten zusammen mit der Lage von WKA dargestellt.

5.4.3 Ergebnisse

Nach der Kartengrundlage des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein (ATKIS_Shape_Folie103_ObjArt_2327.dbf) sind in diesem Bundesland 2.286 WKA installiert. Schwerpunkte der WKA-Verbreitung sind die nordfriesische (1) und dithmarscher (2) Marsch, der nördliche Geestrücken (3) sowie das nördliche Ostholstein mit Fehmarn (4). Grundsätzlich ist damit eine weitgehende Trennung von Brutplätzen des Seeadlers und bisher installierten WKA offenkundig (Abb. 5-17).

In einem Radius von 3 km um die 67 Brutplätze im Jahr 2011 befinden sich bei 51 (76%) keine WKA und bei 59 (88%) bis zu einer WKA (Abb. 5-18). In einem Radius von 6 km um den Brutplatz befinden sich um den Brutplatz bei 22 (33%) keine WKA und bei 37 (55%) bis zu einer WKA (Abb. 5-19). An einzelnen Seeadlerbrutplätzen können aber auch zahlreiche WKA vorhanden sein. Die Brutplätze mit der höchsten Anzahl von WKA bis zu einem Radius von 6 km zeigt die Tab. 5-10.

Tab. 5-10: Seeadlerbrutplätze mit der höchsten Anzahl von WKA in Schleswig-Holstein in einem Radius von 3 und 6 km.

BP	3 km	6 km
Fehmarn/OH	0	54
Seegalendorf/OH	19	52
Manhagen/OH	0	47
Dreisdorf/NF	10	45
Katinger Watt/NF	1	29
Siggen/OH	7	27
Schenefeld/IZ	0	21
Meldorf/NF	5	15

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

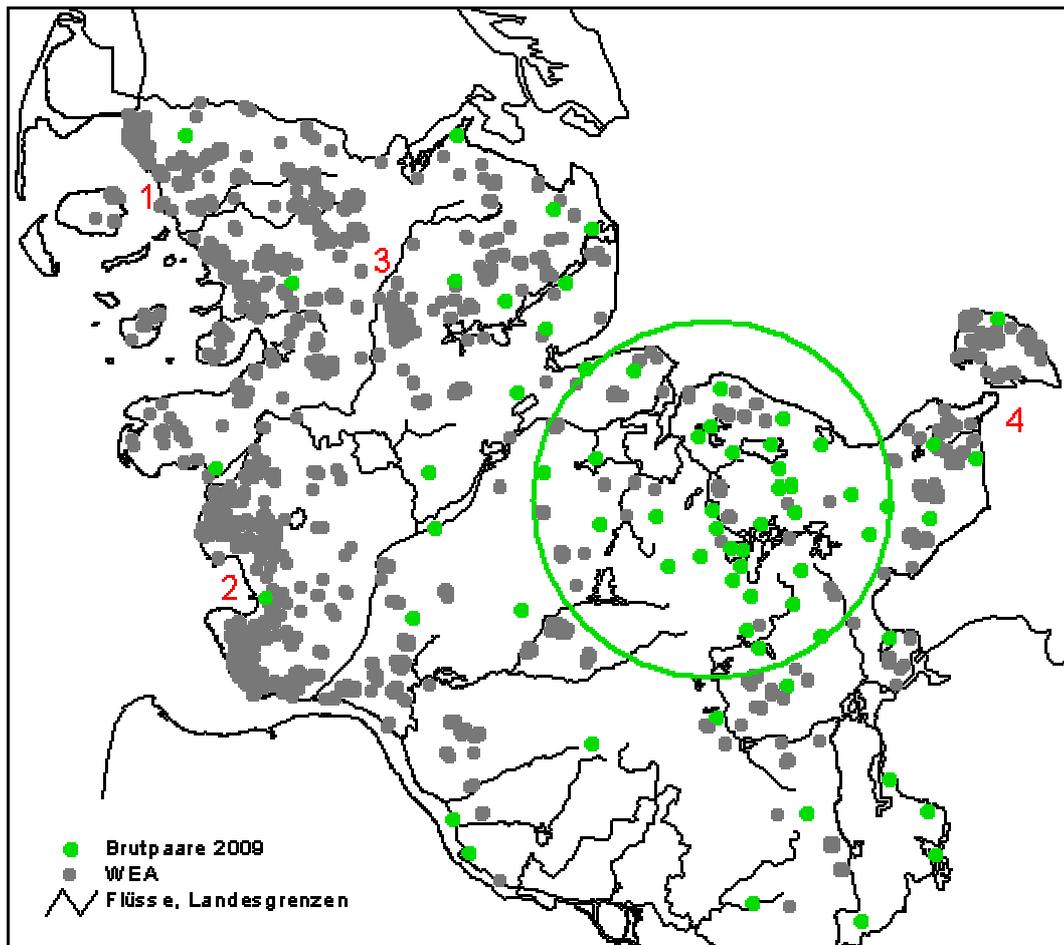


Abb. 5-17: Brutbestandsverbreitung des Seeadlers (grüne Punkte, $n=67$ mit Schwerpunktverbreitung) und installierte WKA (graue Punkte, $n=2:286$) mit Schwerpunktverkommen in der nordfriesischen (1) und dithmarscher (2) Marsch, dem nördlichen Geestrücken (3) sowie dem nördlichen Ostholstein mit Fehmarn (4).

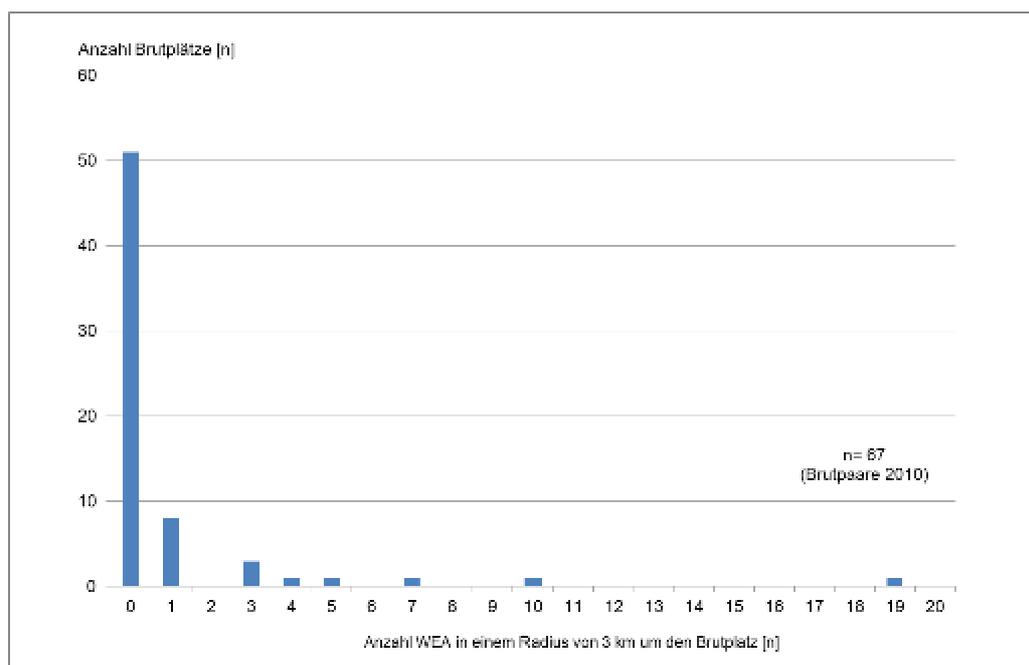


Abb. 5-18: An Seeadlerbrutplätzen vorhandene WKA in einem Radius von 3 km.

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

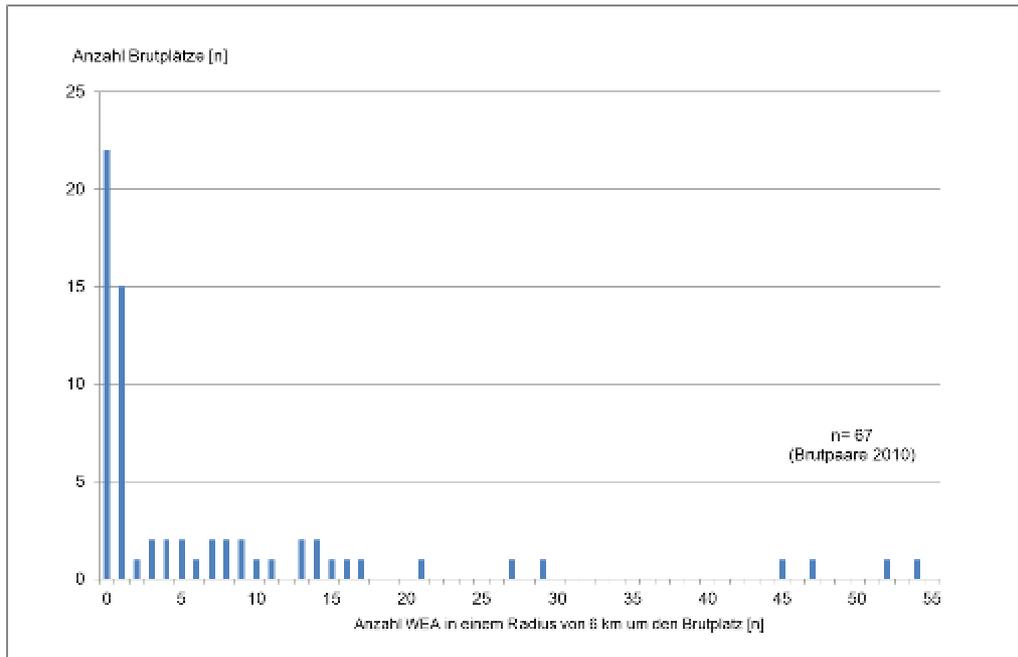


Abb. 5-19: An Seeadlerbrutplätzen vorhandene WKA in einem Radius von 6 km.

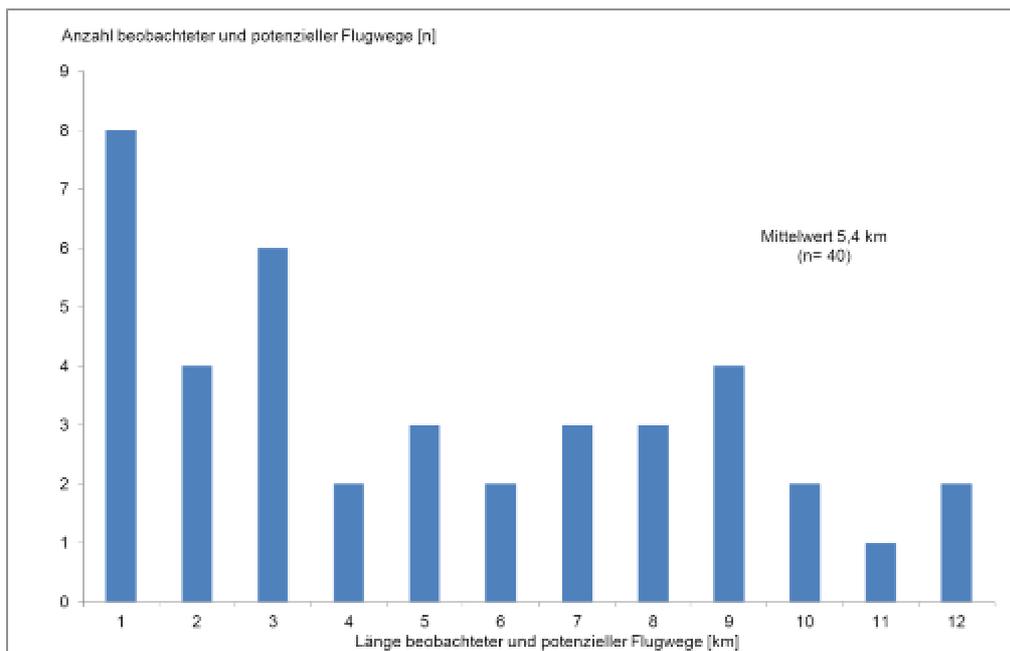


Abb. 5-20: Summarische Darstellung der Länge von Nahrungsflügen (n= 46) in acht Seeadlerbrutrevieren (mit den höchsten Anzahlen von WKA im Home Range der Brutvögel).

An den acht Brutplätzen (Tab. 5-10) mit der höchsten Anzahl von WKA in einem Radius von 6 km um den Brutplatz wurden in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e.V. die in den vergangenen Jahren beobachteten und aufgrund bekannter Nahrungsgewässer potentiellen Nahrungsflüge ausgewertet. Die mittlere Entfernung dieser so ermittelten 46 Flugwege beträgt 5,4 km (Abb. 5-20). Für keines der benannten Reviere ist eine Kollision von Altvögeln, die dem Brutpaar zugeordnet werden könnte, bekannt geworden. Das Polardiagramm, in dem die acht Brutplätze gemeinsam im Zentrum dargestellt sind, zeigt bei einer Häufung von Nahrungsflügen bis 3 km und maximalen Entfernungen bis 12 km insgesamt keine bevorzugte Himmelsrichtung der Nahrungsflüge (Abb. 5-21).

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

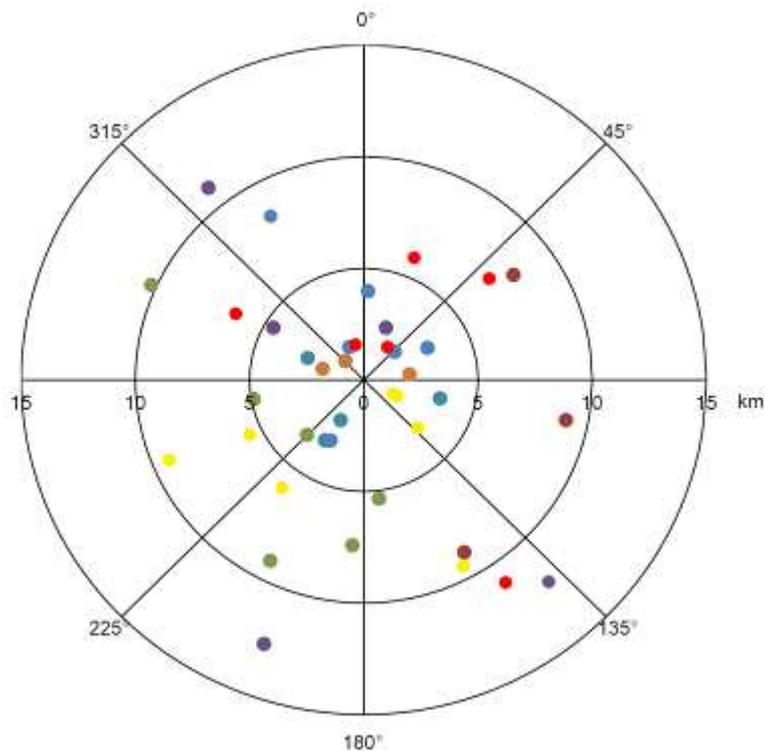


Abb. 5-21: Summarische Darstellung der Entfernung und Richtung der Nahrungsflüge an acht Seeadlerbrutplätzen (n= 46).

Die kartographische Darstellung der Verteilung der Totfunde an WKA lässt einen Zusammenhang zwischen der Brutverbreitung des Seeadlers und der Dichte der WKA in Schleswig-Holstein vermuten (Abb. 5-22). An der Westküste sind trotz der Konzentration von WKA nur drei Totfunde bekannt geworden, doch hier gibt es bisher nur relativ wenige Brutpaare. In den Landkreisen Plön (PLÖ) und Ostholstein (OH) unterscheidet sich die Fundrate deutlich. Im nördlichen und südlichen Ostholstein (mit zahlreichen WKA) wurden die meisten Kollisionen festgestellt. Hier finden sich auch die höchsten Dichten von Seeadlerbrutpaaren. Dagegen wurde im Kreis Plön (mit weniger WKA) nur ein Kollisionsopfer bekannt (Abb. 5-22).

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

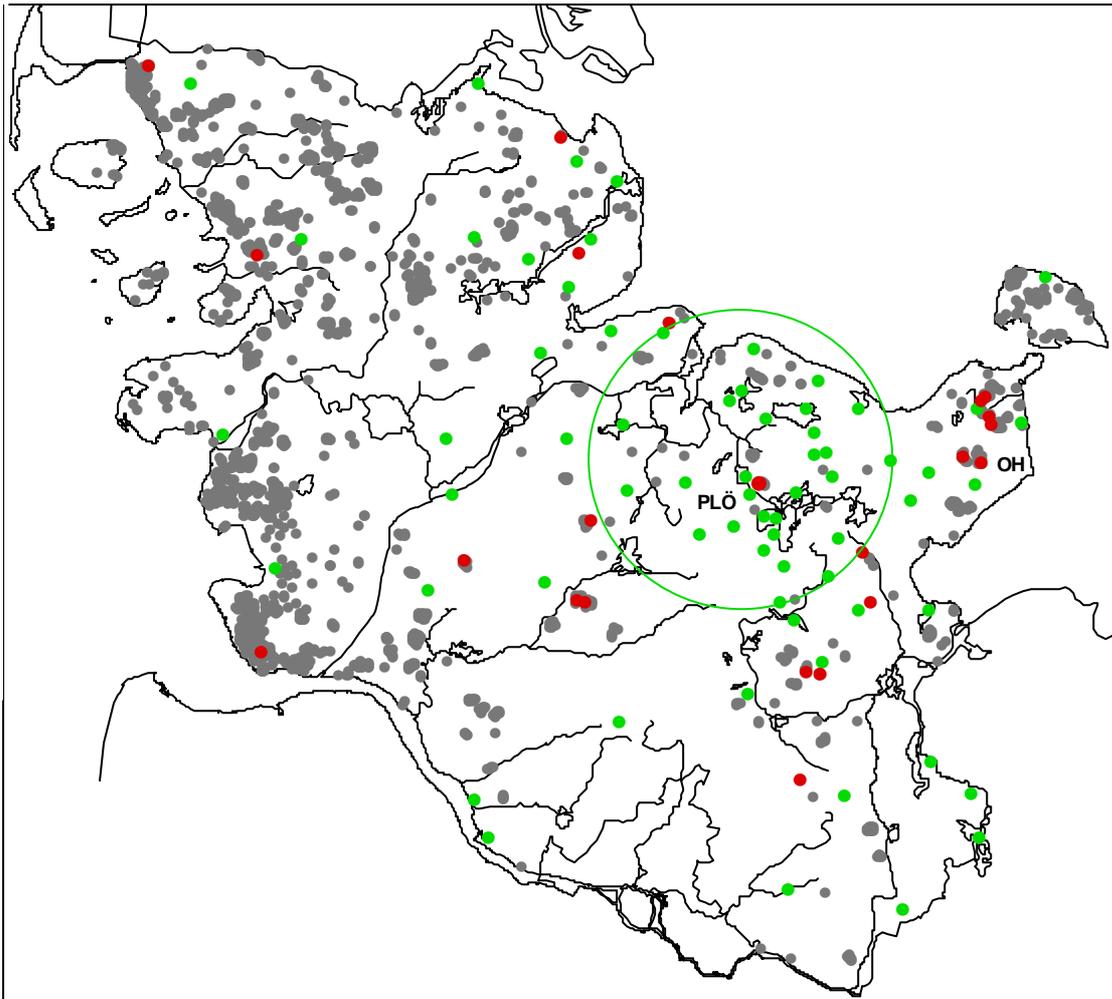


Abb. 5-22: Fundorte von toten Seeadlern an WKA (rot, n= 26), WKA –Standorte (grau, n= 2.286) und Brutplätze des Seeadlers (grün, n= 67 mit Konzentrationsbereich, PLÖ = Kreis Plön, OH Kreis Ostholstein).

5.4.4 Diskussion

Naturräumliche Brutbestandverbreitung, Aktionsraum und Habitatnutzung

Das Dichtezentrum der Seeadler-Brutpaare liegt aufgrund der naturräumlichen Gliederung des Landes in den seen- und waldreichen Kreisen des Östlichen Hügellandes in den Kreisen Plön und Ostholstein. Die Besiedelung weiterer Landesteile (und Dänemarks) ging - durch Ringfunde und Farbringablesungen belegt - von diesem Dichtezentrum aus. Die Arealausweitung der Seeadlerpopulation führt nach der Besetzung der besten Habitate zwangsläufig dazu, dass auch suboptimale und pessimale Habitate besetzt werden. So werden zunehmend Bruten in Feldgehölzen und sogar Baumreihen nachgewiesen und die Verbreitung des Seeadlers ist zunehmend weniger durch die Waldflächenverteilung des Landes bestimmt. Mit der Ausdehnung des Brutareals ist die Entfernung zu den Nahrungsflächen zumeist gestiegen. Zudem werden neue potenzielle Nahrungsflächen und -quellen erschlossen, wie z. B. die zunehmende Nutzung von Agrarlandschaften, in der Kleingewässer, Gräben, Fischteiche und möglicherweise auch Windpark-Gebiete selbst stärker genutzt werden (vgl. Hauff 2010).

Bei der Brutplatzwahl ist die Anzahl und Entfernung von WKA nicht entscheidend. Mehrere Fälle von Ansiedlungen trotz vorhandener WKA sind in Schleswig-Holstein bekannt gewor-

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

den (z. B. erfolgte bei Seegalendorf/OH in 2009 eine Ansiedlung in 750 m Entfernung zu einer bestehenden großen WKA).

Die Aktionsräume des Seeadlers während der Fortpflanzungsperiode sind in Schleswig-Holstein nach Untersuchungen von Struwe-Juhl (1996) $62 \pm 35 \text{ km}^2$ groß. Das entspricht einem Kreisradius von 4,4 km um das Nest. Die weitesten Jagdflüge reichten bis 13 km weit. Die Größe der von einem Paar zur Nahrungssuche genutzten Wasserfläche beträgt im Mittel $812 \pm 466 \text{ ha}$ (Struwe-Juhl 1996). Aus den ermittelten Flugstrecken lässt sich ein Schwerpunktumraum von 5 bis 6 km um das Nest ableiten, in dem die wichtigsten Nahrungsgebiete zu erwarten sind. Dies entspricht den hier ermittelten Werten von 5,4 km. Zur Bewertung der Auswirkungen von Windparks auf Seeadler wird vom Landesamt für Natur und Umwelt (LANU 2008) die Betrachtung eines Prüfbereiches von 6 km um den Horstbereich empfohlen. In weniger gut ausgestatteten Revieren können aber auch längere Flugstrecken bei der Nahrungssuche notwendig werden (vergl. 5.1.3.1, in diesem Projekt besonderer Seeadler bei Schönwerder).

Anzahl und Lage der Totfunde

An der Westküste Schleswig-Holsteins (Kreise Nordfriesland und Dithmarschen), gibt es weniger Brutpaare und auch deutlich weniger nichtbrütende Seeadler als in der östlichen Landeshälfte (Projektgruppe Seeadlerschutz SH briefl.). Aufgrund der geringen Dichte von Seeadlerbrutpaaren und trotz der Konzentration von WKA sind hier nur drei Totfunde bekannt geworden. Obwohl Jungvögel und Nichtbrüter in den Landkreisen Plön und Ostholstein vermutlich gleich häufig sind und häufig Ansammlungen nichtbrütender Adler von bis zu 20 (30) Vögeln beobachtet werden, ist die Fundrate in beiden Kreisen deutlich unterschiedlich. Der Großteil der Kollisionsopfer wurde im nördlichen und südlichen Ostholstein mit zahlreichen WKA festgestellt. Im Kreis Plön sind deutlich weniger WKA installiert und bisher wurde lediglich ein Kollisionsopfer gefunden.

Bereiche Ostholsteins, in denen die meisten Kollisionen bekannt wurden, liegen in dem Zugkorridor zwischen Skandinavien und Mitteleuropa. Wahrscheinlich gibt es hier zusätzlich zum Brut- und Nichtbrüterbestand ziehende Seeadler aus Skandinavien, die an den Anlagen verunglücken.

Die Flüge von Seeadlern zeigen einen vermutlich energetisch bedingten Schwerpunkt bis zu 3 km entfernten Nahrungsgewässern, wobei Flüge bis zu 12 km nachgewiesen wurden (Mittelwert 5,4 km). Es gibt keinen Hinweis auf einen Einfluss von WKA auf die Ausrichtung der Flugkorridore. Die Vögel nutzen bis zu einer Entfernung von 12 km opportunistisch die zufällige Verteilung der Nahrungsgewässer um ihren Brutplatz. Es gibt keine Hinweise auf durch den Windpark hervorgerufene Ausweichbewegungen durch Um- oder Überfliegen der Anlagen. Eine Erhöhung des Kollisionsrisikos kann damit ausschließlich über den Ausschluss der Errichtung neuer WKA im Umfeld der bekannten Neststandorte vermieden werden.

Barriere und Scheuchwirkung von WKA

Während der Brutperiode gilt der Seeadler allgemein als scheue und störungsempfindliche Art gegenüber menschlichen Aktivitäten (z. B. Glutz von Blotzheim & Bauer 1971, Looft & Berndt 1981). Bei der Brutplatzwahl meiden Seeadler in der Regel die Nähe von Siedlungen.

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

In Schweden betrug der Abstand von Adlerhorsten und Siedlungen bzw. Gewerbegebieten mindestens 1 km (Helander & Mizera 1997). Nach Koivusaari et al. (1988) sind Störungen durch menschliche Aktivitäten einer der beiden wichtigsten limitierenden Faktoren des Reproduktionserfolges in Finnland. Folkestad (2003) ermittelte die Mindestabstände von etablierten Seeadlerhorsten zu öffentlichen Hauptstraßen und Gebäuden mit 500 m. Brutpaare, die nahe menschlicher Aktivitäten siedeln, haben offenbar eine geringere Reproduktionsrate als solche in abgelegenen störungsarmen Räumen. Dies zeigt sich besonders auf der Insel Smøla / Norwegen mit 65 - 70 Seeadlerpaaren, wo die Produktivität von Brutpaaren innerhalb des 1 km Radius zu menschlichen Siedlungen/Aktivitäten signifikant geringer ist als bei Paaren, die außerhalb dieses Abstandes nisten. Folkestad (2004) folgerte aus diesen Ergebnissen, dass der Seeadler nur begrenzt in der Lage ist, sich an menschliche Störungen am Brutplatz anzupassen.

Die Anwesenheit von WKA kann direkte Scheueffekte verursachen, sie sind allerdings darüber hinaus mit erhöhten menschlichen Aktivitäten während der Errichtung und in der Betriebsphase verbunden, die für brütende Seeadler zusätzliches Störungspotenzial bedeuten können (z. B. Bright et al. 2006). So zeigen die aktuellen Ergebnisse von Smøla, dass innerhalb der Windparkfläche der Insel sowohl die Siedlungsdichte als auch die Reproduktionsrate der Seeadler gegenüber Standorten außerhalb des Windparks reduziert ist (Bevanger et al. 2009). Dies wird auch auf den Wegebau und auf Störungen durch Wartungsarbeiten zurückgeführt, die gerade auch die dort am Boden brütenden Seeadler beeinträchtigen. Folkestad (2004) schätzt aufgrund dieser Untersuchungen, dass bei WKA im Entfernungsradius bis etwa 1 km mit einer verringerten Reproduktionsrate des Seeadlers zu rechnen ist.

Die Entfernung geplanter WKA zum Seeadlerbrutplatz hat im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine besondere Bedeutung, wobei ein Prüfbereich von 6 km berücksichtigt wird.

5.4.5 Danksagung

Bernd Struwe-Juhl (Projektgruppe-Seeadlerschutz) hat die Individuen bezogene Auswertung in Schleswig-Holstein ermöglicht.

5.4.6 Literatur

Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø. Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Hoel, P.L., Johnsen, L., Kvaløy, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2009): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Progress Report 2009. NINA Report 505. 70 pp.

Bright, J. R., Langston, R. H. W. , R. Bullman, R. J. Evans, S. Gardner, J. Pearce-Higgins & Wilson, E. (2006): Bird Sensitivity Map to provide locational guidance for onshore wind farms in Scotland. RSPB Research Report No 20. Report Royal Society for the Protection of Birds (RSPB, June 2006).

5.4 Entfernungen von Brutplätzen und Totfunden des Seeadlers

- Folkestad, A. O. (2003): Nest site selection and reproduction in the white-tailed sea eagle in Møre & Romsdal county, western Norway in relation to human activity. In: Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds): Sea Eagle 2000. Proceedings from an international conference at Björkö, Sweden, 13-17 September 2000. Swedish Society for Nature Conservation, Stockholm.
- Folkestad, A. O. (2004) Project Sea Eagle: Smøla Wind Park Phases 1 and 2: Population and reproduction monitoring 2004. Annual Report 2004 Nr. 248. NINA Norway., Trondheim.
- Glutz von Blotzheim, U., Bauer, K. & Bezzel, E. (1971) Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd. 4, Falconiformes. Pp.169-203. Akademische Verlagsgesellschaft. Frankfurt a. M.
- Hauff, P. (2010): Brutplätze von Seeadlern *Haliaeetus albicilla* in Deutschland auf Pappeln *Populus spec.* und Weiden *Salix spec.* Vogelwelt 130: 67-76.
- Helander, B. & T. Mizera (1997) *Haliaeetus albicilla* White-tailed Sea Eagle. In: Hagemeijer, W. J. M. & Blair, M. J. (eds): The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T & A. D. Poyser, London.
- Koivusaari, J., Nuuja, I. & Palokangas, R. (1988): White-tailed eagle nesting sites in jeopardy (summary in English). Suomen Luonto 47: 13-17.
- Looft, V. & Busche, G. (1981): Vogelwelt Schleswig-Holsteins – Band 2: Greifvögel. Hrsg.: Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V. Karl Wachholtz-Verlag, Neumünster.
- Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein (2007): Seeadler kollidiert mit Windenergieanlage im Dänischen Wohld. Großvogelschutz im Wald. Jahresbericht 2007: 20.
- Struwe-Juhl, B. (1996): Untersuchungen zur Habitatausstattung von Seeadler-Lebensräumen in Schleswig-Holstein. Abschlussbericht i. A. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Schleswig-Holstein, Kiel Dezember 1996.
- Struwe-Juhl, B. (2000): Funkgestützte Synchronbeobachtung – eine geeignete Methode zur Bestimmung der Aktionsräume von Großvogelarten (Ciconiidae, *Haliaeetus*) in der Brutzeit. In: Stubbe, M. & A. (Hrsg.): Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten. Bd. 4. Materialien des 4. Internationalen Symposium in Meisdorf/Harz 05.11.-08.11.1998. Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg.

5.5 Seeadler - Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Oliver Krone¹, Gabriele Treu¹, Thomas Grünkorn², Georg Nehls²

¹ Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin Krone@izw-berlin.de

² BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum

Das Ziel des Projekts war es zu untersuchen, in welchem Maße Seeadler in die Nähe von WKA fliegen, deren Gefährdungsrisiko abschätzen und Vorschläge zur Reduktion der Kollisionen zu machen. Dazu wurden Alt- und Jungvögel mit Satellitensendern ausgestattet, systematische Verhaltensbeobachtungen durchgeführt und vorliegende Daten ausgewertet, um einen räumlichen Zusammenhang zwischen Brutvorkommen und Kollisionen zu prüfen.

Durch die Telemetrie eines Altvogels konnte seine Lebensraumgröße bestimmt, Flugbewegungen analysiert und eine Auswertung seiner bevorzugt genutzten Strukturen durchgeführt werden. Auffällig war das große Streifgebiet dieses territorialen Altvogels mit 160 km² (95% MCP) bzw. 141 km² (95% Kernel). Diese Größe ließ sich durch die für den Seeadler ungünstige Habitatausstattung erklären, bei der wenig Wasserflächen, dafür überwiegend Ackerflächen vorhanden waren. Ein Meideverhalten gegenüber WKA wurde nicht nachgewiesen, die Anzahl der Positionen im Windpark war signifikant höher als auf Flächen gleichen Habitattyps (Acker), was sich vermutlich durch potenzielle Beuteflüge und Ansitzwarten erklären lässt. Nach dem Brutabbruch nutzte der besenderte Altvogel ein Nahrungsgebiet in 7 km Entfernung, welches er gezielt anflog. Eine WKA befand sich nicht in diesem Flugkorridor. Unter Verwendung weiterer Daten aus anderen Projekten konnte deutlich gezeigt werden, dass der überwiegende Anteil von Positionen (durchschnittlich 71 %) besenderter adulter Seeadler in einer Entfernung bis 3000 m um den Horst lagen.

Die Ergebnisse der telemetrischen Untersuchungen der Jungvögel nach dem Ausfliegen zeigen, dass die jungen Seeadler teilweise in den Gefahrenbereich der WKA (150m-Radius) hinein flogen. Die Auswertung von Positionsdaten weiterer Vögel ergab nur wenige Positionen von den telemetrierten Jungadlern im Nahbereich von WKA. Jungadler streiften in den ersten Lebensjahren auf der Suche nach Nahrung großräumig umher und gelangten während ihrer Flüge sowohl zufällig wie auch gezielt in die Bereiche von WKA, wenn diese im Flugbereich standen oder potenzielle Habitate für Beutetiere beinhalteten.

Die Verhaltensbeobachtungen ergaben trotz hohen Untersuchungsaufwands nur wenige Hinweise auf Annäherungsmotive von Seeadlern an WKA (z.B. Nahrungsflüge). Die Beobachtungen ließen keine klare Meidung von Seeadlern gegenüber Windparks erkennen.

Von 75 bisher bekannt gewordenen Kollisionen von Seeadlern an WKA (LUGV 2012) wurden 38 aus Schleswig-Holstein näher untersucht, bei denen durch Beringung die Herkunft und das Alter der verunglückten Adler ermittelt werden konnten. Dabei wurde in sieben Fällen geschlussfolgert, dass es sich um die Kollision eines Altvogels des Brutpaares der näheren Umgebung handelte. Die Auswertung der bekannten Kollisionen ließ keine Aussage über besonders gefährdete Bereiche oder Entfernungen zu Brutplätzen zu. Der größte Anteil der

5.5 Seeadler – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Kollisionen von Seeadlern aus Schleswig-Holstein entfiel auf juvenile und subadulte Seeadler ohne direkte Zuordnung zu einem Brutplatz oder einem Nahrungsgebiet.

Die Funde von Seeadlern unter WKA weisen darauf hin, dass diese von den Rotoren erschlagen wurden. Dies lässt den Schluss zu, dass Seeadler die Bewegung der Rotoren zu spät wahrnehmen und die Außengeschwindigkeit der Rotoren falsch einschätzen und bei nicht vorhandenem Meidungsverhalten gegenüber der Struktur in Gefahr geraten. Neuere Untersuchungen zum Sehfeld von Greifvögeln zeigen zudem, dass diese während des Fluges mit nach unten gewandtem Blick in Flugrichtung nichts sehen können. Diese partielle Blindheit in Flugrichtung und der Umstand des „sich auf die Beute zu konzentrieren“ lassen Seeadler die Gefahr durch die Rotoren einer WKA möglicherweise zu spät oder gar nicht wahrnehmen.

Eine Verringerung des Kollisionsrisikos kann aufgrund der fehlenden Meidung insbesondere über den Ausschluss der Errichtung neuer WKA im Umfeld der bekannten Neststandorte erreicht werden. Um das Kollisionsrisiko für Seeadler zu minimieren, empfehlen wir alle für Seeadler attraktiven Strukturen in der Fläche des Windparks (Ansitzwarten für Beuteflüge, Äsungsflächen für Gänse, Feldsölle und Weiher als Lebensraum für Wasservögel, etc.) als potenzielle Anziehungspunkte zu betrachten und in der Planung und der Bewertung von Windparks zu berücksichtigen, da sie zu einem erhöhten Risiko führen könnten. Auch sollte speziellen Flugkorridoren von Seeadlern zu weiter entfernt liegenden Nahrungsgebieten bei der Planung von WKA Rechnung getragen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen führen zu folgenden Bewertungen und Empfehlungen:

1. Bei Windparks im Verbreitungsgebiet des Seeadlers besteht grundsätzlich ein Kollisionsrisiko mit den Anlagen.
2. Die Höhe des Kollisionsrisikos eines Brutvogels nimmt mit zunehmender Entfernung einer WKA zum Brutplatz ab.
3. In Abhängigkeit der Habitatausstattung und -qualität können Seeadler weite Strecken zu den Nahrungsgebieten zurücklegen.
4. Bei der Planung von Windparks sollten die Flächen grundsätzlich in einem Radius von 6 km um bekannte Brutplätze auf Vorkommen von Adlern (Flugbewegungen) geprüft werden.
5. Potenzielle Windparkflächen sollten bezüglich ihrer Struktur und der Lage hinsichtlich bevorzugter Flugrouten von Seeadlern zwischen Brutplätzen und Nahrungsgebieten geprüft werden.
6. Bereiche mit hohem Adlervorkommen erscheinen aus der Sicht des Artenschutzes in Bezug auf das Kollisionsrisiko von Seeadlern als nachteilig. Dies sollte bei der Ausweisung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung berücksichtigt werden.

6 Kollisionsrisiken

6.1 Kollisionen von Greifvögeln an Windenergieanlagen – Analyse der Fundumstände

Leonid Rasran¹, Tobias Dürr²

¹Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Leonid.Rasran@boku.ac.at

²Staatliche Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Buckower Dorfstr. 34, D-14715 Nennhausen-Buckow

6.1.1 Einführung

Kollisionen mit Windkraftanlagen (WKA) sind die am deutlichsten sichtbaren negativen Effekte der Entwicklung der Windenergie auf Greifvögel. Aus Sicht des Naturschutzes besteht daher der Wunsch, die Umstände, die zu solchen Ereignissen führen, so genau wie möglich zu untersuchen, um Strategien zur Risikominimierung entwickeln zu können.

Doch bereits bei den Schätzungen der Anzahl der verunglückten Vögel pro Windkraftanlage gehen die Angaben weit auseinander (Percival 2000, Everaert 2003). Einer der Gründe dafür liegt in der Schwierigkeit, verlässliche Daten aus dem Umfeld der Windparks zu erhalten. Eine lückenlose Erfassung der Schlagopfer erfordert regelmäßige, personalintensive Kontrollen der Umgebung von WKA, sowie unter Umständen zusätzliche Untersuchungen, um das Fortschaffen der Kadaver durch Aasfresser adäquat zu berücksichtigen (Barrios & Rodriguez 2004, vgl. Strickland et al. 2007). Dies ist jedoch nur selten möglich (Möckel & Wiesner 2007), und im größeren Umfang praktisch nicht zu bewältigen.

Im vorliegenden Teilprojekt werden Ergebnisse regelmäßiger Kontrollaktivitäten, die mit unterschiedlicher Periodizität und Intensität in den letzten Jahren an einigen deutschen Windparks durchgeführt wurden und Daten zu konkreten Funden der verunglückten Vögel, ausgewertet.

Die meisten Autoren sind sich einig, dass die Topographie und Beschaffenheit der Umgebung von Windparks eine entscheidende Rolle für die Beeinträchtigungen der Vogelwelt spielen (Madders & Whitfield 2006). Daher ist eine Lokalisierung der Kollisionsstelle und eine Erfassung der Besonderheiten der Umgebung (Nähe zu Wäldern, Gewässern etc.) ein wichtiges Element der Risikoabschätzung.

Eventuelle Korrelationen von Kollisionsrisiken mit technischen Eigenschaften der Windräder sind insbesondere im Kontext des für viele Standorte vorgeschlagenen oder bereits bewilligten Repowerings, d.h. das Ersetzen mehrerer kleinerer Anlagen durch wenige leistungsstärkere, ebenfalls wichtig für die Prognostizierung der Greifvogelverluste (Smallwood & Neher 2004, Hötker et al. 2006).

Witterungsbedingungen, vor allem Windstärke als weiterer potenzieller Faktor für Greifvogelkollisionen, sind bislang erst ungenügend untersucht worden (aber siehe Barrios & Rodri-

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

guez 2004). Der Parameter Windstärke wurde in der vorgelegten Untersuchung analysiert und seine Bedeutung eingeschätzt.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse werden am Ende einige Schlussfolgerungen präsentiert, die für die Risikoverringerung bei Planung und Errichtung der Windkraftanlagen von Relevanz sein können.

6.1.2 Methoden

6.1.2.1 Datengrundlage

Meldungen über die Kollisionen von Vögeln mit Windkraftanlagen sowie Totfunde in der Nähe von Windparks, die auf solche Kollisionen zurückgeführt werden können, werden seit 2002 in einer zentralen Fundkartei von der Staatlichen Vogelschutzwarte im LUGV Brandenburg gesammelt (T. Dürr). Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 730 Meldungen aus dem Zeitraum 1989 bis Ende 2008 berücksichtigt. Die Meldungen stammen sowohl aus systematisch durchgeführten Studien unterschiedlicher Laufzeit mit regelmäßigen Kontrollen und Beobachtungen in ausgewählten Windparks, als auch von aufmerksamen Bürgern und Servicepersonal in Windparks (Zufallsfunde), Ornithologen und Fledermauskundlern (gezielte Suche), wurden darüber hinausgehend aber auch Pressemitteilungen und Fachveröffentlichungen entnommen. Somit ist das Datenmaterial sehr heterogen und das Qualitätsniveau einzelner Angaben sehr unterschiedlich. Die Meldungen häufen sich zum Ende des betrachteten Zeitraumes hin, was durch die steigende Zahl an Windenergieanlagen, aber auch durch den steigenden Bekanntheitsgrad der zentralen Datensammlung und somit durch eine höhere Anzahl an Meldern zu erklären ist. Die tatsächlicher Zahl der Meldungen, die für die Auswertung benutzt wurde, war weitaus geringer, da nur Greifvögel und einige weiteren Großvogelarten als Zielarten berücksichtigt wurden und nur Datensätze, die für jeweilige Auswertung benötigten Angaben enthielten, verwendet werden konnten.

Informationen zu Kontrollaktivitäten an verschiedenen Windparks wurden über die eigenen Untersuchungen hinausgehend ebenfalls durch die Vogelschutzwarte Brandenburg aus verschiedenen Literaturquellen, Diplomarbeiten und Gutachten zusammengetragen. Es handelt sich hierbei ebenfalls um heterogene Daten, resultierend aus Monitoringprogrammen unterschiedlicher Dauer, mit verschiedenen Methoden und unterschiedlichen Bearbeitern. Deswegen, sowie aufgrund der Tatsache, dass manche Fundmeldungen der Kollisionsoffer durch systematische Kontrollen zustande gekommen waren, andere wiederum nicht, werden die Windparks als Ganzes und Einzelfunde (einzelne Kollisionsereignisse) weiterhin getrennt voneinander betrachtet.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

6.1.2.2 Auswertung

6.1.2.2.1 Allgemeines

Zunächst wurde versucht, die Informationen zur WKA, an der der Fund erfolgte, deren Umgebung und zu den Fundumständen zu ergänzen. Angaben zum Anlagentyp, über technische Spezifikationen (Höhe, Nennleistung) und die Größe der Windparks basieren neben der Fundmeldung selbst auch auf den Angaben der Windkraft Betreiber-Datenbasis (Keiler 2008). Die Umstände der Kollision (für Ereignisse mit bekanntem Zeitpunkt wurden Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes hinzugezogen), sowie zur genauen Umgebung des Kollisionsortes (sofern eine Karte oder Skizze vorhanden war, die das Schlagopfer einer bestimmten Anlage zuordnen ließ), wurden ebenfalls ergänzt.

Für statistische Analysen wurden Referenzgruppen von WKA gebildet, die sich je nach Art der Analyse unterscheiden. Als Datengrundlage für die Referenzgruppe diente ebenfalls die Windkraft Betreiber-Datenbasis. Für technische Spezifikationen sowie Vergleiche der Umgebung von Windkraftanlagen wurde durch eine zufällige Auswahl der Turbinen aus der Gesamtdatenbasis eine repräsentative Stichprobe erzeugt.

Die Flächennutzung in der Umgebung (5 km und 1 km Radius) der Windkraftanlagen wurde auf Grundlage der CORINE-Landcover Database (CORINE Landcover 2000) zusammengestellt. Landnutzungsformen im 5 km Umkreis um die Windkraftanlagen wurden zu folgenden Kategorien zusammengefasst: Siedlungsflächen, Straßen und Infrastruktur, Halden und Bergbau, Ackerland, Wald, Grünland, Gewässer und Sonstige. Für den kleineren Umkreis von 1 km wurden nur die Kategorien Ackerland, Grünland und Wald näher betrachtet. Entfernungen von Windturbinen zu ökologisch relevanten Strukturen und Objekten (Gewässer, Wälder, einzelne Gehölze, Gebäuden und Straßen) wurden mittels des Google Earth Teletlas (Geocontent 2009) ermittelt.

6.1.2.2.2 Windparks

Bei der statistischen Auswertung der Anzahl der Totfunde pro Windpark wurden nur Windparks mit mindestens 10 Kontrollgängen berücksichtigt. Die Summe der bei allen Kontrollen gefundenen Kollisionsopfer relevanter Arten diente als abhängige Variable. Die Einflüsse einzelner Faktoren auf die Anzahl der Kollisionsopfer wurden mit schrittweise rückwärts gerechneten multiplen Regressionen untersucht. Neben der Anzahl der Kontrollgänge und der Größe der Windparks wurden Angaben zur Umgebung, d.h. Entfernungen zu Wäldern, Straßen, Siedlungen und Gewässern (gemessen jeweils von der Mitte des jeweiligen Windparks) und die Anteile von Flächennutzungstypen (Ackerland, Grünland, Wald etc.) in 5 km Umkreis in das erweiterte Modell aufgenommen. Wegen der Autokorrelation der Flächennutzungstypen wurde jeweils nur einer pro Modell benutzt.

6.1.2.2.3 Kollisionsereignisse

Unterschiede zwischen den (bis auf die einzelne Windturbine genau identifizierten) Kollisionsstandorten und per Zufall ausgewählten Windturbinen wurden mit Hilfe von Varianzanalysen (MANOVA, one-way ANOVAs) untersucht. Dabei wurden technische Spezifikationen

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

(Turmhöhe, Rotordurchmesser, Nennleistung) sowie die Position der Anlage innerhalb des Windparks (Kategorien siehe Ergebnisse, Positionen von Anlagen im Windpark, Windparkgröße) und Eigenschaften der Umgebung (Entfernungen zu Straßen, Gebäuden und sonstigen Strukturen, Anteil an verschiedenen Landnutzungstypen im Umkreis von 5 und 1 km) betrachtet. Da die Flächennutzungstypen autokorreliert sind, wurde jeweils nur einer pro Modell verwendet.

Um die relative Bedeutung einzelner Parameter untersuchen zu können, wurden Windturbinen, an denen nachweislich Vögel der hier betrachteten Arten verunglückt waren, mit einer Referenzgruppe von Windkraftanlagen verglichen. Die Referenzgruppe bestand aus einer zufälligen Auswahl aus der Gruppe aller WKA, von denen bisher keine Opfer gemeldet worden waren. Diese Annahme muss zwar kritisch gesehen werden, ist jedoch als Voraussetzung für eine Auswertung mittels Regressionsanalyse notwendig. Anschließend wurde eine schrittweise rückwärts gerechnete multiple Regression gerechnet.

Die statistische Auswertungen (Varianzanalysen, Multiple Regressionen) erfolgten mit Hilfe des statistischen Softwareprogramms R 2.8.1 (R development core team 2008). Die Hauptkomponentenanalyse wurde mit Hilfe der Software PAST (Hammer & Harper 2005) durchgeführt.

6.1.3 Ergebnisse

6.1.3.1 Schlagopferzahlen

Die Greifvogelarten Rotmilan und Mäusebussard waren mit Abstand die häufigsten Arten unter den Schlagopfern (Abb. 6-1). Weitere Greifvögel wie Seeadler, Turmfalke und Schwarzmilan sind ebenfalls überproportional häufig als Kollisionsopfer gemeldet worden.

In der vorliegenden Studie wurden neben den bereits genannten weitere Greifvogelarten (Baumfalke, Sperber etc.) einige weitere für Naturschutzfragen relevante Großvogelarten, wie Weißstorch, Kranich und Uhu, berücksichtigt, die zusammen mit den Greifvögeln ca. 40 % aller registrierten Kollisionsopfer im untersuchten Zeitraum 1989-2008 ausmachen.

Eine Übersicht der in diesem Bericht behandelten Arten mit ihren Schlagopferzahlen und ihrer Gefährdung in Deutschland ist in Tabelle 6-1 zusammengestellt.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

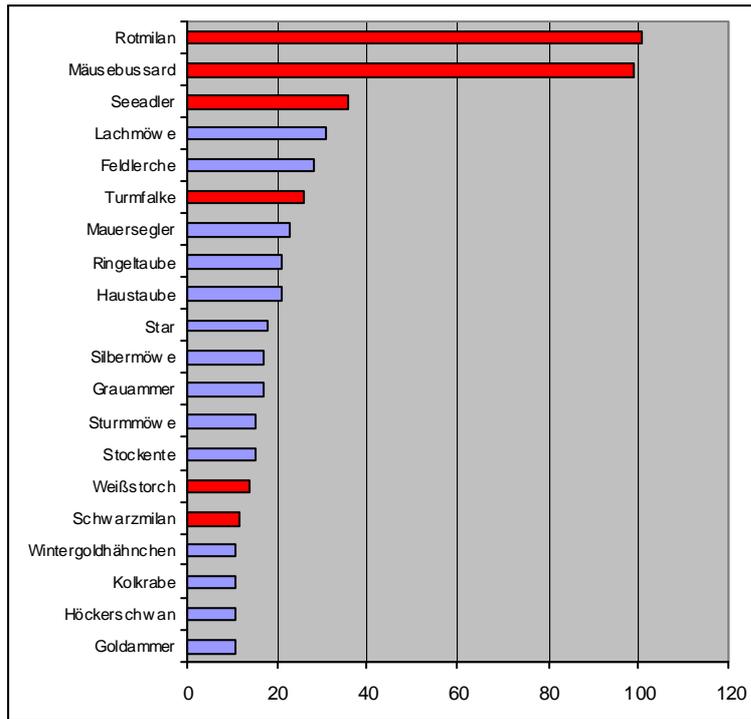


Abb. 6-1: Schlagopferzahlen der häufigsten in der Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg registrierten Vogelarten (Stand Ende 2008). Die in dieser Studie behandelten Arten sind hervorgehoben.

Tab. 6-1: Schlagopferzahlen (Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg, Stand 2008) in Deutschland, Brutbestände und Rote-Liste-Status der in diesem Bericht behandelten Arten. Angaben zu Seltenheit und Rote Liste Status nach Südbeck et al. 2007 (nb – in Deutschland nicht brütende Art). Zum Vergleich wurden neben den Zielarten der hier vorliegenden Studie die beiden häufigsten Schlagopferarten unter den Nichtgreifvögeln (Lachmöwe und Feldlerche) aufgeführt.

Art	Anzahl S chlagopfer	Brutpaare in Deu tschland	R L s tatus	
Falco subbuteo	Baumfalke	4	2600-3400	3
Pandion haliaetus	Fischadler	1	500	3
Accipiter gentilis	Habicht	3	11000-13000	*
Buteo buteo	Mäusebussard	99	77000-110000	*
Falco columbarius	Merlin	2	nb	-
Buteo lagopus	Raufußbussard	1	nb	-
Circus aeruginosus	Rohrweihe	4	5900-7900	*
Milvus milvus	Rotmilan	101	10000-14000	*
Aquila pomarina	Schreidler	1	100	1
Milvus migrans	Schwarzmilan	12	5000-7500	*
Haliaeetus albicilla	Seeadler	36	500	*
Accipiter nisus	Sperber	6	15000-21000	*
Falco tinnunculus	Turmfalke	26	43000-65000	*
Falco peregrinus	Wanderrfalke	1	810-840	*
Pernis apivorus	Wespenbussard	1	3800-5000	V
Bubo bubo	Uhu	8	1400-1500	*
Grus grus	Kranich	2	5200-5400	*
Ciconia ciconia	Weißstorch	14	4200-4300	3
Ciconia nigra	Schwarzstorch	1	500-530	*
Larus ridibundus	Lachmöwe	31	140000-150000	*
Alauda arvensis	Feldlerche	28	2100000-3200000	3

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

Bei den meisten in der Datenbank erfassten Meldungen handelt es sich um Totfunde. Nur etwa 10 % der Tiere überlebten den Zusammenprall. Die meisten davon mussten aufgrund schwerer Verletzungen eingeschläfert werden, einige wenige kamen nach intensiver Pflege wieder frei. In fast allen dokumentierten Fällen waren durch Kollision mit Windturbinen entstandene Verletzungen deutlich sichtbar und umfassten massive Knochenfrakturen. Oft waren einzelne Körperteile komplett abgetrennt. Äußerlich unverletzte Greifvögel unter den Schlagopfern waren sehr selten. Dies deutet darauf hin, dass als Todesursachen bei Großvögeln vor allem direkte Berührungen mit den Rotorblättern und nicht wie bei Fledermäusen und Kleinvögeln Barotraumata (Verletzung der Lunge durch den von Rotorblättern erzeugten Druckunterschied; Baerwald et al. 2008), Schock (ausgelöst durch Verwirbelungen in der Rotorzone) oder Anprall an den Mast dominieren.

6.1.3.2 Altersstruktur der Schlagopfer

Bei den meisten Schlagopfern handelt es sich um adulte Vögel. Für die drei häufigsten Arten (Rotmilan, Seeadler und Mäusebussard) handelt es sich bei über 70 % der Opfer bekannten Alters um geschlechtsreife Tiere (Abb. 6-2). Im Spätsommer und Herbst wurden einige juvenile Exemplare unter den Schlagopfern festgestellt, deren Anteil aber zu gering für eine altersspezifische Auswertung war.

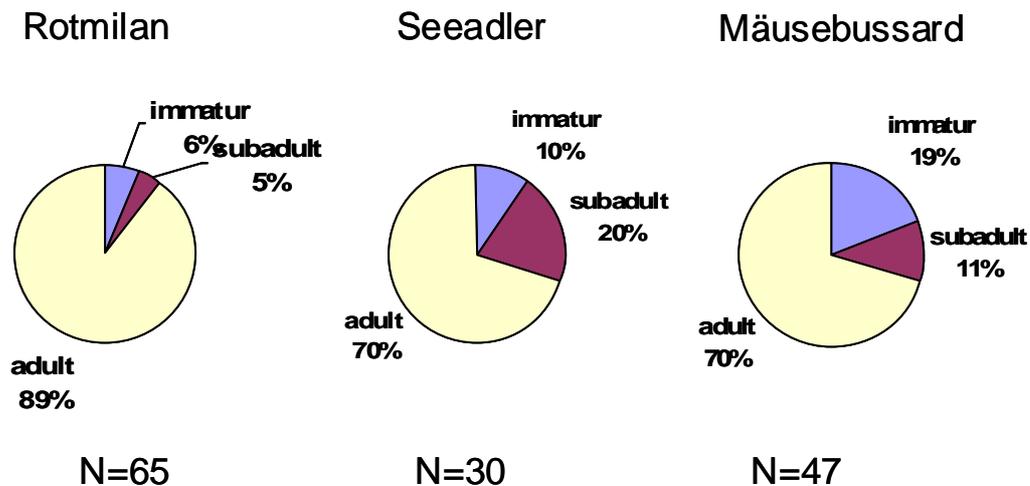


Abb. 6-2: Altersstruktur der Schlagopfer der drei häufigsten Arten. Mit „immatur“ wurden flügge Jungvögel des laufenden Kalenderjahres bezeichnet, mit „subadult“ Vögel, die älter als ein Jahr waren, aber noch nicht das fertige Alterskleid trugen.

6.1.3.3 Saisonale Verteilung der registrierten Funde

Die meisten Funde wurden im Frühjahr (März bis Mai) und im Spätsommer (August und September) registriert. Im Winter wurden nur wenige Schlagopfer festgestellt (Abb. 6-3). Rotmilane sind zu dieser Zeit im Überwinterungsgebiet überwiegend außerhalb Deutschlands. Außerdem waren im Winter die Kontrollaktivitäten (Suche nach Schlagopfern) im Vergleich zum restlichen Jahr von geringerem Umfang. Von Mai bis Juli dürfte besonders hohe und dichte Vegetation die Fundwahrscheinlichkeit reduziert haben.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

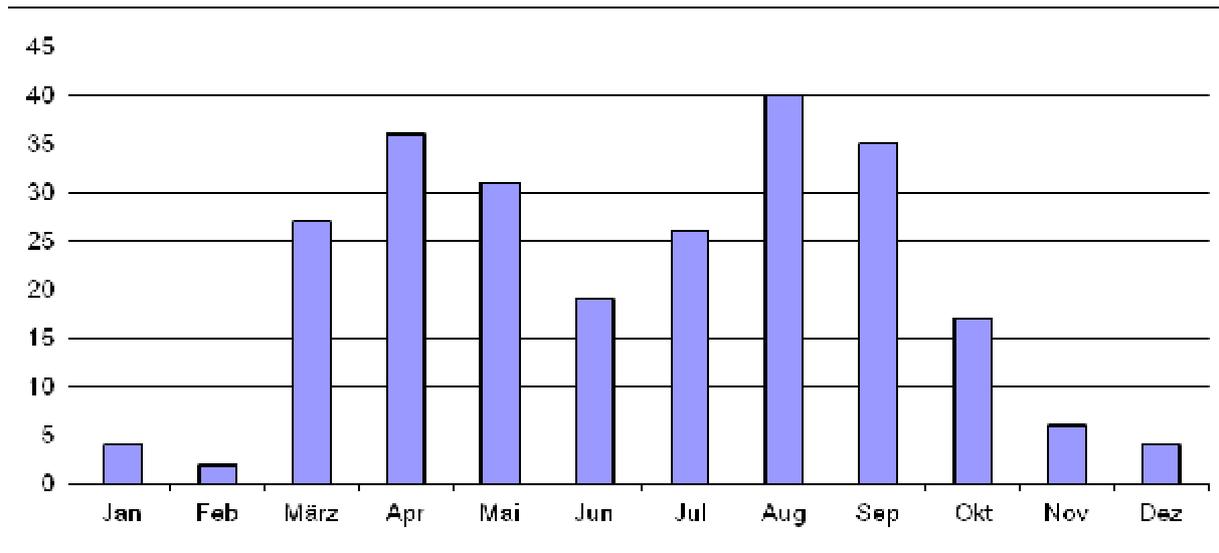


Abb. 6-3: Jahreszeitliche Verteilung der registrierten Kollisionen von Greif- und einigen weiteren Großvögeln mit Windkraftanlagen (n=247).

6.1.3.4 Einfluss des Windes auf Kollisionen

Witterungsbedingungen, vor allem die Windgeschwindigkeit, beeinflussen sowohl das Flugverhalten von Greifvögeln, als auch den Betrieb von Windturbinen. Für die auf den Tag genau bekannten Kollisionszeitpunkte wurden maximale (m/s) Windgeschwindigkeiten von der Internetseite des Deutschen Wetterdienstes (www.dwd.de) entnommen. Es wurde jeweils die zum Standort der Windkraftanlage nächstgelegene Wetterstation (maximal 100 km entfernt) gewählt. Bei den meisten Anlagen geraten die Rotorblätter ab Windgeschwindigkeiten von 2-3 m/s in Bewegung bzw. liefern eine messbare Leistung. Die volle Leistung wird bei 10-15 m/s erreicht. Bei höheren Windgeschwindigkeiten (ab ca. 20 m/s) schalten sich die Windenergieanlagen wieder ab. Von den betrachteten Kollisionsereignissen mit bekannten Zeitpunkten (n=100) ereigneten sich alle bis auf eines bei Windgeschwindigkeiten zwischen 3,5 und 20 m/s. Für eine typische binnenländische Wetterstation in Deutschland (z.B. in Potsdam, die hier als Referenzstation dient) sind die meisten Tagesmaximalwerte der letzten 10 Jahre ebenfalls in dieses Intervall einzuordnen.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

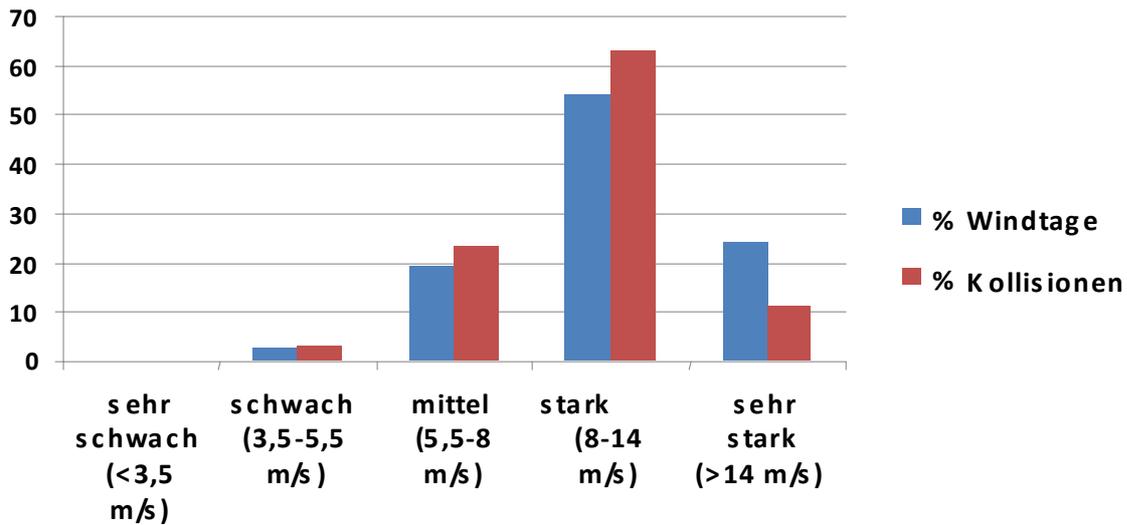


Abb. 6-4: Relative Häufigkeit der Tage mit verschiedenen Windstärkemaxima an allen Tagen des Jahres (Wetterstation Potsdam, n=3311; blaue Säulen) und an bekannten Kollisionstagen (n=100; rote Säulen).

Der Hauptunterschied zwischen der Verteilung von Windgeschwindigkeiten beim Kollisionszeitpunkt und der regulären Wetteraufzeichnung besteht in einer gewissen Anzahl an Tagen mit stärkeren Winden, die bei Kollisionsereignissen nicht vertreten waren (Abb. 6-4). Daher sind die Windstärken bei Kollisionsereignissen im Durchschnitt etwas geringer, als sonst in der gleicher Gegend ($F=9,67$; $p<0,01$). Teilt man die beobachteten Windgeschwindigkeiten in Klassen auf (3,5 bis 5,5 m/s - leicht, 5,5-8 m/s - mittel, 8-14 m/s – stark und >14 m/s – sehr stark; vgl. Barrios & Rodriguez 2004), so stellt man fest, dass die Relation der Kollisionszahlen zur Gesamtanzahl der Tage, an denen entsprechende Windgeschwindigkeiten vorherrschten, für die ersten drei Kategorien bei ca. 0,035 / Tag liegt. Erst bei höheren Windgeschwindigkeiten sinkt die Kollisionszahl auf 0,014 / Tag. Damit spielen die Windverhältnisse für Kollisionsrisiken im „normalen“ Betrieb der Windkraftanlagen eine untergeordnete Rolle. Bei sehr niedrigen und sehr hohen Windgeschwindigkeiten sinkt die Kollisionswahrscheinlichkeit erwartungsgemäß, da bei solchen Wetterverhältnissen die Rotoren abgeschaltet sind bzw. auch die Flugaktivitäten der potenziell betroffenen Arten deutlich geringer sind (bei starkem Wind).

6.1.3.5 Einflussfaktoren der Kollisionswahrscheinlichkeiten bei regelmäßig kontrollierten Windparks

In Deutschland sind systematisch durchgeführte Studien, die über längere Zeitperioden eine Quantifizierung der Schlagopferzahlen unter Berücksichtigung der Verschleppungsrate und Fundeffizienz ermöglichen, nur in vergleichsweise geringem Umfang durchgeführt worden (siehe z. B. Kap. 6.2). Dennoch umfasste die Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg (Dürr, unveröff.) zum Zeitpunkt der Auswertung (Ende 2008) Angaben über ca. 12.000 zum Teil regelmäßige Kontrollen an 454 Windkraftanlagen im Land Brandenburg. Aus dieser Zahl und den dabei entdeckten Schlagopfern ergab sich eine durchschnittliche Fundrate von 0,018 Vögeln pro Anlage und Kontrollgang (durchschnittlich 18 Schlagopferfunde nach 1.000 Kontrollen). Unter diesen Funden machen die Arten der Zielgruppe Greif- und weitere Großvögel ca. 40% aus. Die reale Verlustrate liegt vermutlich mindestens um den Faktor 2 bis 3 höher, wobei die Entsorgung der Kadaver durch Aasfresser der wesent-

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

lichste Faktor ist. Zusätzlich hatten die Bearbeiter Schwierigkeiten beim Auffinden der Schlagopfer im Sommer in Bereichen mit höherer Vegetation (Stilllegungsflächen, Äcker; Möckel & Wiesner, 2007).

Wenn bei großen und intensiv betreuten Arten, wie Weißstorch und Seeadler davon auszugehen ist, dass ein hoher Anteil an Kollisionsopfern gefunden und gemeldet wird, so ist bei kleinen und/oder häufigen Arten, wie Turm- und Baumfalke, Mäusebussard und Wiesenweihen die Dunkelziffer der nicht gefundenen Schlagopfer um ein Vielfaches größer als die Zahl registrierter Funde.

Für weitere Analysen wurde eine Gruppe von 40 kontrollierten Windparks, nämlich alle WPs mit mindestens 10 Kontrollgängen (24 mit und 16 ohne Schlagopferfunde der Zielarten), verwendet. Eine schrittweise rückwärts gerechnete multiple Regression ergab mit hohem Erklärungswert (korr. $R^2=0,7336$; $F=15,46^{***}$) eine Abhängigkeit der Opferzahlen von folgenden Parametern (in Reihenfolge der Bedeutung):

Anzahl der Kontrollgänge:

(mehr Kontrollen – mehr Totfunde) $t=5,965$ $p<0,0001$

Entfernung des WP zur nächsten Siedlung:

(größere Distanz – mehr Totfunde) $t=3,817$ $p<0,01$

Entfernung des WP zum nächsten Wald:

(größere Distanz – mehr Totfunde) $t=2,695$ $p<0,05$

Anteil an Siedlungsflächen in 5 km Umgebung:

(mehr Siedlungsfläche – mehr Totfunde) $t=1,879$ $p=0,078$

Von allen Arten der Landnutzung in der Umgebung der WP hatten Modelle mit Berücksichtigung von Siedlungsflächen den höchsten Erklärungswert, und dieser Faktor besaß einen beinahe signifikanten Effekt - im Gegensatz zu den Modellen, die z.B. Ackerland- oder Grünlandnutzung enthielten. Da es bei den Landnutzungsarten jeweils um die Anteile an der Gesamtfläche und damit um autokorrelierte Größen handelte, war eine Berücksichtigung aller Nutzungsarten in einem Regressionsmodell nicht zulässig, so dass die Anteile an verschiedenen Nutzungsarten in getrennten Modellen getestet werden mussten.

Die Einflüsse weiterer getesteter Parameter (Entfernung zu Straßen, Entfernung zu Gewässern und Gesamtgröße des Windparks) waren vernachlässigbar.

6.1.3.6 Einfluss der Anlageneigenschaften

Eine überwiegende Mehrheit der in Deutschland zurzeit im Betrieb befindlichen Windkraftanlagen sind Dreiblattrotoren mit horizontal gelagerter Achse. Die meisten Hersteller verwenden massive Stahl- bzw. Stahlbetonmasten, einige wenige Anlagen (Fuhrländer) haben Gittermasten. Ansonsten beziehen sich die Unterschiede zwischen den Herstellern auf geringe äußerliche Effekte wie Form des Maschinenhauses, Farbanstrich von Turm und Rotorblättern. Diese Unterschiede scheinen für die Ermittlung der Kollisionsrisiken bei Greif- und Großvögeln vernachlässigbar zu sein. Die Verteilung der Kollisionsopfer nach Anlagenher-

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

steller entspricht weitgehend den Anteilen des jeweiligen Herstellers auf dem gesamtdeutschen Markt für Windenergieanlagen (Korrelation $R=0,97$), so dass eine besondere Gefährdung durch einen bestimmten Anlagentyp ausgeschlossen werden kann (vgl. Abb. 6-5).

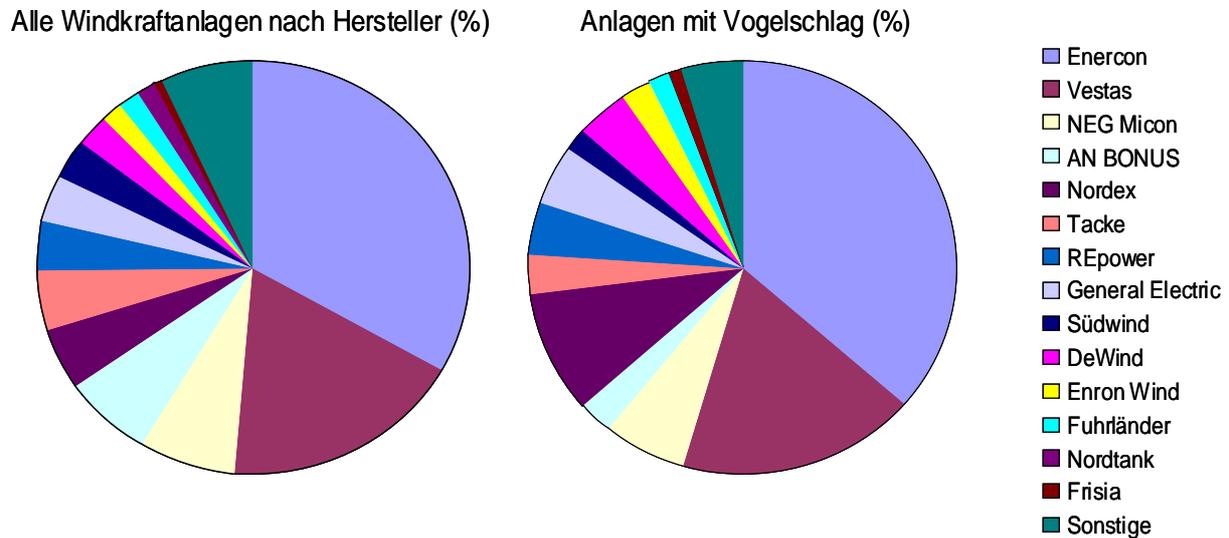


Abb. 6-5: Anteile verschiedener Fabrikate an der Gesamtzahl der WKA in Deutschland (n=19733, Stand Ende 2008) verglichen mit den Fabrikaten der WKA mit bekannten Kollisionen von Greif- und weiteren Großvögeln (n=251), Quellen: WKA-Betreiber Datenbank (Keiler 2008), Fundkartei der Staatlichen Vogel-schutzwarte Brandenburg, Stand Ende 2008.

Nennleistung der Windturbine und Rotordurchmesser sind stark miteinander korreliert (Hötker 2006) und bestimmen im Wesentlichen auch den Platzbedarf und den Einflussbereich der Anlage. Die Windkraft Betreiber-Datenbank umfasst Anlagen ab 1 kW bzw. 3 m Rotordurchmesser. Die größten sind z. Z. 6 MW-Anlagen mit 126 m Rotordurchmesser. Die überwiegende Mehrheit der in Deutschland errichteten Anlagen bewegte sich in der Spanne von 0,5 bis 2 MW (40 m – 70 m Rotordurchmesser). Beim Vergleich von Kollisionsstandorten mit einer Zufallsstichprobe ähnlichen Umfangs trat ein signifikant höherer Anteil an Totfunden bei im Verhältnis größeren Anlagen auf (one-way ANOVA, $F=8,96$; $p<0,01$ für Nennleistung, Abb. 6-6; $F=9,87$; $p<0,01$ für Rotordurchmesser, Abb. 6-7).

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

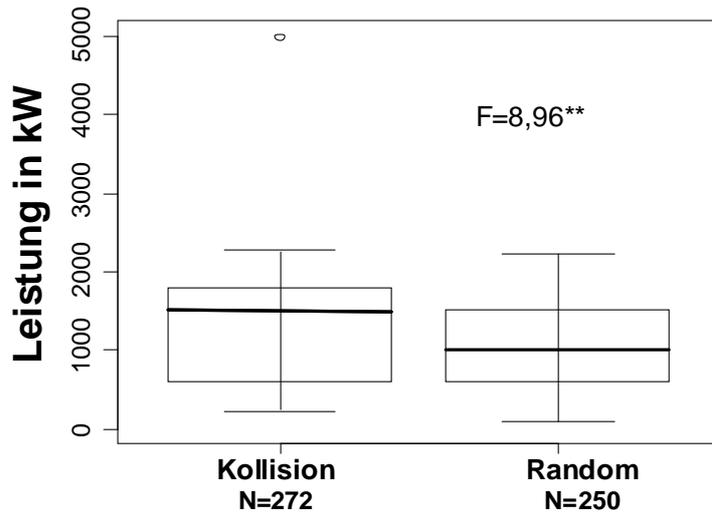


Abb. 6-6: Durchschnittliche Nennleistungen der Windkraftanlagen. Vergleich von Windturbinen mit gemeldeten Kollisionen und zufällig ausgewählten Windturbinen (mittlere Querlinien: Mittelwert, Boxen: Standardfehler, Balken (Whisker): Standardabweichung).

Für kleinere Anlagen in Deutschland (unter 200 kW) fehlen bislang Meldungen über Greifvögel als Kollisionsopfer. Bei mittelgroßen Anlagen (500 bis 1800 kW) bewegt sich die Rate an gemeldeten Kollisionen mit Greif- und Großvögeln pro Größenklasse im Bereich von 0,01 bis 0,02 pro Anlage und Jahr.

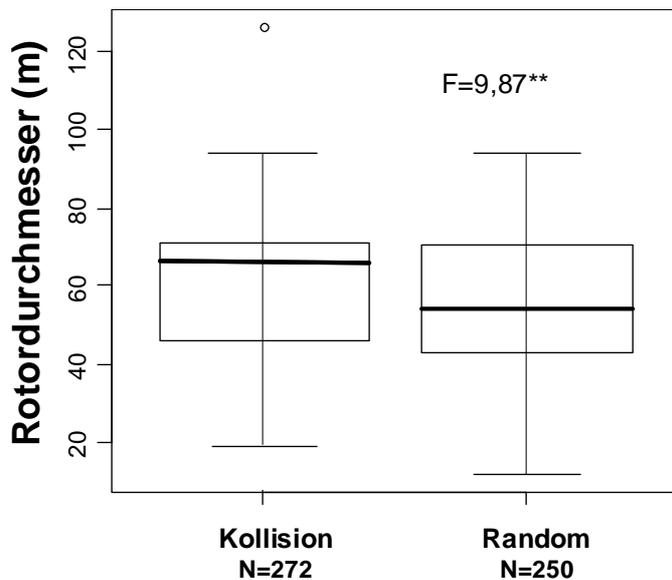


Abb. 6-7: Rotordurchmesser der Windkraftanlagen. Vergleich von Windturbinen mit gemeldeten Kollisionen und zufällig ausgewählten Windturbinen (mittlere Querlinien: Mittelwert, Boxen: Standardfehler, Balken (Whisker): Standardabweichung).

Betrachtet man die regelmäßig kontrollierten Windparks und bezieht die Anzahl gemeldeter Kollisionen auf eine Leistungseinheit (MW), so schneiden die größeren Windkraftanlagen besser ab, als die kleineren (Abb. 6-8).

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

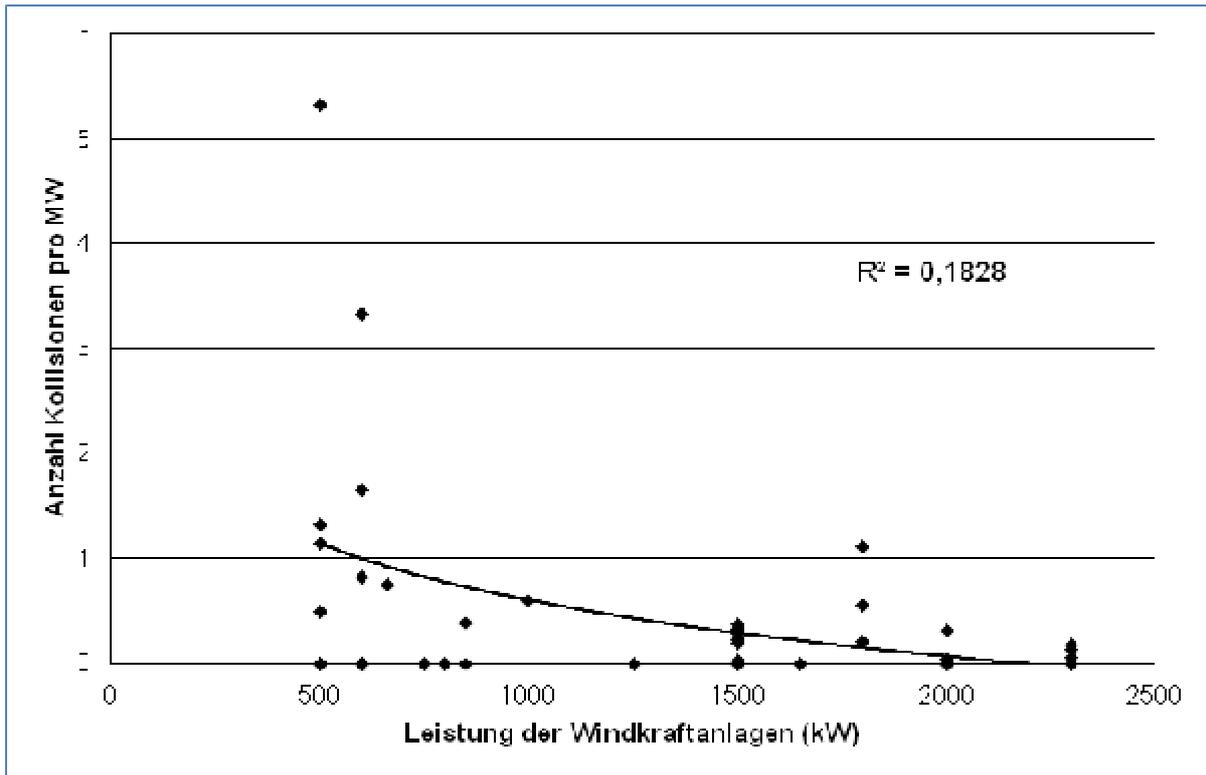


Abb. 6-8: Beziehung zwischen Leistung von Windturbinen und Anzahl registrierter Kollisionen pro MW. Nur regelmäßig kontrollierte Windparks bestehend aus Anlagen gleicher Nennleistung wurden berücksichtigt (n=40).

Der Parameter „Turmhöhe“ (Nabenhöhe) ist weniger an die Leistung der Anlage gebunden, als der Rotordurchmesser, obwohl auch er mit dem Energieertrag korreliert ist. Die Anlagen des gleichen Typus haben gleiche Rotordurchmesser, können aber auf verschiedenen Türmen montiert werden. Ein Vergleich zwischen den Turmhöhen einer zufälligen Stichprobe aller in Deutschland betriebenen Anlagen mit Turmhöhen bekannter Kollisionsstandorte ergab eine signifikante Steigerung der Kollisionswahrscheinlichkeit mit steigenden Nabenhöhen (One Way ANOVA; $F=20,02$ $p<0,0001$; Abb. 6-9).

In diesem Fall ist vermutlich noch in viel größerem Maße als beim Rotordurchmesser der steigende Raumanspruch der Anlagen mit höheren Masten der entscheidende Faktor für die höheren Schlagopferzahlen. Genauso wie im Falle der Nennleistung relativiert die mangelnde Information zur Kollisionen von Greifvögeln an kleineren Anlagen die Aussagekraft der statistischen Analyse.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

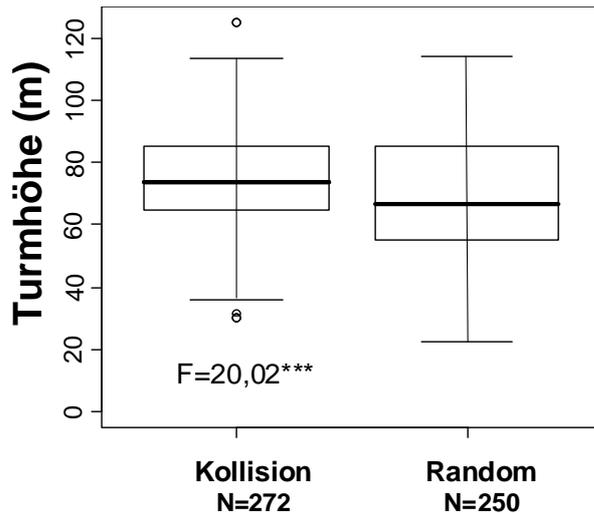


Abb. 6-9: Vergleich der Turmhöhe von Windturbinen mit gemeldeten Kollisionen und zufällig ausgewählten Windturbinen (mittlere Querlinien: Mittelwert, Boxen: Standardfehler, Balken (Whisker): Standardabweichung).

6.1.3.7 Positionen von Anlagen im Windpark, Windparkgröße

Zu den Faktoren, die eine Kollisionswahrscheinlichkeit eines Vogels mit einer einzelnen betrachteten Windturbine beeinflussen, gehört unter anderem auch der Exponiertheitsgrad der Windturbine in Relation zu ihren Nachbarn, also die Position der Anlage innerhalb eines Windparks. Da diese nur schwer direkt quantifiziert werden kann, wurde hierfür eine Kategorisierung verwendet, die von der Anzahl der benachbarten Windturbinen ausgeht (siehe Abb. 6-10).

Ein Häufigkeitsvergleich der relativen Positionen von Anlagen im Windpark für die gemeldeten Kollisionsstandorte einerseits und einer Referenzauswahl aus ca. 400 Anlagen der nordbrandenburgischen Landkreise Prignitz und Ostprignitz-Ruppin wird in Abb. 6-10 vorgestellt. Die Referenzauswahl der Windparks innerhalb der beiden Landkreise ist dadurch bedingt, dass viele Beobachtungen von Greifvogelkollisionen aus den benachbarten Gebieten von Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern stammen und außerdem die Dichte und Verteilung der Windparks typisch für das deutsche Binnenland ist. Alle Strukturen von Einzelanlagen über lineare bis hin zu Flächenwindparks waren in den beiden Landkreisen ausreichend vertreten.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

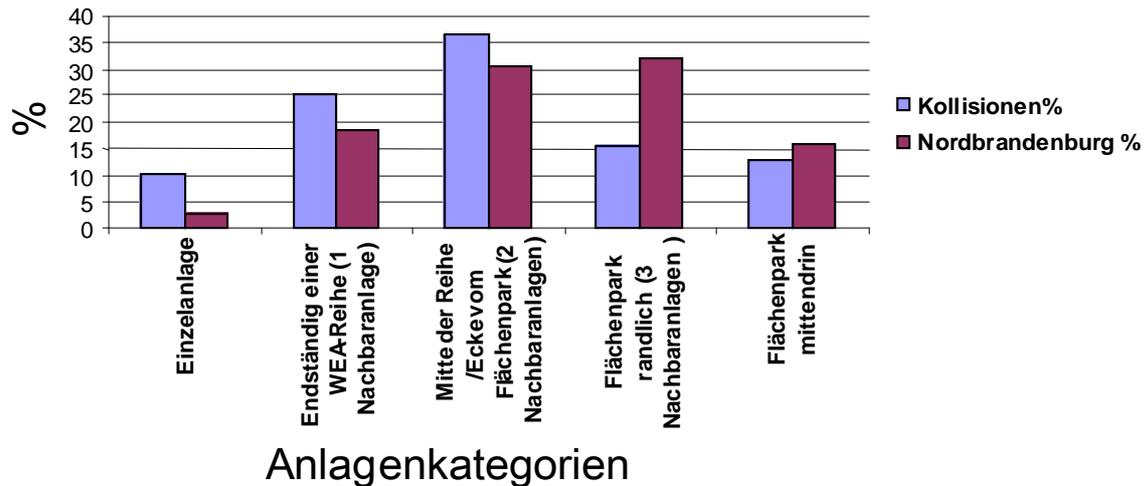


Abb. 6-10: Standortverteilung bzw. Positionen der Turbinen innerhalb der Windparks der Windkraftanlagen mit registrierten Greifvogelkollisionen im Vergleich zu allen Anlagen der Nordbrandenburgischen Landkreise Prignitz, Ostprignitz-Ruppin und Oberhavel.

Etwa 10 % der Schlagopfer verunglückten an Einzelanlagen, während solche, nicht zu Windparks vereinigte Anlagen, nur knapp 3 % der Windturbinen in der Landschaft ausmachen. Auch an Anlagen mit wenigen Nachbaranlagen sind gemeldete Kollisionsstandorte in Relation zu der Gesamtzahl überrepräsentiert. Die Verteilung der Kollisionsorte innerhalb eines Windparks wird im Weiteren am Beispiel des regelmäßig untersuchten Windparks Zitz-Warchau (7225 Einzelkontrollen, Abb. 6-11) erläutert.



Abb. 6-11: Räumliche Verteilung von Windturbinen und gefundenen Schlagopfern im Windpark Zitz-Warchau.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

Von 12 gefundenen Schlagopfern verunglückten acht an Eckturbinen (WKA 1, 12, 13, 16 und 20), zwei an den mittleren Anlagen der äußeren Reihen (3 und 10) und nur zwei in der Mitte des Windparks (WKA 7).

Bei regelmäßig kontrollierten Windparks war die Anzahl der Totfunde pro Turbine umgekehrt proportional zur Windparkgröße (Abb. 6-12).

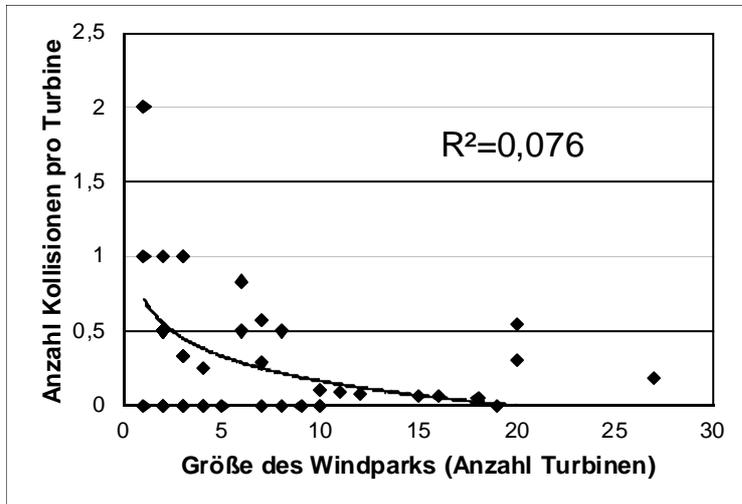


Abb. 6-12: Beziehung zwischen Windparkgröße (Anzahl Turbinen) und der Anzahl registrierter Greifvögel-Totfunde pro Turbine. Berücksichtigt wurden nur Windparks, in denen regelmäßige Kontrollgänge stattfanden, wobei auch gemischte, aus Anlagen verschiedener Typen und Größe bestehende, aber räumlich zusammenhängende Windparks betrachtet wurden (n=65).

6.1.3.8 Umgebung des Windparks

Die Anzahl der Schlagopfer hängt in besonderem Maße davon ab, welche Attraktivität der Standort und die nähere Umgebung des Windparks für die Greifvögel besitzen und wie oft sie sich den für sie gefährlichen Windturbinen nähern. Unter der Annahme, dass Standorte bekannter Kollisionen ein höheres Schlagrisiko als eine zufällig ausgewählte Windturbine aufweisen, wurde nach Landschaftselementen und Besonderheiten der Umgebung gesucht, die diese Differenz widerspiegeln.

Landnutzungsformen im 5 km Umkreis um die Windkraftanlagen wurden zu folgenden Kategorien zusammengefasst: Siedlungsflächen, Straßen und Infrastruktur, Halden und Bergbau, Ackerland, Wald, Grünland, Gewässer und Sonstige. Für den kleineren Umkreis von 1 km wurden nur die Kategorien Ackerland, Grünland und Wald näher betrachtet (Tab. 6-2).

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

Tab. 6-2: Ergebnisse der Vergleiche zwischen den Kollisionsstandorten (K; n=151) und Zufallsanlagen (Z; n=186) hinsichtlich der Landnutzung im Umkreis von 5 km und 1 km Umkreis und der Entfernungen zu markanten Landschaftsstrukturen (One Way ANOVA). Signifikanzniveaus: * = $p < 0,05$; *** = $p < 0,001$; ns = nicht signifikant.

Flächenanteile	F	p	
<i>5 km Radius</i>			
Siedlung	0,01	ns	
Straßen	2,83	ns	
Halden, Deponien, Bergbau	0,08	ns	
Ackerland	40,24	***	K > Z
Wald	0,31	ns	
Grünland	35,35	***	K < Z
Gewässer	5,75	*	K < Z
Sonstige Flächen	69,78	***	K < Z
<i>1 km Radius</i>			
Ackerland	39,14	***	K > Z
Wald	0,93	ns	
Grünland	31,2	***	K < Z
Strukturen			
Nächstgelegenes Gehölz	0,03	ns	
Geschlossener Wald	2,13	ns	
Gebäude	26,62	***	K > Z
Straße	17,29	***	K > Z
Gewässer	1,76	ns	

Auf Ackerlandnutzung entfielen sowohl im weiteren, als auch im engeren Umkreis um die Windenergieanlagen, die größten Flächenanteile. Dabei war um die Kollisionsstandorte herum der Ackeranteil nochmals signifikant größer, als um zufällig ausgewählte Windturbinen. Windkraftanlagen mit höherem Anteil an Grünland in unmittelbarer Umgebung waren dagegen weniger gefährlich für Greifvögel. Der Flächenanteil von Wäldern in der Umgebung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Kollisionswahrscheinlichkeit.

Die Kollisionsgefährdung einzelner Zielarten war hinsichtlich der Umgebung von Windkraftanlagen ähnlich (Abb.6-13).

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

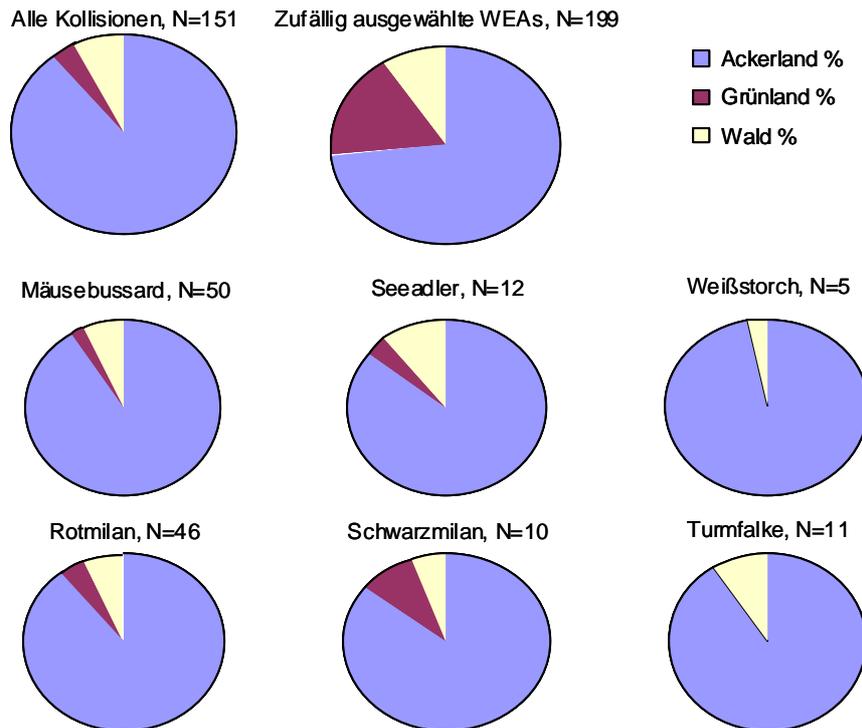


Abb. 6-13: Landnutzung in 1 km Umkreis von Windkraftanlagen, von denen verschiedene Zielarten als Schlagopfer gemeldet wurden. Als Referenzgruppe diente eine Zufallsauswahl von 199 Anlagen aus ganz Deutschland.

Als relevante Landschaftselemente wurden Gebäude, Straßen, geschlossene Wälder und Gewässer angesehen und ihre Minimalabstände zu den betrachteten Windkraftanlagen berücksichtigt. Zusätzlich wurden nächstgelegene Gehölze als potenzielle Rast- und Nistplätze der Greifvögel betrachtet. Unter diese Kategorie fielen auch Alleebäume, Knicks, Feldgehölze und ähnliche Strukturen. Die Entfernung der Windturbinen zum nächstgelegenen Landschaftselement variierte von wenigen Metern bis über 0,5 km.

Der Einfluss von lockeren Gehölzstrukturen sowie Wäldern (potenzielle Nist- und Rastplätze) auf die Kollisionswahrscheinlichkeit von Greifvögeln mit Windkraftanlagen war vergleichsweise gering. Es konnten keine signifikanten Effekte beim Vergleich mit zufällig ausgewählten Windturbinen festgestellt werden.

Ebenso wenig war die Gewässernähe von Bedeutung. Befestigte Straßen (die Erschließungswege innerhalb des Windparks und Feldwege wurden nicht beachtet) sowie Gebäude in der Nähe der Windkraftanlagen schienen das Kollisionsrisiko zu vermindern. Die Entfernung zu diesen Strukturen war bei bekannten Kollisionsstandorten signifikant höher, als bei zufällig ausgewählten Windturbinen (Abb. 6-14).

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

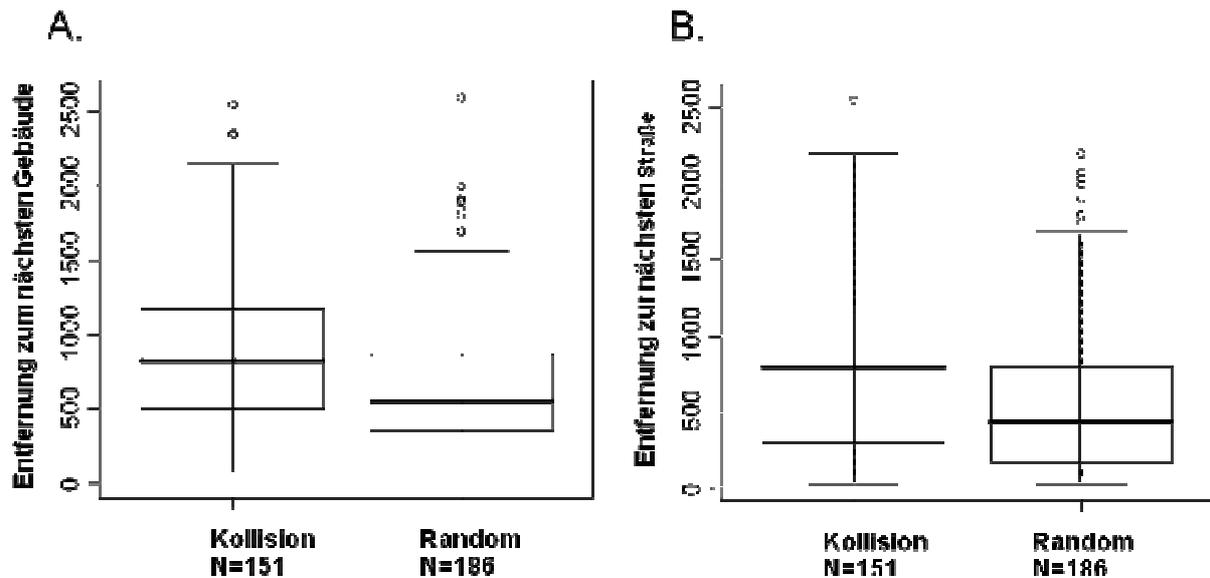


Abb. 6-14: Entfernung der Windkraftanlagen zum nächsten Gebäude (A.) und zur nächsten Straße (B.). Vergleich von Windturbinen mit gemeldeten Kollisionen und zufällig ausgewählten Windturbinen (mittlere Querlinien: Mittelwert, Boxen: Standardfehler, Balken (Whisker): Standardabweichung, Kreise: Ausreißer).

Die Bedeutung der oben aufgeführten Faktoren für die Zahl der Schlagopfer pro Anlage wurde mit Hilfe einer schrittweise rückwärts durchgeführten multiplen Regressionen untersucht. Die Regressionsmodelle behandelten die Daten von 5 und 1 km Umkreis getrennt voneinander. Ein kritischer Punkt dabei war die Auswahl der Kontrollgruppe – zufällig aus dem gesamtdeutschen Bestand ausgewählte Anlagen, die eine Referenz zu den gemeldeten Kollisionsstandorten bildeten. Das Fehlen der (vom praktischen Aufwand her nicht zu bewältigenden) lückenlosen Kontrollen für diese Anlagen erlaubt es nicht, die Möglichkeit von Kollisionen der Zielarten dort vollständig auszuschließen. Da es sich bei den Zielarten um auffällige Greif- und Großvögel handelt, ist davon auszugehen, dass die durchschnittliche Fundrate an WKA-Standorten ohne Fundmeldung geringer ist als an Standorten mit Fundmeldung. Eine auf mehreren der betrachteten Standortcharakteristika basierende MANOVA (Landnutzung in 5 km Umkreis, Position der Anlage in Windpark, Leistung) zeigt eine hohe Signifikanz bei der Unterscheidung zwischen den Kollisionsstandorten und der Kontrollgruppe ($F=7,88^{***}$).

Trotz einzelner signifikanter Effekte der Umgebungsstrukturen (vgl. Tab. 6-2) war der Gesamterklärungswert des Regressionsmodells vergleichsweise gering. Für das Modell mit Betrachtung der engeren Umgebung besaß das Bestimmtheitsmaß R^2 einen korrigierten Wert von 0,1155 ($F=10,56^{***}$). Die essenziellen Parameter waren dabei in der Reihenfolge abnehmender Signifikanz der Ackerlandanteil ($t=4,197$; $p<0,0001$), die Entfernung zu Gebäuden ($t=2,755$; $p<0,01$), die Position innerhalb des Windparks ($t=-1,899$; $p=0,059$) und die Entfernung zu Straßen ($t=1,713$; $p=0,088$). Unter Einbezug der Landnutzung in 5 km Umkreis bekam das Modell ein etwas höheres Bestimmtheitsmaß korr. $R^2=0,1277$ ($F=15,88^{***}$). Die ausschlaggebenden Faktoren waren hierfür die Entfernung zu Gebäuden ($t=4,296$; $p<0,0001$), der Anteil von Ackerflächen ($t=4,827$; $p<0,0001$) und die Position innerhalb des Windparks ($t=-2,103$; $p<0,05$). Der Einfluss anderer Faktoren war unbedeutend.

Die Hauptkomponentenanalyse zeigte, dass die Unterscheidung nach Landnutzung von weit höherer Bedeutung ist, als die nach Entfernung zu Einzelstrukturen, der Position im Windpark oder technischen Spezifikationen (Abb. 6-15). Bei dieser Analyse wurden bekannte Kol-

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

lisionsstandorte und zufällig ausgewählte Windkraftanlagen in einem mehrdimensionalen Koordinatensystem anhand der Parameter der Umgebung (Anteil von verschiedenen Landnutzungsarten, Entfernung zu bestimmten Strukturen), der relativen Position der Anlage im Windpark und anhand technischer Spezifikationen verteilt. Das mehrdimensionale System wurde als zweidimensionale Punktwolke auf die hypothetischen Achsen (Komponenten) projiziert, die die beste Darstellung ermöglichten. Die Parameter der Umgebung wurden als Vektoren in die Darstellung eingebracht, wobei die Länge eines Vektors proportional zu dem Einfluss des Parameters auf die Verteilung der Standorte ist, während die Richtungen in Beziehung zu den Positionen einzelner Punkte stehen, d.h. bestimmte Charakteristika dieser Punkte wiedergeben. Zum Beispiel gruppieren sich im unteren rechten Viertel der Grafik WKA mit einem hohen Anteil an Grünland in ihrer Umgebung. Darunter sind überwiegend die Referenzpunkte und nur wenige Kollisionsstandorte zu finden (vgl. Tab. 6-2).

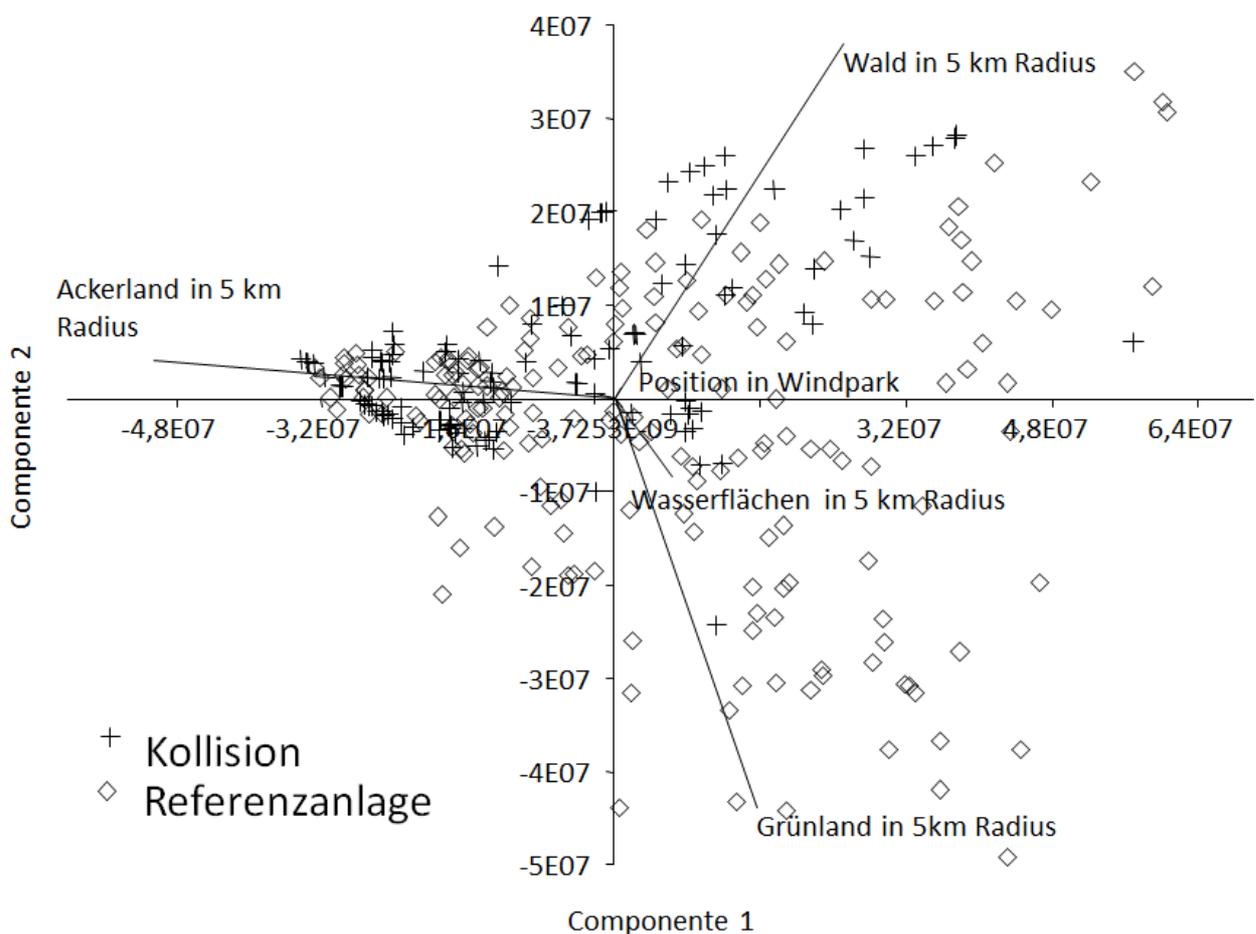


Abb. 6-15: Hauptkomponentenanalyse der Verteilung von Kollisionsstandorten und zufällig gewählten Referenzanlagen in Abhängigkeit zu den Umgebungsstrukturen. Vektoren zeigen die Richtung und Bedeutung einzelner Faktoren. Nur die wichtigsten Einzelfaktoren sind graphisch dargestellt.

6.1.3.9 Horste

Es ist anzunehmen, dass unter den Schlagopfern sowohl lokal brütende, als auch ziehende Vögel vertreten sind (vgl. Kap. 5.4). In einigen (wenigen) Fällen ist diese Annahme durch Beobachtungen oder Ringfunde belegt. In insgesamt 19 Fällen war ein Horst im Umkreis von

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

weniger als 6 km vom Kollisionsstandort bekannt und der verunglückte Vogel als einer der brütenden Altvögel oder als aus dem aktuellen Jahr stammendes Jungtier identifiziert. Der minimale Abstand zwischen Horst und der als Kollisionsort identifizierten Windkraftanlage betrug 300 m. In sechs Fällen (ein Baumfalke, zwei Rotmilane, zwei Seeadler, ein Weißstorch) ist ein Brutverlust als Folge des Todes von einem der Elternvögel an der Windkraftanlage belegt.

6.1.4 Diskussion

Für einige der aufgeführten Arten (Seeadler, Schwarzstorch, Wanderfalke, Kranich und Uhu) wurden in den letzten Jahren starke positive Bestandsentwicklungen beobachtet, was eine Gefährdung u.a. durch Windkraft relativiert (vgl. Kap. 7). Jedoch sind bei ca. 500 Brutpaaren (Seeadler) jährliche belegte Verluste von mind. 3-4 Vögeln, die ja nur einen Teil der tatsächlich an WKA verunglückten Adler ausmachen, nicht zu vernachlässigen, genauso wie die Tatsache, dass eine in Deutschland sehr seltene und stark gefährdete Art (Schreiadler, ca. 100 Brutpaare) ebenfalls unter den Schlagopfern zu finden war. Insgesamt scheinen Arten betroffen zu sein, die sich als Gleitflieger häufiger über Offenlandbereichen kreisend aufhalten als andere Greifvogelarten, wie z.B. Habicht und Sperber, die trotz höherer Bestandsdichten in Deutschland nur selten zu Opfern der Windkraftanlagen werden.

Die in dem Teilprojekt vorgestellten Ergebnisse sind mit einigen Unsicherheiten behaftet. Einer der wichtigsten Kritikpunkte ist die tatsächliche Opferzahl in Relation zu den in der Datenbank registrierten Schlagopfern. Viele Fundmeldungen stammen von ehrenamtlichen Helfern, Jägern oder Landwirten. Die Fundumstände solcher Meldungen sind oft nicht ausreichend dokumentiert. Selbst dann, wenn es sich um systematische Erfassungen an Windparks handelt, bleiben große Unsicherheiten. Bei der Anzahl der gefundenen Schlagopfer spielt z.B. die Größe des Windparks (Anzahl Windturbinen) eine untergeordnete Rolle in Relation zu den Kontrollgängen, deren Zahl pro Einzelanlage angegeben wurde. Eine direkte Abhängigkeit der registrierten Schlagopfer von der Suchintensität (Anzahl Kontrollgänge) weist auf die hohe Dunkelziffer der nicht gefundenen Kadaver hin und belegt die Notwendigkeit weiterer systematischer Studien mit Berücksichtigung des Fortschaffens der Kadaver durch Aasfresser. Dennoch ist die Datensammlung der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg die umfangreichste ihrer Art und dient als Grundlage für die in der hier vorliegenden Studie beschriebenen statistischen Analysen.

Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch in der Referenzgruppe Kollisionen vorkamen. Dies bedeutet, dass es schwieriger war, statistische Signifikanzen zwischen der Referenzgruppe und den Anlagen mit Kollisionen zu entdecken. Es ist deshalb möglich, dass weitere Einflussfaktoren übersehen worden sind. Die gefundenen signifikanten Unterschiede sind aber als „sicherer signifikant“ zu betrachten, als es bei einem völligen Ausschluss der Kollisionen in der Referenzgruppe gewesen wäre.

Kollisionen von Vögeln mit Windkraftanlagen sind weitgehend zufällige Ereignisse, was es schwierig macht, statistisch belegbare Faktoren hervorzuheben, welche die Häufigkeit solcher Ereignisse entscheidend beeinflussen. Dennoch können einige Hinweise auf Faktoren

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

verfolgt werden, die das Risiko einer Kollision steigern oder reduzieren. In Bezug auf technische Spezifikationen der Windturbinen gilt offenbar, dass steigende Größe und Höhe der Windkraftanlagen zu einem höheren Schlagrisiko für Greif- und Großvögel führen (siehe auch Lucas et al. 2008). Da als Todesursache für Schlagopfer die direkte mechanische Einwirkung gilt, ist das Kollisionsrisiko direkt von der Fläche abhängig, die vom Rotorblatt berührt wird. Höhere Türme bedeuten u.a., dass die untere Grenze des vom Rotor bestrichenen Bereichs weiter steigt (z.B. von 30 m für eine typische 500 kW Anlage mit 40 m Turmhöhe auf über 70 m für eine 2000 kW Anlage gleichen Herstellers mit einem 110 m hohen Turm). Für einige der Zielarten, z.B. Wiesenweihen (Kap. 4) bedeutet dies, dass die meisten Flugaktivitäten unterhalb des Rotorbereiches stattfinden, z.B. während der bodennahen Jagd, und das Kollisionsrisiko dadurch erheblich reduziert ist (siehe aber Hinweise von Baum & Baum 2011 auf gestiegenes Kollisionsrisiko nach Repowering).

Für andere Arten wiederum bedeutet die Verschiebung der Rotorzone nach oben, im Bereich von 100 und mehr Metern über dem Boden, eine Steigerung des Kollisionsrisikos. Erfahrungen aus dem Luftverkehr (Scheller & Küsters 1999) weisen auf die Kollisionsgefahr insbesondere mit Thermikfliegern unter den Greifvögeln (Bussarde, Milane) hin. Diese Arten sind in Höhen von 100 und mehr Meter verstärkt gefährdet (vgl. u.a. Smallwood & Neher 2004). Die Gefahren, die von kleinen (100-300 kW Nennleistung) und kleinsten (1-30 kW) WKA für Greifvögel ausgehen, konnten bislang mangels entsprechender Beobachtungen nicht untersucht werden. Dennoch deuten die Meldungen von Limikolen, Möwen und Entenvögeln als Schlagopfer an kleinen Windrädern (Böttger et al. 1990, Scherner 1999) darauf hin, dass auch diese bislang wenig beachteten Kategorien von Windturbinen bei der Abschätzung von Risiken für die Fauna nicht gänzlich außer Acht gelassen werden dürfen.

Den höheren mit der Anlagengröße verbundenen Risiken steht eine steigende Leistung der Anlagen gegenüber. Eine Reihe von Beobachtungen und Modellrechnungen kommt zum Ergebnis, dass bei steigender Größe von Anlagen und der Windparks insgesamt das Kollisionsrisiko pro Megawatt erzeugter Energie sinkt (vgl. Hötter et al. 2006). Eine Vervierfachung der Anlagenstärke von 500 auf 2000 kW führt zu einer knappen Verdoppelung der Schlagopferanzahl. Somit beinhaltet die Errichtung von wenigen größeren Anlagen ein trotz gesteigerter Kollisionsrate pro Einzelanlage geringeres Risiko für die Greifvögel, als viele kleine Anlagen mit gleicher Gesamtleistung. Diese Beobachtung wird von anderen Studien für Vögel im Allgemeinen bestätigt (Hötter et al. 2006, Barclay et al. 2007).

Auch eine verbesserte räumliche Anordnung der Windparks trägt dazu bei, das Kollisionsrisiko trotz steigender Stromproduktion gering zu halten. Die Beobachtungen aus dem Windpark Zitz-Warchau zeigten eine deutliche Häufung der Kollisionsereignisse an periferen Anlagen. Ähnliche Muster in der Verteilung der Schlagopfer wurden z.B. auch im Windpark auf der Insel Smøla (Norwegen) festgestellt (Bevanger et al. 2008), nicht jedoch bei Gänsegeiern an Windkraftreihen in Spanien (Lucas et al. 2008). Es gibt Hinweise darauf, dass viele Vogelarten den Windpark insgesamt als ein Hindernis wahrnehmen und Durchflüge vermeiden (Drewitt & Langston 2006). D.h. eine kompakte flächige Anordnung der Windparks, statt weit verstreuter Einzelanlagen, würde also ebenfalls dazu beitragen, die Schlagopferzahlen gering zu halten. Somit hat eine Vereinigung von Windturbinen zu größeren Windparks neben logistischen und wirtschaftlichen Vorteilen auch den Vorteil der Minimierung der Schlagopferzahlen bei gleich bleibender Leistung. Dies sollte bei der Neuerrichtung von Windparks, wie auch beim Repowering, Berücksichtigung finden.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

Ein weiterer wesentlicher Faktor bzw. eine Gruppe von Faktoren, die die Kollisionsrisiken bedingen, stellt die Beschaffenheit der Umgebung von Windparks dar. Die Anzahl der Schlagopfer hängt in besonderem Maße davon ab, welche Attraktivität der Standort und die nähere Umgebung des Windparks für die Greifvögel besitzen und wie oft sie sich den für sie gefährlichen Windturbinen nähern. Unter der Annahme, dass Standorte bekannter Kollisionen ein höheres Schlagrisiko als eine zufällig ausgewählte Windturbine aufweisen, wurde nach Landschaftselementen und Besonderheiten der Umgebung gesucht, die diese Differenz widerspiegeln. Dabei wurde u.a. festgestellt, dass die Opferzahlen jeweils proportional mit zunehmenden Entfernungen der Windparks zu Siedlungen und Wäldern gestiegen sind. Dieser Effekt ist teilweise durch die typischen Flächenansprüche der Zielarten zu erklären. Bei der Mehrzahl der betrachteten Greif- und Großvögel finden die meisten Aktivitäten im offenen Land außerhalb der Siedlungen statt. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse sollte jedoch kritisch gesehen werden, da bei Windparks, die teilweise größere Flächen in Anspruch nehmen, stets der (geometrische) Mittelpunkt für die Berechnung der Distanzen und Flächenradien verwendet wurde, während die tatsächlichen Kollisionen sich zum Teil an weiter davon entfernten peripheren Anlagen ereignet haben dürften (vgl. Abschnitt „Positionen von Anlagen im Windpark“). Aufschlussreichere Ergebnisse, basierend auf genauer lokalisierten Kollisionsstandorten, sind im Abschnitt „Landnutzung“ aufgeführt.

Bemerkenswert war jedoch die Feststellung, dass Greifvögel vor allem an WKA auf Ackerland und seltener an solchen auf Grünland verunglückten. Das dürfte in erster Linie mit der Verteilung von Kleinsäugern (der Hauptnahrung der meisten Greifvogelarten), auf den unterschiedlich bewirtschafteten Standorten im Zusammenhang stehen. Auf Grünland reduzieren sich nach der Mahd zwar die Kleinsäugerbestände über die fehlende Deckung durch Prädation, die ausbleibende Bodenbearbeitung ermöglicht aber eine weitere gleichmäßige Besiedlung der bewirtschafteten Fläche. Auf Ackerland ziehen sich Kleinsäugerbestände nach Mahd und vor allem Bodenbearbeitung überwiegend in die Deckung von flankierenden Leitstrukturen, so auch in die Brachen am Mastfuß der WKA, zurück und besiedeln von dort ausgehend mit zunehmender Bodendeckung durch die aufwachsende Kultur die Ackerfläche (Volland 2008). Der Deckungsverlust durch Mahd beeinflusste die Kleinsäugerdichte bei größerem Abstand zur Randstruktur auf Ackerstandorten weniger, als sie bei einer Bodenbearbeitung zu erwarten wäre. Sie führte aber in den strukturnahen Bereichen zu einem sehr deutlichen Abfall der Kleinsäugerdichte, während zeitgleich ein Anstieg der Bestände in der Deckung am Mastfuß der WKA zu verzeichnen war (Volland 2008). Diese bewirtschaftungsabhängigen Bestandsschwankungen der Kleinsäuger dürften einen wesentlichen Einfluss nehmen auf die räumliche Verteilung und die Intensität des Auftretens von Greifvögeln in Windparks und beeinflussen dadurch deren Kollisionsrisiko.

Die meisten Windkraftanlagen in Deutschland sind in der Nord- und Ostdeutschen Tiefebene konzentriert, wodurch die aus der Literatur bekannten Probleme der lokal sehr hohen Schlagopferzahlen an Windparks, die in reliefbedingt vorgegebenen Flugkorridoren wie Bergkämmen und -pässen sowie Landengen errichtet wurden (Smallwood & Thelander 2004, Lucas et al. 2008), gar nicht erst auftreten. Es wurde trotzdem eine gewisse Abhängigkeit der Kollisionswahrscheinlichkeit von der Landnutzung in der Nähe der Windparks festgestellt.

6.1.5 Literatur

- Baerwald, E.F., D'Amours, G., Klug, B. & Barclay, R. (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: 695-696.
- Barclay, R.M.R., Baerwald, E.F. & Gruver, J.C. (2007): Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology* 85: 381-387.
- Barrios, L. & Rodriguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Baum, R. & Baum, S. (2011): Wiesenweihen in der Falle. Beobachtungen in einem ostfriesischen Windpark. *Falke* 58: 230-233.
- Bevanger, K., Clausen, S., Fragstad, Ø., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hanssen, F., Lund Hoel, P., Jacobsen, K.-O., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2008). Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Progress Report 2008. NINA Report, 409, 55 pp.
- Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. (2006), Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- Everaert, J. (2003). Windturbines en vogels in Vlaanderen: Voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen (Wind turbines and birds in Flanders: Preliminary study results and recommendations). *Natuur Oriolus* 69: 145–155.
- Hammer, O. & Harper, D.A.T. (2005): Paleontological data analysis. Wiley-Blackwell, 368 pp.
- Hötker, H. (2006): Auswirkungen des "Repowerings" von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps of knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Keiler, J. (2008). Windkraft Betreiber-Datenbasis: Register/Errichtungsdaten deutscher Windanlagen. <http://www.btrdb.de/>
- Lucas, M. d., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P. & Ferrer, M. (2008): Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45: 1695-1703.
- Madders, M. & Whitfield, P.D. (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* 148: 43-56.
- Möckel, R. & Wiesner, T. (2007). Zur Wirkung von Windkraftanlagen auf Brut- und Gastvögel in der Niederlausitz (Land Brandenburg). *Otis* 15: 1-133.
- Percival, S.M. (2005). Birds and windfarms: what are the real issues? *British Birds* 98: 194-204.
- R development core team (2008): <http://www.r-project.org/>
- Scheller, W. & Küsters, E. (1999). Flughöhen von Greifvögeln und Vogelschläge in Deutschland. *Vogel und Luftverkehr* 2/99: 76-96.
- Smallwood, S.K. & Neher, L. (2004): Repowering the APWRA: forecasting and minimizing avian mortality without significant loss of powergeneration. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. CEC-500-2005-005.

6.1 Kollisionsrisiko – Analyse der Fundumstände

- Smallwood, S.K. & Thelander, C.G. (2004): Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2008): Bird Mortality in the Altamont Pass Wild Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management* 72: 215-223.
- Strickland, D., Erickson, W., Young, D. & Johnson, G. (2007). Selecting study designs to evaluate the effect of windpower on birds. In: M. De Lucas, G. Janss & Ferrer, M. (eds.), *Birds and Wind Power* pp. 117-136. Lynx Edicions, Barcelona.
- Südbeck, P., Bauer, H.-G., Boschert, M., Boye, P. & Knief, W. (2007). Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 23-81.
- Volland, S. (2008): Haben Windenergieanlagen (WKA) einen Einfluss auf Kleinsäugerbestände der Umgebung? Masterarbeit Paris Lodron Universität Salzburg, Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin, 83 S.

6.2 Schlagopfer und Gittermasten: Untersuchungen der Fundhäufigkeit, des Brutbestandes und des Bruterfolgs von Greifvögeln in zwei Windparks in Brandenburg

Tobias Dürr¹, Leonid Rasrar²

¹ Staatliche Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Buckower Dorfstraße 34, D-14715 Nennhausen. Tobias.Duerr@LUGV.Brandenburg.de

² Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen.

6.2.1 Einleitung

Windkraftanlagen auf Gittermasten gelten als potenziell gefährlicher für Greifvögel, da diese sich hier im Gegensatz zu Rohrturmmasten zur Rast oder zum Ansitz niederlassen können (Sternier 2002, US Fish and Wildlife Service 2003, siehe aber auch Thelander & Rugge 2000). Gittermasten könnten gefährliche Annäherungen von Greifvögeln an Rotoren begünstigen. Ziel der Untersuchungen war es, an einem Beispiel Daten darüber zu gewinnen, ob WKA auf Gittermasten zu mehr Kollisionen von Greifvögeln führen als WKA auf Rohrtürmen. Dazu wurden an zwei vergleichbaren brandenburgischen Windparks mit Turm- und Gittermasten Schlagopfer gesucht, Korrekturfaktoren für eine Hochrechnung der Opferzahlen ermittelt sowie das Verhalten der Greifvögel an den Gittermasten und ihr Brutbestand und Bruterfolg in der näheren Umgebung der Windparks untersucht.

6.2.2 Untersuchungsgebiete und Methoden

6.2.2.1 Windparks Dretzen und Etzin

Für die Untersuchung wurden der im Mai 2005 in Betrieb genommene Windpark (WP) Dretzen mit 10 WKA des Typs REpower MD77 (Nabenhöhe 111 m, Rotordurchmesser 77 m, Gesamthöhe 149,5 m, Rotortiefpunkt 72,5 m, Gittermastbauweise) sowie zu Vergleichszwecken die Windparks Etzin-I mit 7 WKA (Inbetriebnahme Juli 2005) und Etzin-II mit 3 WKA (Inbetriebnahme November 2006), jeweils vom Typ Enercon E-70 (Nabenhöhe 113,5 m, Rotordurchmesser 71 m, Gesamthöhe 149 m, Rotortiefpunkt 78 m, Stahlrohrturm) ausgewählt.

Während der jeweils 34 Kontrolltage wurden in beiden Windparks alle Greifvögel notiert, die sich in einer Entfernung von höchstens 300 m zu den WKA aufhielten. Außerdem wurden die Siedlungsdichten der Greifvögel in einem Gebiet innerhalb eines Radius von 2 km um die Windparks ermittelt.

Die Felduntersuchungen zur Ermittlung der Greifvogelreviere und zum Bruterfolg in beiden Untersuchungsgebieten sowie die Absuche nach Schlagopfern in den Windparks Etzin-I und Etzin-II wurden durch Maik Jurke (Ketzin) vorgenommen. Im WP Dretzen übernahm Sabine Bich (Tuchheim) die Ermittlung der Schlagopfer.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Als Untersuchungszeitraum wurde der Zeitraum ab 12. bis einschließlich 45. Kalenderwoche (KW) gewählt. Im Windpark Etzin konnte der gesamte Untersuchungszeitraum 12.-45. KW abgedeckt werden. Im WP Dretzen wurde der WP von der 12. bis zur 44. KW und ersatzweise, da in der 45. KW keine Untersuchung möglich war, in der 46. KW abgesucht.

6.2.2.2 Suchereffizienz

In den Windparks Etzin-I und Etzin-II wurde im Zeitraum 29. September bis 6. Oktober eine Suchereffizienz von 84,6 % an ausgelegten, durch winkliges Abschneiden des Großgefieders markierten Vögeln, ermittelt. Dabei wurden 11 von 13 noch am Vortag ermittelten Vögeln gefunden. Ob die nicht gefundenen Vögel in der vorhergehenden Nacht durch Prädatoren abgeräumt wurden, muss offen bleiben und geht zu Lasten der Suchereffizienz. Im WP Dretzen konnte die personenbezogene Suchereffizienz aus organisatorischen Gründen nicht ermittelt werden, jedoch wurde diese im nahegelegenen WP Zitz-Warchau bereits 2006 überprüft und wird hier mit 85,7 % zu Grunde gelegt. Die Nachsuche erfolgte im WP Dretzen mit Unterstützung eines Jagdhundes, der bereits 2003-2006 im WP Zitz-Warchau unterstützend eingesetzt wurde.

6.2.2.3 Anteil abgesuchter Fläche

Der Anteil der je Kontrolltag und WKA abgesuchten Fläche, wurde in Tagesprotokollen erfasst und für die einzelnen WKA und den gesamten Windpark gemittelt. Zu Grunde gelegt wurde, ausgehend vom Mastfuß, ein 100 m Radius um die jeweilige WKA. In einigen Fällen konnten einige WKA wegen Bauarbeiten (Baukran, Gondelarbeiten) an einzelnen Tagen nicht kontrolliert werden. In Tabelle 6-3 wird die je WKA durchschnittlich abgesuchte Fläche angegeben. Durch Subtraktion des gemittelten Wertes von der Fläche des abzusuchenden Radius wurde der nicht abgesuchte Flächenanteil ermittelt.

Im WP Dretzen befand sich im Bereich der WKA-Nr. 1-7 Saatgrasland, das sehr intensiv genutzt und golfrasenartig abgemäht wurde (sehr gute Überschaubarkeit der Fläche). Im Bereich der übrigen WKA waren Winterraps und Wintergetreide angebaut. Diese Teilflächen konnten von Anfang April bis Mitte Juli nur eingeschränkt abgesucht werden.

Im WP Etzin-I waren überwiegend Winterraps und Wintergetreide angebaut. Im Bereich der WKA-Nr. 5 befand sich ein Robinienfeldgehölz und kleinflächig angebauter Mais. WKA-Nr. 2, 4 und 7 wurden von Pappelreihen tangiert. In geringer Entfernung von WKA-Nr. 2 befand sich eine vollständig verschilfte Wasser führende Senke.

Im WP Etzin-II wurde Winterraps und Wintergetreide angebaut. Im Bereich einer WKA befand sich Saatgrasland, das aber nicht abgeerntet und im Herbst umgepflügt wurde. Danach wurde Raps eingedrillt. WKA-Nr. 2 und 3 wurden von Pappelreihen tangiert. Im Windpark Etzin-I und -II war die Nachsuche in den bewirtschafteten Flächen durch Einschränkungen seitens der bewirtschaftenden Landwirte zeitweise erheblich eingeschränkt.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Tab. 6-3: Übersicht der im gesamten Untersuchungszeitraum durchschnittlich abgesuchten Fläche je kontrollierter WKA (prozentualer Anteil vom 100 m Radius).

WKA-Nr.	WP Dretzen	WP Etzin-I	WP Etzin-II
1	100	55,4	64,7
2	100	51,3	78,0
3	97	58,0	62,4
4	100	57,9	
5	100	63,1	
6	98	54,4	
7	98	59,4	
8	68		
9	67		
10	73		
Mittelwert	90,1	57,1	68,4

6.2.2.4 Verschleppungsrate

In den Windparks Etzin-I und Etzin-II wurde im Zeitraum 29. September bis 6. Oktober innerhalb des wöchentlichen Absuchintervalls mit ausgelegten Wildvogel-Kadavern (n = 51) eine Verschleppungsrate von mindestens 88,2 % ermittelt (s.u.). Im Windpark Dretzen wurde im Zeitraum 15. Oktober bis 22. Oktober eine Verschleppungsrate von mindestens 72,2 % (n = 18 Wildvogel-Kadaver) ermittelt (siehe Tab. 6-4).

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Tab. 6-4: Ergebnisse des Tests zur Ermittlung der Verschleppungsrate ausgelegter Vogelkadaver im WP Dretzen.

Datum	15.10.2008	16. Okt.	17. Okt.	19. Okt.	20. Okt.	21. Okt.	22. Okt.
WKA-Nr.	Auslegung	Tag 1	Tag 2	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
FL318	2	1	1	1	0	0	0
FL319	2	0	0	0	0	0	0
FL320	2	2	2	2	2	1	1
FL321	2	2	2	1	1	1	0+1*
FL322	1	1	0	0	0	0	0
FL323	2	2	2	1+1*	0	0	0
FL324	1	0	0	0	0	0	0
FL325	2	2	2	1	1	1	1
FL326	2	2	2	2	0	0	0
FL327	2	2	2	2	2	1	1
Vögel_{gefunden} (n)	18	14	13	10 (+1*)	6	4	3 (+1*)
Vögel_{gefunden} (%)		77,8	72,2	55,6	33,3	22,2	16,7
Vögel_{verschleppt} (%)		22,2	27,8	44,4	66,7	77,8	83,3 (72,2)

* Vogel wurde gerupft, nicht mehr als vorhandener Kadaver bewertet

Zwei der in Dretzen ausgelegten Vögel waren gerupft, so dass bei einer Kontrolle eventuell Federn Hinweise auf den Kadaver hätten geben können, jedoch wäre eine Ermittlung der Todesursache nicht mehr sicher möglich gewesen. Die Verschleppungsrate ist somit zwischen 72,2 und 83,3 % anzusetzen.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Tab. 6-5: Ergebnisse des Tests zur Ermittlung der Verschleppungsrate ausgelegter Vogelkadaver in den WPs Etzin-I und Etzin-II.

Datum	29.09.2008	30.09.2008	01.10.2008	02.10.2008
WKA-Nr.	Auslegung	Tag 1	Tag 2	Tag 3
I / 1	6	2	1	1
I / 2	6	1+2*	1*	1*
I / 3	6	2	1	0
I / 4	5	4	?	0
I / 5	5	1+1*	?	1*
I / 6	5	4	?	0
I / 7	5	3+1*	?	1*
II / 1	5	2	1+1*	0
II / 2	4	3	2	0
II / 3	4	1+1*	1*	1*
Vögel _{gefunden (n)}	51	23 (+5*)	5 (+5*)	(+4*)
Vögel _{gefunden (%)}		45,1	9,8	0,0 (7,8)
Vögel _{verschleppt (%)}		54,9	90,2	100 (88,2)

* Vogel wurde gerupft, nicht mehr als vorhandener Kadaver bewertet; ?: wegen landwirtschaftlicher Arbeit keine Kontrolle möglich

Sechs der in im WP Etzin ausgelegten Vögel waren zu einem späteren Zeitpunkt gerupft, so dass bei einer Kontrolle eventuell Federn Hinweise auf den Kadaver hätten geben können. Ein ausgelegter Mäusebussard war bereits am ersten Kontrolltag um >150 m in den Rotorbereich einer benachbarten WKA verschleppt und angefressen worden. Der ausgekröpfte aber ansonsten vollständige Kadaver wurde noch eine Woche nach Abschluss des Tests aufgefunden, so dass er als „noch vorhanden“ gewertet werden könnte. Am 2. Kontrolltag konnten an vier WKA wegen landwirtschaftlicher Arbeiten der Status der ausgelegten Kadaver nicht überprüft werden. Unter der Annahme, dass die Federn der insgesamt sechs gerupften Kadaver am 7. Kontrolltag noch hätten gefunden werden können, kann eine Abtragerate von mindestens 88,2 % angegeben werden (Tab. 6-5).

6.2.3 Ergebnisse

6.2.3.1 Fundzahlen

Im WP Dretzen wurden vier Vögel und eine Fledermaus als Schlagopfer gefunden. Das entspricht, ohne zunächst Korrekturfaktoren anzusetzen 0,4 Vögeln und 0,1 Fledermäusen je WKA und Jahr. Im Windpark Etzin wurden hingegen acht Vögel und drei Fledermäuse (siehe

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Tab. 6-6) gefunden. Das entspricht 0,8 Vögeln und 0,3 Fledermäusen je WKA und Jahr. Für das Projekt von besonderem Interesse sind die Funde von insgesamt drei Mäusebussarden sowie je einem Rotmilan, Turmfalke und Waldkauz.

Tab. 6-6: Übersicht der gefundenen Schlagopfer in den einzelnen Windparks.

	WP Dretzen	WP Etzin-I	WP Etzin-II
	10 WKA	7 WKA	3 WKA
	REpower MD77	Enercon E70	Enercon E70
Mäusebussard	1		2
Rotmilan	1		
Turmfalke	1		
Waldkauz	1		
Nebelkrähe		2	
Ringeltaube		1	1
Singdrossel		1	
Mehlschwalbe		1	
Großer Abendsegler	1		
Rauhautfledermaus		2	
Zwergfledermaus			1

Ferner wurden bei den wöchentlichen Kontrollen im WP Etzin-I fünf und im WP Etzin-II zwei Vögel gefunden (Tab. 6-7), deren Todesursache nicht zweifelsfrei der betreffenden WKA zugeordnet werden konnte. Im WP Dretzen wurden keine derartigen Funde registriert. Meist handelte es sich um gerupfte Vögel, in einem Fall um einen bei Pflegearbeiten am Mastfuß der WKA totgemähten Jungvogel (Feldlerche).

Tab. 6-7: Übersicht über Totfunde, die nicht eindeutig auf Betrieb der WKA zurückgeführt werden konnten.

	WP Dretzen	WP Etzin-I	WP Etzin-II
Feldlerche			1*
Haustaube	1**	1	
Ringeltaube		1	1
Stieglitz		1	
Singvogel spec.			1

* nicht flügger Jungvogel, der durch Mäharbeiten bei Pflege des Mastumfeldes getötet wurde, ** Ring einer Brieftaube in Fuchslosung

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Ferner wurden drei Vögel gefunden, bei denen als Todesursache ein Zusammenhang mit der betreffenden WKA ausgeschlossen werden konnte, da es sich um Beute von Greifvögeln handelte.

6.2.3.2 Ermittlung der Greifvogelopferzahl unter Berücksichtigung der Fundwahrscheinlichkeiten

Da Suchereffizienz, Größe der abgesuchten Bodenfläche und Abtragsrate entscheidende Einflüsse auf die Zahl aufgefundener Opfer ausüben, wurde der Versuch unternommen, die Zahl der Funde mit den zu diesen Größen gemessenen Werten zu korrigieren und eine Hochrechnung der Fundhäufigkeiten vorzunehmen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich lediglich auf Greifvögel. Die Hochrechnung wurde nach folgender Formel vorgenommen:

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

H = Hochrechnung der Zahl der Opfer

T = tatsächlich gefundene Greifvögel (je WKA & Jahr)

N = Anteil übersehener Tiere (im Test zu ermitteln)

A = Anteil der durch Aasfresser abgetragenen Kadaver (im Test zu ermitteln)

F = Flächenanteil der abzusuchenden Fläche, der nicht abgesucht wurde

Die Formel geht von einer gleichmäßigen Verteilung verunglückter Greifvögel innerhalb des Suchradius aus. Im Fall einer Konzentration der Kadaver auf Mastnahe Bereiche kann dies bei einem zu geringen abgesuchten Flächenanteil zu einer Überschätzung der Schlagopfer führen. Opfer, die außerhalb der festgelegten Suchradien liegen, werden in der Regel nur zufällig gefunden. In der zentralen Fundkartei entfielen beispielsweise auf die Entfernungsklasse Mastfuß bis 50 m 85,1 %, auf den Bereich 51 bis 100 m 8,6 % und auf größere Entfernungen 6,3 % der auswertbaren Greifvogelfunde (n=301). Unter den Zufallsfunden des Rotmilans (n=49) wurden beispielsweise 13 Tiere (26,5 %) in Entfernungen von >50 m zum Mastfuß und 10 Tiere (20,4 %) in Entfernungen von >100 m zum Mastfuß gefunden (Bellebaum et al. 2012). Letzteres betraf insbesondere noch lebende Tiere, die sich verletzt von der WKA entfernten und einen von Prädatoren verschleppten Kadaver.

WP Dretzen (Gittermasten)

Im WP Dretzen wurde an drei der zehn WKA je ein verunglückter Greifvogel gefunden.

WKA-Nr. 318, 319, 320, 321, 322, 324, 327 ohne Funde

WKA-Nr. 323 : 1 Turmfalke

WKA-Nr. 325 : 1 Mäusebussard

WKA-Nr. 326 : 1 Rotmilan

T_(gesamt) = 3 Greifvögel

N = 85,7 % gefunden → 14,3 % übersehen = 0,143

A = 72,2 % prädiert = 0,722

F_(Durchschnitt) = 90,1 % abgesucht → 9,9 % nicht abgesucht = 0,099

$$T_{(gesamt)} = 3 : (1 - 0,143) : (1 - 0,722) : (1 - 0,099)$$

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

$$\begin{aligned} &= 3 : 0,857 : 0,278 : 0,901 \\ &= 13,97 \approx 14 \text{ Greifvogelverluste} : 10 \text{ WKA} \\ &= \underline{1,4 \text{ Greifvogelverluste je WKA \& Jahr}} \end{aligned}$$

WP Etzin (Rohrturmbauweise)

Im WP Etzin wurden an einer der zehn WKA zwei Greifvogelverluste registriert, an den anderen neun WKA wurden hingegen keine verunglückten Greifvögel gefunden.

WKA-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 ohne Funde
WKA-Nr. 8 : 2 Mäusebussarde

$$\begin{aligned} T_{(\text{gesamt})} &= 2 \text{ Greifvögel} \\ N &= 84,6 \% \text{ gefunden} \rightarrow 15,4 \% \text{ übersehen} &= 0,154 \\ A &= 88,2 \% \text{ prädiert} &= 0,882 \\ F_{(\text{Durchschnitt})} &= 60,5 \% \text{ abgesucht} \rightarrow 39,5 \% \text{ nicht abgesucht} &= 0,395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{(\text{gesamt})} &= 2 : (1 - 0,154) : (1 - 0,882) : (1 - 0,395) \\ &= 2 : 0,846 : 0,118 : 0,605 \\ &= 33,1 \approx 33 \text{ Greifvogelverluste} : 10 \text{ WKA} \\ &= \underline{3,3 \text{ Greifvogelverluste je WKA \& Jahr}} \end{aligned}$$

Die Hochrechnungen ergaben für den Windpark Etzin mit Rohrturmmasten mit 3,3 Greifvogelschlagopfer je WKA im Jahr 2008 einen höheren Wert als im Windpark Dretzen mit Gittermastbauweise (1,4 Greifvogelschlagopfer je WKA im Jahr 2008).

6.2.3.3 Nutzung der Gittermastanlagen als Sitzwarte

Im Windpark Dretzen wurden bei jedem Kontrollgang alle innerhalb der Gittermasten der WKA sitzenden Vögel notiert. Dabei wurde der Gittermast in drei Abschnitte unterteilt (Abb. 6-16):

1. bodennah, bis zur 2. Querstrebe (vom Boden aus)
2. mittig, 3.-5. Strebe (vom Boden aus, unterhalb des Rotors)
3. oberstes Drittel, ab 6. Strebe (vom Rotor überstrichener Teil des Mastes)

Die Beobachtungen werden in Tab. 6-8 zusammengefasst.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten



Abb. 6-16: Windpark Dretzen. Die Pfeile markieren die Abschnittsgrenzen.

Tab. 6-8: Aufenthaltsbereiche im Gittermast sitzender Vögel.

	1. Abschnitt	2. Abschnitt	3. Abschnitt
Mäusebussard	5	1	
Rotmilan	1		
Turmfalke	2	2	
Wanderfalke			1
Nebelkrähe	3		
Raubwürger	1		
Gesamt	12 (75,0 %)	3 (18,8 %)	1 (6,2 %)

Aus den Beobachtungen lässt sich ableiten, dass von tagaktiven Vögeln insbesondere die bodennahen Bereiche als Sitzwarte genutzt werden. Innerhalb des Gefahrenbereichs (Rotorhöhe) konnte nur einmal ein Greifvogel (Wanderfalke) beobachtet werden.

6.2.3.4 Greifvogelbeobachtungen und Siedlungsdichte

Um die Anzahl der ermittelten Kollisionsopfer besser interpretieren zu können, wurden neben der Ermittlung des Brutbestandes im 2 km Radius um beide Windparks alle beobachteten Greifvögel notiert. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede in der Anzahl beobachteter Individuen und Arten in beiden Gebieten. Während der wöchentlichen Kontrollen wurden alle beobachteten Greifvögel und deren Verhalten notiert, sowie die jeweilige Flughöhe und die Entfernung der Vögel in der horizontalen wie vertikalen Ebene zum Mast eingeschätzt (Tab.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

6-9). Als Rotorzone wurde der Bereich der horizontalen wie vertikalen Ausdehnung der Rotorblätter betrachtet.

Tab. 6-9: Verhalten der Greifvögel in den untersuchten Windparks.

	Dretzen	Etzin
Rotorzone	Höhe 72,5-149,5 m Radius 38,5 m	Höhe 78-149 m Radius 35,5 m
beobachtete Greifvögel (n)	74	245
davon fliegend (n)	47	234
davon in Rotorhöhe	11 (23,4 %)	148 (63,2 %)
davon in Rotorzone	0	4 (2,7 %)
Anzahl Beobachtungen je Art (1. Wert in Klammern: Anzahl fliegender Individuen, 2. Wert: Anteil (%) davon in Rotorhöhe, 3. Wert: Anteil (%) Flugbeobachtungen innerhalb Rotorzone)		
Fischadler	0	2 (2; 50,0; 50,0);
Habicht	0	3 (3; 0; 0)
Kornweihe	1 (0)	2 (2; 100; 100)
Mäusebussard	40 (20; 35,0; 0)	57 (47; 10,6; 0)
Raufußbussard	0	1 (1; 0; 0)
Rohrweihe	0	20 (20; 15,0; 0)
Rotmilan	16 (15; 26,7; 0)	11 (11; 27,3; 0)
Schwarzmilan	0	138 (138; 97,1; 0,7)
Sperber	0	1 (1; 0; 0)
Turmfalke	16 (11; 0; 0)	8 (8; 0; 0)
Wandfalke	1 (0; 0; 0)	0
Wespenbussard	0	2 (1; 0; 0)

Im Windpark mit Gittermastbauweise war die Zahl der im Windpark beobachteten Greifvögel (n=74, fünf Arten) um 69,8 % deutlich niedriger als im Windpark mit Rohrtumbauweise (n=245, 11 Arten). Auch im Verhalten der Vögel gab es deutliche Unterschiede. Im WP mit Gittermastbauweise saßen mit durchschnittlich 36,5 % der beobachteten Individuen wesentlich mehr Greifvögel als im WP mit Rohrtumbauweise (4,5 %). Von den 12 beobachteten Greifvogelarten wurden sechs Arten (Fischadler, Kornweihe, Mäusebussard, Rohrweihe, Rotmilan, Schwarzmilan) in Rotorhöhe beobachtet. In der unmittelbaren Rotorzone wurden drei Arten angetroffen (Fischadler, Kornweihe, Schwarzmilan), wobei im WP mit Rohrtumbauweise insgesamt 2,7 % der fliegenden Greifvögel innerhalb der Rotorzone beobachtet wurden, im WP mit Gittermastbauweise gelangen hingegen keine derartigen Beobachtungen.

In der Siedlungsdichte der Greifvogelpaare gab es ebenfalls deutliche Unterschiede beider Untersuchungsgebiete. Im 2 km Radius um den Windpark mit Gittermastbauweise siedelten

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

sechs Brutpaare von drei Arten und damit 64,7 % weniger Greifvogelpaare als im WP mit Rohrturmbauweise (17 Brutpaare von fünf Arten).

Angaben zur früheren Anzahl der Greifvogelpaare lagen für beide Untersuchungsgebiete aus verschiedenen avifaunistischen Erhebungen vor:

Windpark Dretzen:

2002 Untersuchung durch Stadt & Land Planungsgemeinschaft mbH, im Norden in der Flächenausdehnung etwas über die 2008 gewählte Gebietsgrenze hinausgehend

Windpark Etzin:

2002 Untersuchung auf einer Fläche, die etwa 95 % des 2008 gewählten Untersuchungsraumes entspricht, wobei zum Mäusebussard keine quantitativen Angaben gemacht wurden (Kolbe & Kolbe 2002).

2005 Untersuchungen für die benachbarten Windparks Bredow-Zeestow II (Göttsche 2005a) und Hoppenrade (Göttsche 2005b) im östlich und südöstlich des Windparks Etzin angrenzenden 2 km Radius.

2007 Untersuchung im WP Ketzin II (Göttsche 2007) auf der Fläche des jetzigen WP Etzin und im sich südlich und südwestlich angrenzenden 2 km Radius.

Bei den Untersuchungen zum Windpark Bredow-Zeestow-II, Hoppenrade, Ketzin und Etzin-I wurden ein Brutplatz des Mäusebussards doppelt bzw. ein Brutplatz des Turmfalken dreimal erfasst, alle anderen Reviere lagen räumlich deutlich voneinander getrennt. Von den 2008 erfassten Revieren wurden bei den vorhergehenden Untersuchungen drei Reviere des Mäusebussards nicht erfasst, wobei die geringen Angaben zur Häufigkeit des Mäusebussards im Jahr 2002 wohl eher auf eine Nichterfassung als auf ein Fehlen zurückzuführen sind.

Tab. 6-10: Anzahl ermittelter Brutreviere in den einzelnen Windparks vor Errichtung des Windparks und im Jahr 2008.

	Dretzen 2002	Dretzen 2008	Etzin 2002	Etzin 2008
Anteil UG 2008	100 %		80 %	
Baumfalke	-	-	-	-
Mäusebussard	4	3	1*	9
Rotmilan	2	1	1	1
Turmfalke	1	2	2	3
Wespenbussard	1	-	-	-
Sperber	1	-	-	-
Habicht	1	-	1	-
Rohrweihe	-	-	1	3
Schwarzmilan	-	-	1	1

* unvollständige Erfassung im 2008 gewählten Untersuchungsgebiet

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Für den WP Dretzen zeichnete sich nach dreijähriger Betriebsdauer des Windparks gegenüber dem Ausgangsbestand bei fünf Arten (Habicht, Mäusebussard, Rotmilan, Sperber, Wespenbussard) ein Rückgang des Bestandes ab, während bei nur einer Art (Turmfalke) der Bestand geringfügig anstieg, was einen Rückgang um 40 % unter allen Greifvogelpaaren bedeutet (Tab. 6-10).

Im Umfeld des Windparks Etzin wurde bei den Voruntersuchungen im Jahr 2002 nicht der gesamte 2008 betrachtete Untersuchungsraum erfasst. In Tab. 6-10 nicht weiter aufgeführte Untersuchungen aus den Jahren 2005 (Göttsche 2005a, b) und 2007 (Göttsche 2007) beinhalten Informationen über weitere Brutplätze von je 1 Baumfalke, Turmfalke, Rohrweihe, Wespenbussard und Rotmilan auf der 2002 nicht untersuchten Teilfläche. Nach dreijähriger Betriebsdauer (7 WKA) bzw. zweijähriger Betriebsdauer (3 WKA) zeichnete sich bei vier Arten (Baumfalke, Habicht, Rotmilan, Wespenbussard) ein Rückgang ab. Beim Mäusebussard ließ sich aufgrund der unvollständigen Voruntersuchung keine Bestandsentwicklung einschätzen. Bei zwei Arten (Schwarzmilan, Turmfalke) blieb die Revierbesetzung unverändert, bei einer Art (Rohrweihe) stieg der Bestand geringfügig an.

6.2.4 Diskussion

Aus Deutschland konnte bisher nur ein weiterer Ergebnisbericht über die Schlagopfersuche an WKA mit Gittermastbauweise recherchiert werden (Möckel 2010). So wurde der Windpark Spremberg (Slamener Heide), Landkreis Oberspreewald-Lausitz mit neun WKA des Typs Fuhrländer FL 2500 (Nabenhöhe 141 m, Rotordurchmesser 100 m, Gesamthöhe 141 m, rotorfreier Raum unterhalb der WKA 91 m) von Anfang Mai 2009 bis Ende April 2010 an insgesamt 39 Tagen in einem Radius von 190 m nach Schlagopfern abgesucht. Dabei wurde ein verunglückter Mäusebussard gefunden. Die durchschnittliche Liegedauer der gefundenen Vögel (alle Arten) lag bei 3,7 Tagen, jedoch war kein Kadaver älter als fünf Tage. Von den Testkadavern (Eintagsküken) wurden 26,7 % durch die Sucher übersehen. Auf einen mit hiesiger Studie vergleichbaren Suchradius von 100 % bezogen lag der durchschnittliche Anteil der vom Suchradius nicht abgesuchten Fläche bei 39,4 %. Die über zwei Tests ermittelte Abtragerate ausgelegter Testkadaver (n=90) lag nach zwei Nächten bereits bei 76 % und hatte nach vier Nächten, also noch unterhalb des durchschnittlich 9,4-tägigen Absuchintervalls bereits mindestens 98,9 % erreicht. Aus der Fundrate und den ermittelten Korrekturfaktoren errechnen sich nach der in diesem Artikel angewendeten Formel 23 Greifvogelverluste je WKA und Jahr. Dieser Wert erscheint zu hoch und ist insbesondere der sehr hohen ermittelten Abtragerate geschuldet. Bei einer solch hohen Opferrate hätten zumindest Federreste einiger Kadaver gefunden werden müssen, was nicht der Fall war.

Mehrere von der Staatlichen Vogelschutzwarte in Brandenburg an anderen Windparks durchgeführte Tests mit ausgelegten Greifvogelkadavern ergaben innerhalb eines wöchentlichen Absuchintervalls eine durchschnittliche Abtragerate von 44,0 %, bei einem zehntägigen Absuchintervall von 80,0 %. Eine überschlägige Berechnung würde bei Beibehaltung der übrigen Korrekturfaktoren im zehntägigen Absuchintervall eine Reduzierung der Opferrate im WP Spremberg auf 1,25 Opfer je WKA und Jahr bedeuten, während es im Windpark Etzin und im Windpark Dretzen (bei wöchentlichem Absuchintervall) jeweils 0,7 Greifvogelverluste je WKA und Jahr wären und keinen Unterschied in der jährlichen Opferzahl pro Turbine zwischen Gitter- und Rohrmasten bedeuten würde.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Die hier dargelegten Untersuchungen konnten keine Hinweise darauf liefern, dass Greifvögel an WKA mit Gittermasten stärker gefährdet sind als an WKA auf Rohrturmmasten. Die Hochrechnungen zeigen, dass trotz etwas niedrigerer Fundzahlen in dem Windpark mit Rohrturmbauweise höhere Verluste je WKA aufgetreten sein dürften als in dem Windpark mit Gittermastbauweise. Da sich die Funde auf drei der zehn WKA mit Gittermastbauweise verteilten, und im Windpark mit Rohrturmbauweise nur auf eine von zehn WKA konzentrierten, ist es sehr wahrscheinlich, dass andere Faktoren die Kollisionsereignisse stärker beeinflusst haben, als die Konstruktionsweise der Masten.

Darüber hinaus konnte nur ein Windpark mit Gittermastbauweise untersucht werden und dies auch nur in einem einzigen Kalenderjahr. Zusätzlich macht die geringe Zahl der untersuchten WKA und der vergleichsweise geringe Aufwand bei der Fehlerabschätzung (zur Methodik der Fundsuche siehe Anderson et al. 1999, Morrison 2002, Grünkorn et al. 2009) die Analysen anfällig gegenüber Zufälligkeiten. Sicher können die erzielten Ergebnisse nicht verallgemeinert werden.

Die Tatsache, dass insbesondere die bodennahen Bereiche als Sitzwarte genutzt werden, spricht für die Vermutung, dass hohe Gittermasten nicht prinzipiell gefährlicher für Greifvögel sind als Rohrturmmasten. Die Entwicklung der lokalen Greifvogelbestände an den untersuchten Windparks unterstreicht diese Vermutung hingegen nicht, da einige Arten nach dreijähriger Betriebsdauer eine rückläufige Tendenz aufzeigten oder nicht mehr im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden konnten.

In beiden untersuchten Windparks nahm die Gesamtbrutpaarzahl der Greifvögel zwischen 2002 und 2008 ab, im Windpark mit Gittermastbauweise um 40 %, mit Rohrturmbauweise um 27 %. Nach Mammen (2012) wiesen in diesem Zeitraum in Brandenburg fünf Arten (Baumfalke, Rohrweihe, Schwarzmilan, Sperber, Turmfalke) Bestandszunahmen auf, während zwei Arten (Mäusebussard, Rotmilan) rückläufige Bestände aufwiesen und bei einer Art (Habicht) der Bestand konstant blieb. Beim Wespenbussard ermittelte der Autor keinen Bestandstrend, so dass ein Vergleich nicht möglich wurde. Einen vergleichbaren Trend zeigten vier Arten (Mäusebussard, Rohrweihe, Rotmilan, Turmfalke). Bei vier Arten (Baumfalke, Habicht, Schwarzmilan, Sperber) wichen die Trends in den untersuchten Windparks negativ von den für Brandenburg aufgezeichneten durchschnittlichen Werten ab. Auf Grund der verhältnismäßig geringen Bestände und voneinander abweichenden Artenzusammensetzung lassen sich keine weiteren Rückschlüsse aus dieser Feststellung ziehen.

Da sich im Windpark mit Rohrturmbauweise insgesamt mehr Greifvogelarten und Greifvögel aufhielten, die Anteile fliegender Individuen und von Flügen innerhalb der Rotorzone sowie die Siedlungsdichte der Greifvögel in dessen Umgebung höher waren als am Windpark mit Gittermastbauweise, widerspricht die ausgeglichene Zahl errechneter Kollisionsopfer nicht der Annahme eines höheren Kollisionsrisikos an WKA mit Gittermastbauweise als an WKA mit Rohrturmbauweise.

6.2.5 Zusammenfassung

Um festzustellen, ob Windkraftanlagen (WKA) auf Gittermasten zu mehr Kollisionen von Greifvögeln führen als WKA auf Rohrtürmen, wurden an zwei vergleichbaren brandenburgi-

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

schen Windparks mit Turm- und Gittermasten Schlagopfer gesucht, Korrekturfaktoren für eine Hochrechnung der Opferzahlen ermittelt sowie das Verhalten der Greifvögel an den Gittermasten und Brutbestand und Bruterfolg der Greifvögel in der näheren Umgebung untersucht. Die Anzahl der pro Anlage während des 34-wöchigen Untersuchungszeitraums (Sommerhalbjahr) gefundenen an WKA verunglückten Greifvögel betrug 0,3 pro WKA an Gittermasten und 0,2 pro WKA an Rohrtürmen. Die aufgrund unterschiedlicher Korrekturfaktoren, die eine Fundwahrscheinlichkeit maßgeblich beeinflussen, hochgerechneten Werte betragen 1,4 Greifvögel pro WKA an Gittermasten und 3,3 Greifvögel pro WKA an Rohrtürmen. Die Sitzhöhe der Greifvögel in den Masten sowie Brutbestand und Bruterfolg ergaben keine Hinweise auf eine besondere Gefährdung von Greifvögeln durch WKA auf Gittermasten.

6.2.6 Literatur

- Anderson, R., Morrison, M., Sinclair, K. & Strickland, D. (1999): Studying Wind Energy/Bird Interactions: A Guidance Document. Avian Subcommittee and the National Wind Coordinating Committee, Washington, D.C.
- Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F. & Mammen, U. (2012): Rotmilan und Windenergie in Brandenburg – Auswertung vorhandener Daten und Risikoabschätzung. Abschlussbericht. Gutachten im Auftrag LUGV Brandenburg, Staatliche Vogelschutzwarte. 30 pp.
- Göttsche, M. (2005a): Untersuchung und Bewertung der Avifauna im geplanten Windpark Bredow-Zeestow II. Unveröff. Gutachten im Auftrag der MDP & Wiemken GmbH & Co. WP Bredow 2 KG: 58 pp.
- Göttsche, M. (2005b): Untersuchung und Bewertung der Avifauna im geplanten Windpark Kertzin II. Unveröff. Gutachten des Büros für ökologische & faunistische Freilanduntersuchung im Auftrag der MDP & Wiemken GmbH & Co
- Göttsche, M. (2007): Untersuchung und Bewertung der Avifauna im geplanten Windpark Hoppenrade. Unveröff. Gutachten des Büros für ökologische & faunistische Freilanduntersuchung im Auftrag der Ergo Energie-Anlagen GmbH & Co. WP Hoppenrade KG: 49 pp.
- Grünkorn, T., Diederichs, A., Poszig, D., Diederichs, B. & Nehls, G. (2009): Wie viele Vögel kollidieren mit Windkraftanlagen? *Natur und Landschaft* 84: 309-314.
- Kolbe, G. & Kolbe, M. (2002): Untersuchungen der Avifauna im Bereich des geplanten Windparks Etzin. Unveröff. Gutachten für das Büro für Umweltplanung im Auftrag MDP & Wiemken GmbH: 9 S.
- Mammen, U. (2012): Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten in Brandenburg. Bericht zur Bestandsentwicklung in Brandenburg 1988 bis 2010. Unveröff. Gutachten im Auftrag LUGV Brandenburg: 16 pp.
- Möckel, R. (2010): Vogel- und Fledermaus-Monitoring zur Erfassung von Anflugopfern im Windpark Spremberg. Zwischenbericht 1 (2009/10) Mai 2010, Unveröff. Studie im Auftrag WSB Projekt GmbH Dresden: 34 pp.
- Morrison, M. (2002): Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies. NREL/SR-500-30876.

6.2 Kollisionsrisiko – Schlagopfer und Gittermasten

Stadt & Land Planungsgemeinschaft mbH NL Schenkenberg (2002): Landschaftspflegerischer Begleitplan Windpark Dretzen, unveröff. Gutachten im Auftrag SeeBa Energiesysteme GmbH: 12-36.

Sterner, D. (2002): A roadmap for PIER research on avian collisions with wind turbines in California. California Energy Commission.

Thelander, C.G. & Ruge, L. (2000): Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Wind Resource Area. Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III: 5-14. San Diego, California.

US Fish and Wildlife Service (2003): Interim guidelines to avoid and minimize wildlife impacts from wind turbines. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

6.3 Berechnungen zur Kollisionswahrscheinlichkeit von territorialen Greifvögeln mit Windkraftanlagen

Leonid Rasran¹, Bodo Grajetzky², Ubbo Mammen³

¹Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Leonid.Rasran@boku.ac.at

²BioConsult SH GmbH & Co. KG, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum

³ÖKOTOP GbR, Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle (Saale)

6.3.1 Einleitung

Zu den Hauptzielen des Projektes „Greifvögel und Windkraftanlagen“ gehört die Entwicklung realistischer und praxistauglicher Vorschläge zur Koexistenz von Windkraftanlagen und Populationen gefährdeter Greifvogelarten (Wiesenweihe, Rotmilan, Seeadler). Wichtige planungsrelevante Parameter sind die erforderlichen Abstände zwischen den geplanten und neu zu errichtenden Windparks und Brut- bzw. Nahrungshabitaten der Vögel. Entscheidend sind Abstandsregelungen, welche einerseits die der Windkraft im Binnenland zur Verfügung stehende Fläche nicht zu sehr einschränken, andererseits aber den Fortbestand der Populationen gefährdeter Greifvögel sichern und deren Mortalität an Windkraftanlagen auf einem niedrigen Niveau halten. Eine Bestimmung oder zumindest eine realistische Schätzung der Mortalität von Greifvögeln durch Kollisionen mit Windkraftanlagen ist erforderlich, um die tatsächliche Gefährdung der Arten durch den Ausbau von Windenergie nachvollziehen zu können und die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen und Abstandskriterien zu begründen. In einer Situation, in der flächige Monitoringprogramme nur einen sehr groben Überblick über die Populationsdynamiken der betroffenen Arten ohne Differenzierung in unterschiedliche Mortalitätsursachen liefern (Mammen & Stubbe 2003) und Meldungen über Totfunde nur lückenhaft und mit unbekanntem Dunkelziffern vorliegen (vgl. z.B. Sterner et al. 2007, Lekuona & Ursua 2007, Smallwood & Thelander 2008), bleibt die Modellierung ein wichtiges Instrument, um verlässliche quantitative Verlustdaten zu ermitteln (Strickland et al. 2007). Einen ausführlichen Vorschlag für die Modellentwicklung lieferten Tucker (1996) und Band et al. (2007). Die Grundidee besteht aus der Ermittlung zweier Komponenten: I – Häufigkeit der Durchflüge durch den vom Rotor einer Windkraftanlage bestrichenen Raum und II – Wahrscheinlichkeit für den Vogel, beim Durchflug vom Rotor erfasst zu werden. Später kam eine weitere Komponente hinzu (III), die das Ausweichverhalten des Vogels in unmittelbarer Nähe zum Rotor berücksichtigen soll (z.B. Urquhart 2010). Im vorliegenden Teilprojekt sollte eine auf Basis der in den anderen Teilprojekten (Telemetriestudien an Wiesenweihen und Rotmilanen) gewonnenen Daten realistische Abschätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit dieser Vögel vorgenommen werden. Als Grundlage dazu diente eine umfassende Modellberechnung, die alle drei zuvor genannten Komponenten vereinigt und somit über das Band-Modell hinausgeht und eigene Überlegungen enthält (siehe auch May et al. 2010).

6.3.2 Methoden

6.3.2.1 Modellkomponenten

Als Grundlage für die Modellrechnung dienen Telemetriedaten und Beobachtungen zum Flugverhalten von zwei im Projekt bearbeiteten Greifvogelarten: Wiesenweihe (Teilprojekt Wiesenweihen-Telemetrie) und Rotmilane (Teilprojekt Rotmilan). Das Modell umfasst drei Komponenten (Faktoren, vgl. May et al. 2010), die wie folgt berechnet werden:

Der **Faktor I** (Häufigkeit der Durchflüge) wurde in einzelne Komponenten zerlegt:

- Vertikale Komponente (V) – Anteil der Flüge, die in Rotorhöhe stattfinden (ergibt sich aus Beobachtungen der Flugaktivitäten betroffener Arten (vgl. Kap. 3.3.2.3 und 4.1.8.2))
- Flächenkomponente (H) – wird berechnet aus Anteil des Flächenanspruchs einer WEA (überstrichene Fläche nach Herstellerangaben, entspricht der horizontalen Projektion der von Rotor bestrichenen Fläche (z.B. für Enercon E-66 3421 m² s.u.) an der Gesamtfläche des Raumsegmentes. Für Modellzwecke muss eine Annahme gemacht werden, dass Aktivitäten eines Vogels in einer Entfernung zum Horst gleichmäßig innerhalb des Flächensegmentes stattfinden, der diese Entfernungsklasse beschreibt. Es wird nur ein Prozentanteil der Flüge weiter betrachtet, das dem Anteil der Anlagenflächen im betrachteten Segment entspricht.
- Zeitliche Komponente (T) – repräsentiert die Zeit, die ein Vogel für den Durchflug durch eine einer Windkraftanlage zugeordneten Fläche benötigt. Diese Zeit wird durch die Gesamtflugzeit eines Individuums im relevanten Zeitraum (in der Regel – Brutsaison, Zeitraum, in dem ein Vogel territoriales Verhalten zeigt und sich regelmäßig im Bereich des Horstes und möglicher Windkraftanlagen aufhält) dividiert, so dass die maximal mögliche Anzahl der Durchflüge (hypothetische Annahme – der Vogel bewegt sich ausschließlich im Bereich der WKA) in die Berechnung eingeht.

Da die Aktivitätsdichten pro Flächeneinheit bei territorialen Individuen in der Regel in direkter Abhängigkeit vom Abstand zum Horst stehen, wurden die Werte für Distanzklassen um den Horst berechnet. Die Distanzklassen wurden aufgrund unterschiedlicher Aktivitätsmuster und Aktionsradien der Arten unterschiedlich gewählt (siehe Berechnungsformel für einzelne Arten). Um eine Prognose über Mortalitätsraten beim Vorhandensein von Windkraftanlagen in räumlicher Nähe zum Horst abgeben zu können, wurde desweiteren eine hypothetische Situation betrachtet, bei der innerhalb einer Distanzklasse um den Horst bzw. um das Aktivitätszentrum des Vogels genau eine Windkraftanlage errichtet war.

Insgesamt wird der Faktor I berechnet als $T/(H*V)$

Faktor II (Kollisionswahrscheinlichkeit beim direkten Durchflug) wird nach der auf dem theoretischen Modell von Tucker (1996) basierenden, von Band (2007) vorgeschlagenen Matrix berechnet. Die verwendeten variablen Angabeparameter sind Länge (L) und Flügelspannweite des Vogels (W), durchschnittliche Fluggeschwindigkeit (BS), Art des Fluges (Flattern oder Gleiten), Rotordurchmesser, Anzahl Blätter, Blattiefe (Max. Chord) und Blatteinstellwinkel (Pitch) der Windkraftanlage und schließlich die durchschnittliche Rotationsperiode, vorgegeben u.a. durch die vorherrschenden Windgeschwindigkeiten. Faktor II wird als Prozentwert ausgedrückt und für weitere Berechnung als F II mit dem räumlichen Faktor multipliziert.

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

Da das Modell mit einer hypothetischen Präsenz einer Windkraftanlage innerhalb der zu betrachtenden Distanzklasse arbeitet (s.o.), können bei der Berechnung auch Anlagen unterschiedlicher Größe betrachtet werden. Die technischen Spezifikationen der Windkraftanlage werden in der von Band entwickelten Matrix berücksichtigt. Diese wurde exemplarisch für Rotmilan dargestellt (siehe Tab. 6-12).

Faktor III – Ausweichverhalten. Darunter wird die Fähigkeit des Vogels verstanden, durch aktive Flugbewegungen der Kollision zu entgehen (avoidance).

Insgesamt ist für eine bestimmte Art eine in Prozent bezifferte Ausweichchance angegeben, die sich größtenteils auf Beobachtungen aus der Literatur stützt.

Wiesenweihe

Für die Modellierung der Kollisionswahrscheinlichkeit wurden die Beobachtungen von sechs Vögeln aus den Kögen Nordfrieslands verwendet, von denen vier während einer und zwei während zwei Brutsaisons beobachtet wurden, so dass der Gesamtstichprobenumfang von 8 Vögel*Season erreicht wurde. Es handelte sich dabei um vier Männchen und zwei Weibchen (vgl. Tab. 6-11).

Tab. 6-11: Telemetrische Erfassung von Wiesenweihen in Nordfriesland, die als Grundlage für die Modellrechnung verwendet wurde.

Vogel/Season	Zeitraum der Erfassung	erfasste Tage	auswertbare Zeit (Min)	Fluganteil an der Gesamtaktivität	tägliche Flugzeit (Stunden pro Tag)
L1m 2007	21.06. – 05.08.07	21	3688	60,1 %	9,6
L3w 2007	03.07. – 21.07.07	10	4304	28,1 %	4,5
FWL2m 2007	21.07. – 03.08.07	6	1615	58,8 %	9,4
FWL2w 2007	19.07. – 05.08.07	7	1654	39,4 %	6,3
L1m 2008	25.06. – 02.08.08	11	2482	58,8 %	9,4
L3m 2008	21.05. – 22.06.08	17	4873	49,5 %	7,9
FWL1m 2008	05.06. – 11.07.08	6	874	70,0 %	11,2
FWL2m 2008	04.06. – 22.07.08	6	985	43,1 %	6,9

Die aus den Beobachtungen ermittelten durchschnittlichen Aktivitäten (in Flugstunden pro Tag, Prozentrelation zu Dauer des Tageslichtes) wurden auf die für 100 Tage angenommene Dauer einer durchschnittlichen Brutsaison hochgerechnet.

Ausgehend von den typischen Aktivitätsprofilen der Vögel wurden die Distanzklassen (Horstentfernungen) 0-300 m, 300-650 m, 650-1000 m und >1000 m verwendet. Bei der zuletzt genannten Distanzklasse wurde ein Flächensegment von 1000 bis 2000 m zur Flächenberechnung hinzugezogen.

Da Telemetrieergebnisse auch in Bezug auf Flughöhen sehr präzise und hochauflösend vorlagen, haben wir die Modellrechnung für drei verschiedene Anlagengrößen vorgenommen:

- kleine WKA (beispielhaft E-40): 500 kW, Rotorbereich 20-65 m, Rotordurchmesser 40 m, Flächenanspruch 1257 m²
- mittelgroße WKA (beispielhaft E-66): 1800 kW, Rotorbereich 30-100 m, Rotordurchmesser 66 m, Flächenanspruch 3421 m²
- große WKA (beispielhaft V90): 3.000 kW, Rotorbereich 35-130 m, Rotordurchmesser 90 m Flächenanspruch 6362 m²

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

Die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit für Wiesenweihen wurde aufgrund der Ergebnisse der Telemetrie auf einen Durchschnittswert von 4,5 m/sec festgelegt. Da der Anflugwinkel des Vogels gegenüber dem Rotor beliebig sein kann, wurde der Rotorraum als eine Sphäre mit dem Durchmesser des Rotors betrachtet. Aus der von Band et al. 2007 betrachteten Scheibe wird eine Sphäre, da ein Flächenbezug auch in horizontaler Projektion herzustellen ist. Die Zeit, die ein Vogel für die Überquerung der Sphäre aus beliebiger Richtung benötigt, wird als eine Zeit definiert, in der ein Risikoereignis (Durchflug der Rotorebene) stattfinden kann.

Damit ergaben sich folgende Zeiten pro Rotordurchflug: Für kleine WKA 9 sec., für mittlere WKA 15 sec., für große WKA 20 sec. Diese Zeiten bildeten die kleinste Zeiteinheit bei der Charakterisierung der Flugaktivität.

Die Körpergrößen der Vögel wurden nach den Messungen an den besenderten Vögeln und Literaturdaten (Bauer et al. 2005, Mebs & Schmidt (2006) wie folgt angegeben:

- Männchen – Körperlänge (BL)=43 cm, Flügelspannweite (W)=105 cm
- Weibchen - Körperlänge (BL)=47 cm, Flügelspannweite (W)=130 cm

Über das tatsächliche Ausweichverhalten der Wiesenweihen ist derzeit wenig bekannt. Bezogen auf Angaben aus Whitfield & Band (in preparation), Whitfield & Madders 2006 und Urquhart 2010 für die nahe verwandten Kornweihe haben wir das Modell mit zwei als plausibel erscheinenden Werten von 97,5% und 99% berechnet. Damit wird angenommen, dass nur 2,5% bzw. 1 % der Durchflüge mit einer Kollision enden. Die sich aus anderen Modellkomponenten ergebende Durchflugswahrscheinlichkeit wird also mit 0,025 bzw. 0,01 multipliziert, um ein Maß für die Kollisionswahrscheinlichkeit zu erhalten.

Rotmilan

Für die Modellierung der Kollisionswahrscheinlichkeit wurden Beobachtungen von sieben Vögeln im südlichen Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2007-2010 verwendet. Die Daten von Ramona aus dem Jahr 2008 wurden aus der Analyse ausgeschlossen, da der Vogel das Brutgebiet früh verlassen hatte (siehe Tab. 3-14). Unter Brutsaison wird hier die gesamte Zeit, in der sich ein Brutvogel im Gebiet aufhält (245 Tage) verstanden. Hinzu kamen die Daten von drei satellitentelemetrierten Vögeln aus dem Jahr 2010, so dass die für die Berechnung genutzte Stichprobe N=13 Vögel/Saison umfasste (Näheres zur Rotmilantelemetrie siehe Kap. 3).

Da die Telemetriedaten insbesondere für die Flughöhen weniger gut auflösend waren als bei den Wiesenweihen, wurde beim Rotmilan darauf verzichtet, genaue vertikale Flugprofile in Abhängigkeit zur Horstdistanz zu erstellen. Aus dem gleichen Grund wurde darauf verzichtet, Modellsituationen für drei verschiedene Anlagengrößen zu berechnen. Alle Kalkulationen für Rotmilan basieren auf Werten für mittelgroße WKA (E-66). Die vertikale Raumkomponente (V) wurde für alle Distanzklassen auf einen Durchschnittswert von 0,25 gesetzt. Die Beobachtungen im Teilprojekt Rotmilan (siehe Kap. 3.3.2.3) zeigten, dass ca. 25% aller beobachteten Flüge territorialer Vögel in Rotorhöhe stattfanden. Für den Bereich Rotorhöhe wurde hilfsweise der Bereich 50 – 150 m verwendet, da feiner aufgelöste Daten nicht vorlagen. Diese Festsetzung erhöht das berechnete Kollisionsrisiko geringfügig gegenüber dem tatsächlichen Rotorbereich einer E-66, der 30 – 100 m beträgt. Die Festsetzung hat keinen Einfluss auf die relativen Risikounterschiede zwischen verschiedenen Distanzklassen. Aus 20

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

Tagestracks von sechs Vögeln wurde eine durchschnittliche Flugzeit von 3h 47min pro Tag und Vogel ermittelt. Die Dauer des Aufenthaltes im Brutgebiet ist mit 245 Tagen angegeben.

Aufgrund der typischen Aktivitätsradien der Vögel wurden Distanzklassen von 0 m – 250 m, 250 m – 500 m, 500 m – 750 m, 750 m – 1000 m, 1000 m – 1250 m, 1250 m – 1500 m, 1500m – 1750 m und 1750 m – 2000 m um den Horst verwendet. Auch die Ortungen im Abstand von 0 m – 50 m wurden verwendet, um die Aktivitätsanteile in höheren Entfernungsklassen nicht zu überschätzen. Für jede dieser Distanzklassen waren ausreichend viele Ortungen vorhanden, um eine Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Vogels während der Brutsaison in dem jeweiligen Segment um den Horst zu berechnen. Rotmilanflüge außerhalb des 2000 m Radius wurden zwar bei der Gesamtzahl von Flugaktivitäten berücksichtigt, die Kollisionswahrscheinlichkeit für diese Bereiche wurde aber aufgrund der niedrigen Anzahl an Flugbewegungen in Relation zur steigenden Flächengröße nicht ausgerechnet. Dieses Vorgehen hat keinen messbaren Einfluss auf die Ergebnisse. Die Körpermaße des Rotmilans sind wie folgt angegeben (Bauer et al. 2005, Mebs & Schmidt 2006): Körperlänge (BL) 65 cm, Flügelspannweite (W) 160 cm; durchschnittliche Fluggeschwindigkeit 6,9 m/sec. Die individuellen Größenunterschiede zwischen den telemetrierten Vögeln wurden vernachlässigt. Die Dauer des Rotordurchflugs durch eine mittelgroße WKA wurde mit ca. 10 Sekunden angenommen.

Die Ausweichrate für Rotmilan wird mit mindestens 98 % angenommen (Whitfield & Madders 2006, Urquhart 2010).

6.3.2.2 Kalkulationen und Statistik

Die Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeiten erfolgte in einem Excel-Datenblatt. Ein Excel-Formelblatt zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit beim Durchflug (Faktor II) wurde uns von Band zur Verfügung gestellt. Für Vergleiche zwischen den Kollisionswahrscheinlichkeiten für unterschiedliche Distanzklassen und Anlagentypen (für Wiesenweihe) wurden nicht-parametrische Tests (Kruskal-Wallis ANOVAs, Mann-Whitney-U Test) angewendet. Die Durchführung der statistischen Tests erfolgte mit Hilfe des Softwareprogrammpakets R 2.11.1 (R development core team 2010). Eine ausführliche Darstellung der Rechenschritte und der zugrundeliegenden Daten findet sich im Anhang, Kap. 3.

6.3.3 Ergebnisse

6.3.3.1 Wiesenweihe

Das Kollisionsrisiko pro Rotordurchflug (Faktor II) ergab für Wiesenweihen einen Wert von 16,4% für größere und 17 bis 18 % für mittlere und kleine Windkraftanlagen. Die Größenunterschiede zwischen Männchen und Weibchen beeinflussten diese Werte nur geringfügig. Eine mit diesem Faktor und unter Berücksichtigung des möglichen Ausweichverhaltens errechnete absolute Kollisionswahrscheinlichkeit erreicht demnach im ungünstigsten Falle (WKA in näherer Nestumgebung) Werte bis zu 32% (jeder dritte Brutvogel pro Saison). Bei

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

mehreren Windkraftanlagen innerhalb der Homeranges müssen die Risiken mit der Anzahl der WKA multipliziert werden. Unabhängig von den absoluten Werten, deren genaue Quantifizierung diskutabel ist, zeigt die Modellrechnung eine schnelle, logarithmisch verlaufende Reduktion des Risikos mit steigender Entfernung zwischen Nest und Windturbine (Abb. 6-17). Dabei sticht das hohe Kollisionsrisiko innerhalb des 300 m Abstandsradius am kleinen WKA-Typ mit einem Mittel von über 30 % besonders hervor.

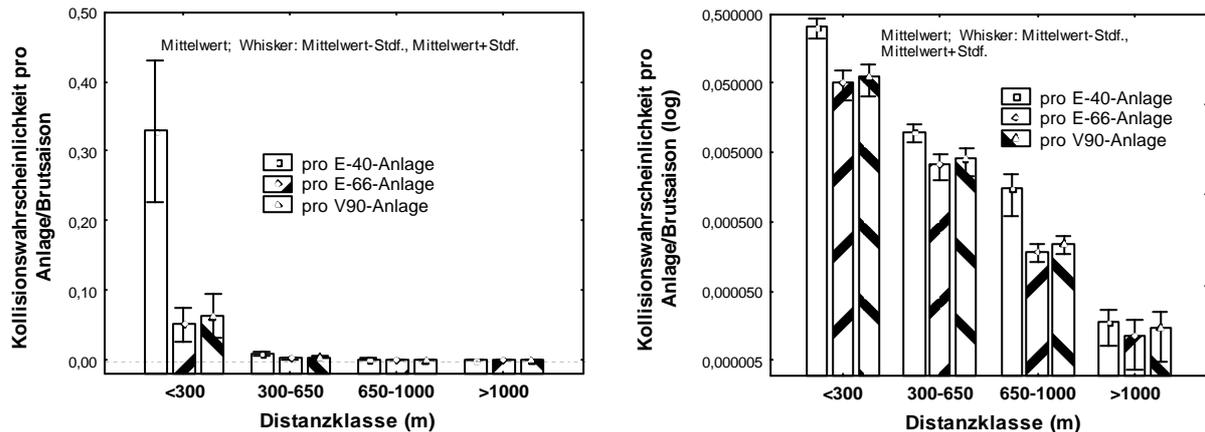


Abb. 6-17: Schätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit pro Bruttsaison für territoriale Wiesenweihen in Nordfriesland, a. normal-skaliert, b. log-skaliert, Einzelheiten siehe Text. Die vertikalen Balken markieren die Standardfehler (n=8; sechs Individuen mit acht Brutzeiten).

Die durch das Band-Modell berechnete Kollisionswahrscheinlichkeit von Wiesenweihen am kleinen Anlagentyp in in den Entfernungsklassen bis 1000 m war signifikant größer als für den mittleren und großen Anlagentyp. Diese Tendenz war besonders in der engeren Nestumgebung ausgeprägt (Distanzklasse <300 m: Kruskal-Wallis Test, $\chi^2=10,6$; $p>0,01$). Mit zunehmender Nestentfernung verringern sich die Unterschiede zwischen den Anlagen verschiedener Größe, und in der Entfernungsklasse über 1000 m waren die Unterschiede zwischen den kleinen einerseits und mittleren und großen Windkraftanlagen andererseits nicht mehr signifikant.

6.3.3.2 Rotmilan

Das Mortalitätsrisiko beim direkten Durchflug (Faktor II) betrug laut Band-Modell beim Rotmilan 13,9% (Tab. 6-12). Individuelle Unterschiede zwischen den untersuchten Vögeln wurden nur bei der Erstellung von Bewegungsprofilen (Faktor I) berücksichtigt. Die absolute Kollisionswahrscheinlichkeit für Anlagen in unmittelbarer Horstnähe wurde als recht hoch eingeschätzt (88% für die Distanzklasse 50-250 m und ca. 17 % für die Distanzklasse 250-500 m). Das würde bei Abständen unter 500 m zwischen Windkraftanlagen und dem Horst 1 Verlust je 4-5 Brutpaare pro Saison bedeuten (Zusammenfassung der ersten beiden Distanzklassen). Mit steigendem Abstand nahm die geschätzte Kollisionswahrscheinlichkeit erwartungsgemäß kontinuierlich ab. Besonders auffällig war der Sprung zwischen der Abstandsklasse 1000m-1250m (ca. 3,5%) und 1250m-1500 m (1,2%; Abb. 6-18). Erst in der Distanzklasse 1500-1750 m sank für den Rotmilan das modellierte Kollisionsrisiko unter 1 %

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

pro Brutvogel und Saison. Selbst wenn die absoluten Werte, die zu einem hohen Grad auf den angenommenen Ausweichbewegungen der Vögel basieren, nicht eindeutig fest zu legen sind, bleibt der Gesamtverlauf der Kurve und die Tendenz zur Risikoabnahme mit steigendem Abstand sowie die sprunghafte Risikoreduktion in den Schritten von Distanzklasse 1000-1250 zu 1250-1500 unverändert.

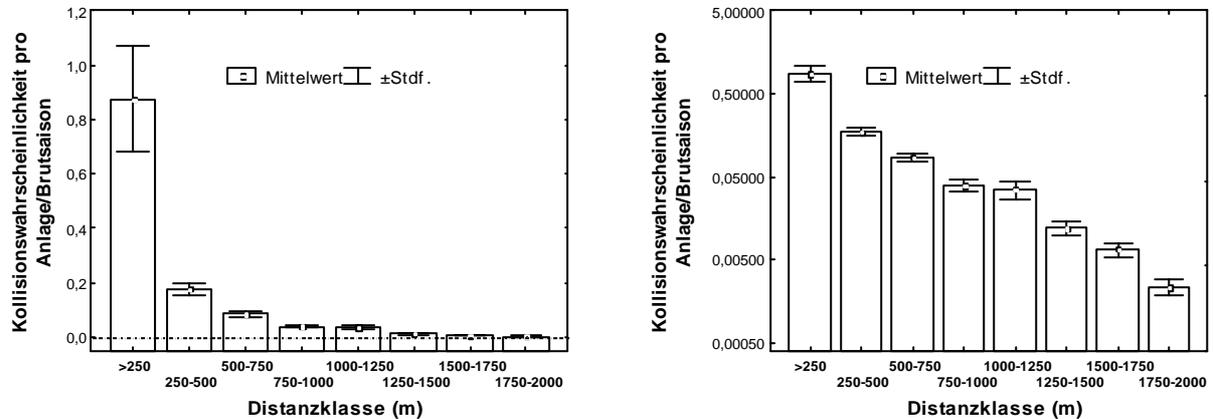


Abb. 6-18: Schätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit pro Brutzeit für territoriale Rotmilane in Sachsen-Anhalt, a. normal-skaliert, b. log-skaliert, Einzelheiten siehe Text. Die vertikalen Balken markieren die Standardfehler (n=13, 10 Individuen mit 13 Brutzeiten).

Tab. 6-12: Excel-Datenblatt zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit beim Rotordurchflug, beispielhaft mit Angaben für Rotmilan und die mittelgroße WKA Enercon-E66. In der linken Spalte sind technische Spezifikationen der WKA (u.a. Anzahl und Länge der Rotorblätter, Rotationszeit) sowie Parameter des Vogels (Länge, Flügelspanweite, Fluggeschwindigkeit) eingetragen. In den beiden rechten Spalten werden Kollisionswahrscheinlichkeiten für unterschiedliche Anflugwinkel des Vogels gegenüber dem Rotor (getrennt mit und gegen Windrichtung) berechnet. Der Mittelwert daraus bildet die durchschnittliche Kollisionswahrscheinlichkeit bei einmaligem Durchflug (Näheres siehe Band et al. 2007).

		Calculation of alpha and p(collision) as a function of radius								
						Upwind:		Downwind:		
		r/R	c/C	α	collide	contribution	collide	contribution		
		radius	chord	alpha	length	p(collision)	length	p(collision)		
					from radius r		from radius r			
K: [1D or [3D] (0 or 1)	1									
NoBlades	3									
MaxChord	2.5 m									
Pitch (degrees)	30									
BirdLength	0.65 m	0.025	0.575	5.84	13.95	1.00	0.00125	12.51	1.00	0.00125
Wingspan	1.6 m	0.075	0.575	1.95	5.13	0.51	0.00381	3.69	0.37	0.00274
F: Flapping (0) or gliding (+1)	1	0.125	0.702	1.17	3.84	0.38	0.00476	2.09	0.21	0.00259
		0.175	0.860	0.83	3.48	0.34	0.00603	1.33	0.13	0.00230
Bird speed	6.9 m/sec	0.225	0.994	0.65	3.30	0.33	0.00736	0.82	0.08	0.00182
RotorDiam	66 m	0.275	0.947	0.53	2.81	0.28	0.00766	0.64	0.06	0.00173
RotationPeriod	4.39 sec	0.325	0.899	0.45	2.46	0.24	0.00791	0.71	0.07	0.00227
		0.375	0.851	0.39	2.43	0.24	0.00903	1.00	0.10	0.00370
		0.425	0.804	0.34	2.25	0.22	0.00948	1.06	0.10	0.00445
		0.475	0.756	0.31	2.10	0.21	0.00987	1.09	0.11	0.00513
Bird aspect ratio: β	0.41	0.525	0.708	0.28	1.96	0.19	0.01020	1.11	0.11	0.00576
		0.575	0.660	0.25	1.84	0.18	0.01047	1.11	0.11	0.00633
		0.625	0.613	0.23	1.73	0.17	0.01068	1.11	0.11	0.00685
		0.675	0.565	0.22	1.62	0.16	0.01084	1.09	0.11	0.00730
		0.725	0.517	0.20	1.52	0.15	0.01093	1.07	0.11	0.00769
		0.775	0.470	0.19	1.43	0.14	0.01097	1.05	0.10	0.00802
		0.825	0.422	0.18	1.34	0.13	0.01094	1.02	0.10	0.00830
		0.875	0.374	0.17	1.25	0.12	0.01086	0.98	0.10	0.00851
		0.925	0.327	0.16	1.17	0.12	0.01072	0.95	0.09	0.00867
		0.975	0.279	0.15	1.09	0.11	0.01052	0.91	0.09	0.00877
					Overall p(collision) = Upwind		17.4%	Downwind		10.4%
					Average		13.9%			

6.3.4 Diskussion

6.3.4.1 Individuelle Reaktion

Die Kollisionsgefahr für Greifvögel, die in der Nähe von Windkraftanlagen brüten, ist präsent. Funde von Rotmilanen belegen, dass auch erfahrene, mehrjährig brutortstreue Vögel an den WKA verunglücken (Mammen et al. 2009).

Die Aussagekraft der Modelle ist durch viele Faktoren eingeschränkt. So besteht nicht in allen Fällen eine Korrelation zwischen der Häufigkeit der Vögel und dem Kollisionsrisiko, wie Lucas et al. (2008) an Gänsegeiern zeigen konnten. Weiterhin spielt das individuelle Verhalten der Vögel eine wesentliche Rolle. Wie die Telemetryuntersuchungen am Rotmilan gezeigt haben, unterschieden sich die besenderten Tiere ganz wesentlich in Bezug auf Bewegungsmuster und Aktivitätsradien voneinander. Diese Variabilität war nicht an das Geschlecht der Tiere gebunden. Individuelle Besonderheiten waren der Hauptgrund für die Breite der im Modell abgebildeten Reaktionsspanne. Die Zuverlässigkeit der Modellaussagen war damit auch von der Anzahl der für die Kalkulation verwendeten Datensätze (N) abhängig. Der Umfang der Stichprobe aus zehn Individuen (Rotmilan) und sechs Individuen (Wiesenweihe) lässt annehmen, dass die individuelle Variabilität repräsentativ erfasst ist.

Trotz ihrer geringen Gesamtgröße bargen kleinere Windkraftanlagen ein höheres Gefahrenpotential für Wiesenweihen, vor allem auf Grund des niedrigeren Rotortiefpunkts. Bei einer Art, deren Bewegungen überwiegend in geringen Höhen und damit unterhalb der Rotoren stattfinden, ist die Lage des Rotortiefpunktes von größerer Bedeutung für die Kollisionswahrscheinlichkeit, als der Rotordurchmesser bzw. die überstrichene Rotorfläche. Für kleinere Anlagen wurde mit einem Rotortiefstpunkt von 20 m (gegenüber 30 bzw. 35 m bei mittleren und größeren Anlagen) gerechnet, was in höheren Kollisionswerten im Nahbereich der Horste resultierte. Mit steigender Entfernung wurde dieser Effekt durch den geringeren Flächenbedarf einer kleinen Anlage gegenüber größeren Anlagen ausgeglichen. Die Projektergebnisse können aber nur eingeschränkt auf die heute üblichen größeren Anlagen übertragen werden, die allerdings in Küstennähe immer noch relativ niedrige Rotortiefpunkte aufweisen.

Bei den Prognosen für die Wiesenweihen ist zu berücksichtigen, dass das zur Datenerhebung dienende Gebiet – die Köge in Nordfriesland – eine Reihe von Besonderheiten (sehr flaches Relief, spezielle Nahrungsgebiete in Salzwiesen seewärts des Hauptdeichs) aufweist, die sich möglicherweise auf die Flugbewegungsmuster niederschlagen. So ist vorstellbar, dass Wiesenweihen in binnenländischen und wärmebegünstigten Gebieten häufiger Thermik-Situationen nutzen, wodurch die Flugaktivität in größere Höhen verlagert werden kann. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Grundzüge des Flugaktivitätsmusters mit dem Aktivitätszentrum im Nestbereich und der Nutzung geringer Flughöhen in den Nahrungsgebieten auf die verschiedenen Brutregionen übertragbar sind. Insbesondere die Jagdstrategie der Vögel ist an die Nutzung bodennaher Flughöhen gebunden, so dass in den Nahrungshabitaten gebietsspezifische Variationen nicht von Bedeutung sind. Demnach blieben auch die ermittelten Ergebnisse des nestentfernungsabhängigen Kollisionsrisikos des BAND-Modells weitgehend erhalten, wobei bei einer Nutzung größerer Flughöhen tendenziell eine Verlagerung des Risikos in Richtung der größeren Anlagentypen zu erwarten wäre. Insgesamt erscheint daher die Übertragbarkeit der Aussagen auf andere Schwerpunktgebiete

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

te der Wiesenweihe in Deutschland (z. B. Mainfranken, Hellwegbörde) gegeben. Die Überprüfung der Auswirkungen eines veränderten Flugverhaltens lassen sich mit einer entsprechenden Anpassung der beobachteten oder angenommenen Flughöhenverteilung in verschiedenen Szenarien im Modell testen.

6.3.4.2 Ausweichverhalten

Das tatsächliche Ausweichverhalten der betrachteten Arten, also die Reduktion der Kollisionswahrscheinlichkeit in Folge einer aktiven Änderung im Flugverhalten in unmittelbarer Nähe der Rotorblätter, die es dem Vogel erlaubt, den Zusammenstoß zu vermeiden, ist der besonders kritische Punkt des Modells. Eine im Internet veröffentlichte Videosequenz (<http://www.youtube.com/watch?v=3Cxeaoh55CE>; Arbeitskreis Wiesenweihenschutz Ostfriesland, ©2010) belegt zumindest in einem Fall das Vorhandensein eines solchen Verhaltens bei der Wiesenweihe. Doch die Beobachtungen dazu sind insgesamt sehr selten und kaum publiziert. Wir orientierten uns an Angaben von Urquhart (2010) als den neuesten und umfassendsten zu diesem Thema. Die Quantifizierung des Ausweichverhaltens oder im weiteren Sinne des Faktors III des Modells, der außer Meidungsreaktionen auch andere, bislang nicht erwähnte Effekte umfassen kann, ist nur möglich, wenn eine ausreichende Datengrundlage zur Ermittlung der Kollisionsraten vorliegt und mit theoretisch errechneten (aus Faktoren I und II) verglichen werden kann (siehe May et al. 2010). So wurde z.B. für Seeadler auf der Insel Smøla, wo eine solche Berechnung durchgeführt werden konnte, ein Korrekturfaktor von 92,7 bis 96,3 % je nach Rotorgeschwindigkeiten und Jahreszeit ermittelt (der Korrekturfaktor entspricht weitgehend der avoidance rate, wobei auch weitere Faktoren wie Verluste und Abwanderungen einbezogen sind, Bevanger et al. 2009). In der vorliegenden Arbeit wurde für Wiesenweihen mit Absicht ein eher niedriger Wert von 97,5% für das Ausweichverhalten angenommen. Diesen Wert verwendeten Whitfield & Band (in prep.) aufgrund von empirischen Daten als Mittelwert für die nahe verwandte und in ihrem Verhalten ähnliche Kornweihe. Die tatsächliche Ausweichrate könnte nach Beobachtungen aus der Literatur (Smallwood & Thelander 2004) sogar noch höher sein (ca. 99 % am Altamont Pass, California, USA). Die Totfunde von Kornweihen sind aber nach wie vor zu selten, um daraus eine genauere Ableitung der Ausweichrate vornehmen zu können. Die Ausweichrate relativiert durch die Unsicherheit ihrer Bestimmung die Aussagekraft der vom Model erzeugten absoluten Werte erheblich. Je nach angenommener Ausweichrate ändern sich die Endwerte um den Faktor 2,5. So beträgt die Kollisionswahrscheinlichkeit an einer E-66 Anlage in der Entfernungsklasse <300 m 0,19 bei einer angenommenen Ausweichrate von 99% und 0,47 bei einer angenommenen Ausweichrate von 97,5%. Unabhängig davon, welche Ausweichraten angenommen werden, bleibt jedoch die relative Reduktion der Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen den Distanzklassen (Abb. 6-17) unverändert.

6.3.4.3 Abstandsregeln

Gegenwärtig werden von der Ländergemeinschaft der Vogelschutzwarten für Wiesenweihe und Rotmilan Mindestabstände von jeweils 1000 m zwischen dem Nesthabitat und den ge-

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

planten Windkraftanlagen gefordert. Außerdem sollen die Hauptflugkorridore zu den Nahrungsplätzen frei gehalten werden.

Die aus den Feldstudien wie aus den Simulationsergebnisse abzuleitende besonders rasche Absenkung der Kollisionswahrscheinlichkeit für Wiesenweihen bei steigender Entfernung von WKA zum Nest lässt die Schlussfolgerung zu, dass bereits die Einhaltung von vergleichsweise geringen Mindestabständen von 300 bis 500 m zum Nest die Gefahr für diese Art weitgehend bannen würde. In der Praxis ist man aber mit der Tatsache konfrontiert, dass Wiesenweihen heutzutage überwiegend in bewirtschafteten Grünland- und Ackerflächen brüten und somit keine festen, über mehrere Jahre hinweg bestehenden Horststandorte haben. So können auch bei etablierten Brutpaaren von Jahr zu Jahr erhebliche räumliche Verschiebungen der Brutplätze auftreten. Die Anwendung von festgelegten Abstandsradien ist daher in der Agrarlandschaft außerhalb von abgrenzbaren Brutschwerpunkträumen (z. B. Mainfranken, Hellwegbörde) kaum praktikabel.

Die Aktionsradien des Rotmilans während der Brutsaison werden von verschiedenen Autoren sehr unterschiedlich angegeben (siehe Nachtigall et al. 2010 und Referenzen dort). Alle Beobachtungen deuten jedoch darauf hin, dass es einen Aktivitätsschwerpunkt mit über der Hälfte aller Flüge und einem Umkreis von 1 bis 3 km um den Horst gibt. Ein 1000 m Puffer lässt laut Modellrechnung das Kollisionsrisiko sinken. Zu bemerken ist jedoch, dass die Reduktion der Kollisionswahrscheinlichkeit von Abstandsklasse 750m-1000m zu 1000m-1250m nicht so erheblich ist, wie die von 1250m-1500m zu 1500m-1750m und von 1500m-1750m zu 1750m-2000m. Dieser Sprung in Kollisionsreduktion steht in direkten Zusammenhang mit sinkenden Flugaktivitäten beim steigenden Abstand zum Horst. Die Beobachtungen (siehe Kap. 3.3.2.1.2) bestätigen, dass nur ca. 54 % aller Aktivitäten innerhalb von 1000 m Radius um den Horst stattfinden, während eine Erweiterung des Puffers auf 1250 m nahezu 68 % der Aktivitäten einschließt (vgl. Abb. 3-22 und 3-23).

6.3.5 Zusammenfassung

Zur Abschätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit von Rotmilanen und Wiesenweihen in Abhängigkeit der Distanz WKA-Horst wurde mit den Ergebnissen der Telemetriestudien beider Arten Modellierungen nach Band et al. (2007) vorgenommen. Die Grundidee des sogenannten Band-Modells besteht aus der Ermittlung dreier Komponenten: I – Häufigkeit der Durchflüge durch den vom Rotor einer Windkraftanlage bestrichenen Raum, II – Wahrscheinlichkeit für den Vogel, beim Durchflug vom Rotor erfasst zu werden und (III) das Ausweichverhalten des Vogels in unmittelbarer Nähe zum Rotor. Zum letztgenannten Faktor lagen nur wenige verlässliche Daten vor, so dass die Absolutwerte des Kollisionsrisikos mit sehr großen Unsicherheiten verbunden waren. Innerhalb einer Art waren die Werte aber vergleichbar.

Die Kollisionswahrscheinlichkeiten wurden für verschiedene Klassen der Distanz WKA-Horst berechnet. Für die Wiesenweihe wurden modellhaft Betrachtungen für drei verschiedene Größenklassen von WKA durchgeführt (kleine WKA E-40, 500kW; mittlere WKA E-66, 1800kW; große WKA V90, 3000kW). Die Ergebnisse beziehen sich jeweils auf eine WKA in der entsprechenden Distanzklasse.

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

Bei der Wiesenweihe zeigen die Ergebnisse ein erhöhtes modelliertes Kollisionsrisiko im Bereich unter 300 m Nestabstand zu WKA. In diesem Nahbereich um das Nest war das Kollisionsrisiko an dem kleinsten Anlagentyp absolut deutlich am höchsten und signifikant höher als an den beiden größeren Typen.

Für Rotmilane lag das modellierte Kollisionsrisiko über dem der Wiesenweihen. Auch für Rotmilane war das Kollisionsrisiko am höchsten, wenn die WKA nah am Horst stand und sank auf sehr niedrige Werte ab einem Abstand von 1250 m.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einhaltung eines Mindestabstands von WKA zu Rotmilanhorsten das Kollisionsrisiko vermindert. Das trifft auch für die Wiesenweihe zu, bei der sich ein Kollisionsrisiko besonders im Nahbereich des Nestes konzentriert. Bei dieser Art erscheint eine einheitliche Abstandsregelung allerdings nicht praktikabel, da Wiesenweihen ihren Neststandort jährlich neu wählen und außerhalb der bestehenden Brutschwerpunkträume Deutschlands eine Abgrenzung von Brutgebieten kaum möglich ist.

6.3.6 Literatur

- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P. (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds). *Birds and Wind Power*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Bauer, H.G., Bezzel, E. & Fiedler, W. (2005): *Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas*. 3 Bände. Aula Verlag, Wiesbaden.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., E., Hoel, P.L., Johnsen, L., Kvaløy, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2009): Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Progress Report 2009. NINA Report 505. 70 pp.
- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten, LAG-VSV (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 151-153.
- Lekuona, J.M. & Ursua, C. (2007). Avian mortality in wind power plants of Navarra (Northern Spain). In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds): *Birds and Wind Power*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Lucas, M. d., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P. & Ferrer, M. (2008): Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45: 1695-1703.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2003): Jahresbericht zum Monitoring Greifvögel und Eulen Europas 15: 1-101.
- Mammen, U., Mammen, K., Strasser, C., Resetaritz, A. (2009): Rotmilan und Windkraft – eine Fallstudie in der Querfurter Platte. – In: Stubbe, M., Mammen, U: (Hrsg.): *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 6: 223-231.
- May, R., Hoel, P.L., Langston, R., Dahl, E.L., Bevanger, K., Reitan, O., Nygård, T., Pedersen, H.C., Røskaft, E. & Stokke, B.G. (2010): Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA Report 639. 25 pp.

6.3 Kollisionsrisiko – Band-Modell

- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006): Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Kosmos, Stuttgart.
- Nachtigall, W., Stubbe, M. & Herrmann, S. (2010): Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus*) während der Brutzeit – eine telemetrische Studie im Nordharzvorland. Vogel und Umwelt 18: 25-61.
- R development core team (2010). <http://www.r-project.org/>
- Smallwood, K. S., & Thelander, C. G. (2004): Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final report to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research Environmental Area, Contract 500-01-019, Sacramento, USA.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2008): Bird Mortality in the Altamont Pass Wild Resource Area, California. Journal of Wildlife Management 72: 215-223.
- Sterner, D., Orloff, S. & Spiegel, L. (2007): Wind turbine collision research in the United States. In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds): Birds and Wind Power. Lynx Edicions, Barcelona.
- Strickland, D., Erickson, W., Young, D. & Johnson, G. (2007): Selecting study designs to evaluate the effect of windpower on birds. In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds): Birds and Wind Power. Lynx Edicions, Barcelona.
- Tucker, V.A. (1996). A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-269.
- Urquhart, B. (2010). Use of avoidance rates in the SNH wind farm collision risk model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note, Scottish natural heritage, 10 pp.
- Whitfield, D.P & Band, W. (in preparation). Estimates of collision avoidance rates at operational wind farms in the USA.
- Whitfield, D. P., & Madders, M. (2006). A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. Unpublished report, Natural Research Ltd, Banchory, Aberdeenshire, Scotland.

7 Populationsentwicklung und Bruterfolg von Greifvögeln in Beziehung zur Entwicklung der Windkraftnutzung in Deutschland

Leonid Rasran¹, Ubbo Mammen²

¹Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Leonid.Rasran@boku.ac.at

²ÖKOTOP GbR und Förderverein Greifvogelmonitoring, Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle (Saale)

7.1 Einleitung

Im Gegensatz zu den anderen Projektbestandteilen befasste sich das hier dargestellte Teilprojekt nicht mit Auswirkungen von Windkraftanlagen (WKA) auf das Verhalten und Risiken von Individuen, sondern mit den Effekten von Windparks in der Landschaft auf den Gesamtbestand relevanter Greifvogelarten. Populationsstärke und Bruterfolg von Rotmilan, Seeadler und einigen weiteren (häufigen) Greifvogelarten wurden in Abhängigkeit mit dem Vorhandensein und der Dichte von WKA auf gleichem Territorium betrachtet. Die Wiesenweihe, die im Gesamtprojekt eine wichtige Rolle spielte, ist in den Analysen nicht miterfasst, da ihr Vorkommen in Deutschland auf wenige Gebiete beschränkt ist. Zusätzlich wurde der Frage nachgegangen, ob die bereits bestehende Windkraftanlagendichte in Deutschland (Stand 2006) einen so großen Einfluss (Störung des Brutgeschäftes, Mortalität) auf die Greifvögel ausübt, dass einige Arten in ihrem Bestand gefährdet sind.

7.2 Methoden

7.2.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage für Brutpaardichte und Bruterfolg dienten die Ergebnisse des Europäischen Programms zum Monitoring von Greifvögeln und Eulen (<http://www.greifvogelmonitoring.de>, Mammen & Stubbe 2003, 2009). Das Programm umfasst das Sammeln und die Auswertung von aktuellen und historischen Angaben zur Siedlungsdichte und zur Reproduktion der Greifvogel- und Eulenarten Europas. Daraus werden über den lokalen und regionalen Rahmen hinaus Aussagen zur Situation, zur Bestandsdynamik und zur Reproduktionsentwicklung dieser Arten in Deutschland bzw. in Europa getroffen. Von den innerhalb der Bundesrepublik Deutschland liegenden Monitoringflächen wurden 225 ausgewählt. Als Auswahlkriterium diente die Größe der Flächen (zwischen 30 km² und 2000 km²) sowie das Vorhandensein von Daten über die Populationsdichte (Anzahl der Brutpaare) und/oder den Bruterfolg (Anzahl flügge gewordenen Jungvögel) von mindestens einer der folgenden Arten: Rot- und Schwarzmilan, Seeadler, Mäusebussard, Wespenbussard, Baumfalke, Turmfalke, Sperber, Habicht oder Rohrweihe. Der Beobachtungszeitraum umfasste die Jahre 1991-2006 für Populationsdichten und 1991-2002 für den Bruterfolg. Die

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Monitoringgebiete umfassen insgesamt ca. 20 % der Landfläche Deutschlands, konzentrieren sich aber im Wesentlichen auf ostdeutsche Bundesländer (Tab. 7-1).

Tab. 7-1: Verteilung von Greifvogelmonitoringflächen innerhalb Deutschlands.

Bundesland	Anzahl Flächen	Monitoringfläche gesamt (km ²)	Fläche des Landes	% Monitoringflächen in Gesamtfläche
Sachsen-Anhalt	28	7024,6	20445,7	34,4
Berlin/Brandenburg	38	15933,9	30370	52,5
Baden-Württemberg	11	3303,1	35751,6	9,2
Bayern	10	6747,6	70549,4	9,6
Hessen	10	2020	21114,8	9,6
Mecklenburg-Vorpommern	19	7270,6	23178,5	31,4
Niedersachsen	16	5821	47619,6	12,2
Nordrhein-Westfalen	34	8882,5	34084,1	26,1
Rheinland-Pfalz	3	255	19853,5	1,3
Schleswig-Holstein	8	2162	15763,4	13,7
Saarland	2	56	2568,7	2,2
Sachsen	27	6881,4	18414,7	37,4
Thüringen	19	5172	16172,1	32,0
Deutschland ges.	225	71529,7	357045,6	20,0

Da für die wenigsten Flächen durchgehende Datenreihen für die gesamte Periode vorhanden waren, wurden auch Datensätze mit wenigen Beobachtungsjahren berücksichtigt und der gesamte Datensatz im Weiteren als unausgeglichen (unbalanced data) gehandhabt. Nur auf diese Weise standen selbst für die seltenste Art (Seeadler) 25 Flächen bzw. 92 Einzelbeobachtungen aus mehreren Jahren zur Verfügung. Für die häufigeren Arten war der zur Verfügung stehende Stichprobenumfang wesentlich größer, z.B. lagen für die Brutbestände des Rotmilans Daten aus 147 Probeflächen mit insgesamt 1005 Einzelsätzen vor (Tab. 7-1). Eine Schätzung der Teststärke (power) anhand des Stichprobenumfangs für den kleinsten Datensatz (durchgeführt mit dem Softwareprogramm GPower 3.0.10, Faul et al. 2009) ergab einen Wert von 0,81 bei einem Signifikanzniveau von 0,05.

Für alle ausgewählten Monitoringflächen wurde die Entwicklung der Windenergie (Anzahl der im Betrieb befindlichen Anlagen, Gesamtleistung) nach Jahren dokumentiert. Für das laufende Jahr wurden jeweils die vor April (Beginn der Brutsaison für die meisten Greifvogelarten) errichteten und in Betrieb genommenen Windräder berücksichtigt. Als Datengrundlage diente die Windkraft-Betreiber-Datenbasis (Keiler, 2008; Bsp. für den Datensatz für eine Fläche siehe Tab. 7-2).

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Tab. 7-2: Beispiel für einen Datensatz der Windkraft-Betreiber-Datenbasis (Keiler 2008), bezogen auf eine Monitoringdauerfläche (Nr. 78, Altenpleen bei Stralsund).

Flächen Nr.	Jahr	Größe (km ²)	N of WKA*	Gesamtleistung (kW)*	Brutpaare			
					Rotmilan	Schwarzmilan	Mäusebussard	Seeadler
0078	1991	120	0	0	8	0	59	0
0078	1992	120	0	0	11	2	68	0
0078	1993	120	0	0	12	2	69	0
0078	1994	120	1	500	11	2	75	0
0078	1995	120	1	500	11	2	64	0
0078	1996	120	6	3200	8	2	62	1
0078	1997	120	6	3200	10	2	59	0
0078	1998	120	6	3200	10	1	52	0
0078	1999	120	6	3200	7	1	57	1
0078	2000	120	6	3200	7	2	54	1
0078	2001	120	6	3200	8	1	56	1
0078	2002	120	6	3200	9	2	55	1
0078	2003	120	6	3200	11	2	57	1
0078	2004	120	6	3200	10	3	60	1
0078	2005	120	6	3200	13	3	53	1
0078	2006	120	6	3200	12	3	44	1

*Nur WKA berücksichtigt, die während der Brutsaison in Betrieb waren

7.2.2 Angewendete statistische Verfahren

Die Entwicklungen der Greifvögelbestände und die Bruterfolge wurden als generalisierte lineare Modelle dargestellt (linear mixed-effects models fit by maximum likelihood). Der Faktor „Zeit“ (Monitoringjahr) wurde in das Modell eingeführt, um witterungsbedingte Unterschiede zwischen den Jahren herauszufiltern. Ein als 0-Hypothese bezeichnetes Modell der zufälligen Brutpaardichtevertellung wurde mit einer jahresabhängigen Verteilung mittels Varianzanalyse (ANOVA) verglichen. Im zweiten Schritt verglichen wir die zeitabhängige Verteilung mit einem um den Faktor Windkraft (Anzahl Anlagen bzw. Leistung pro Flächeneinheit) erweiterten Modell.

Die Entwicklung der Windenergie (Anlagendichte, Leistung/Flächeneinheit) im zeitlichen Verlauf auf den Monitoringflächen wurde ebenfalls mit Hilfe von linearen Modellen gesondert analysiert und gegen eine 0-Hypothese der zufälligen (zeitunabhängigen) Verteilung getestet.

Alle Berechnungen erfolgten mit Hilfe des statistischen Softwareprogramms R 2.8.1 (R development core team 2008).

7.3 Ergebnisse

7.3.1 Entwicklung der Windkraftanlagen

Wenn zu Beginn des Beobachtungszeitraums (1991) nur auf einigen wenigen Flächen (überwiegend kleine) Windkraftanlagen installiert waren, so standen am Ende des Untersuchungszeitraumes (2006) auf ca. 2/3 aller betrachteten Flächen WKA (Tab. 7-3). In Bezug auf alle Flächenkombinationen, die für die einzeln betrachteten Zielarten relevant waren,

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

konnte ein signifikanter Anstieg der Dichte und Leistung mit der Zeit festgestellt werden (Abb. 7-1).

Tab. 7-3: Anzahlen von Monitoringflächen, die in den jeweiligen Jahren berücksichtigt wurden, sowie solche unter ihnen, auf denen bereits Windkraftanlagen installiert waren.

Jahr	N	N mit WKA
1991	107	7
1992	116	10
1993	124	16
1994	129	24
1995	131	34
1996	134	46
1997	132	54
1998	138	64
1999	145	73
2000	147	75
2001	150	82
2002	141	78
2003	139	80
2004	129	74
2005	110	64
2006	100	62
Insgesamt	225	

Die durchschnittliche Dichte der Anlagen stieg von 0,15 auf knapp 4 pro 100 km² (Abb. 7-1). Die Verteilung der Windkraftanlagen war zwischen den Gebieten wie erwartet sehr heterogen. Nur auf 25 Flächen wurden Anlagendichten von 10 und mehr pro 100 km² erreicht. Der Anstieg der Anlagenleistung pro Flächeneinheit verlief insgesamt ähnlich bzw. war dank des in einigen Gebieten seit 2002 vorgenommenen Repowerings (Ersetzen vieler kleiner Windturbinen durch wenige leistungsstärkere Anlagen) sogar noch ausgeprägter.

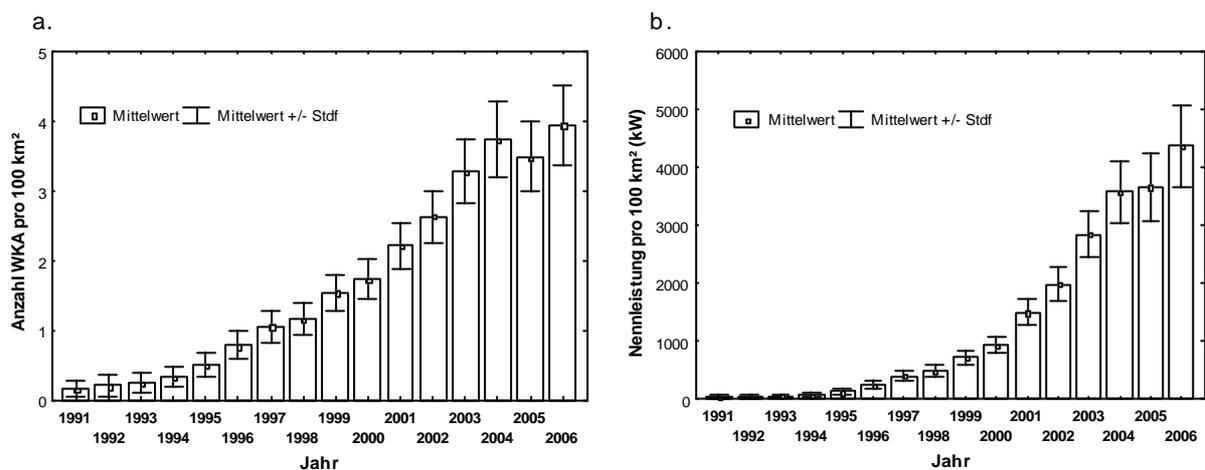


Abb. 7-1: Dichte (a) und Nennleistung (b) von Windkraftanlagen in Vogelmonitoringflächen, bezogen auf 100 km².

7.3.2 Brutbestandsentwicklung der Zielarten

Die Populationsdichten der meisten Zielarten blieben auf den Monitoringflächen vergleichsweise stabil. Für viele Arten (Rot- und Schwarzmilan, Mäusebussard, Habicht, Sperber, Rohrweihe) lagen die Schwankungen zwischen den Jahren bei unter 10 % der Bestandsstärke (Bsp. Rotmilan siehe Abb. 7-2a).

Die Bestandsschwankungen beim Wespenbussard waren hingegen deutlich ausgeprägter (vgl. Abb. 7-2j). Es wurden auch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren festgestellt. Allerdings ließen sich daraus keine klaren Trends für den Gesamtbestand ablesen, der insgesamt auf vergleichbarem Niveau blieb.

Für Seeadler (Abb. 7-2c), Turmfalke (Abb. 7-2g), und Baumfalke (Abb. 7-2h) waren im untersuchten Zeitraum deutliche Bestandszunahmen zu verzeichnen.

Ein signifikanter Zusammenhang der Bestandsdynamik und Entwicklung der Windenergie ließ sich für keine der betrachteten Arten herstellen. Dennoch bestand für den Rotmilan ein klarer Unterschied in der Brutdichteverteilung zwischen windenergiefreien und mit Windkraftanlagen besetzten Gebieten (t-Test; $t=26,75^{***}$).

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

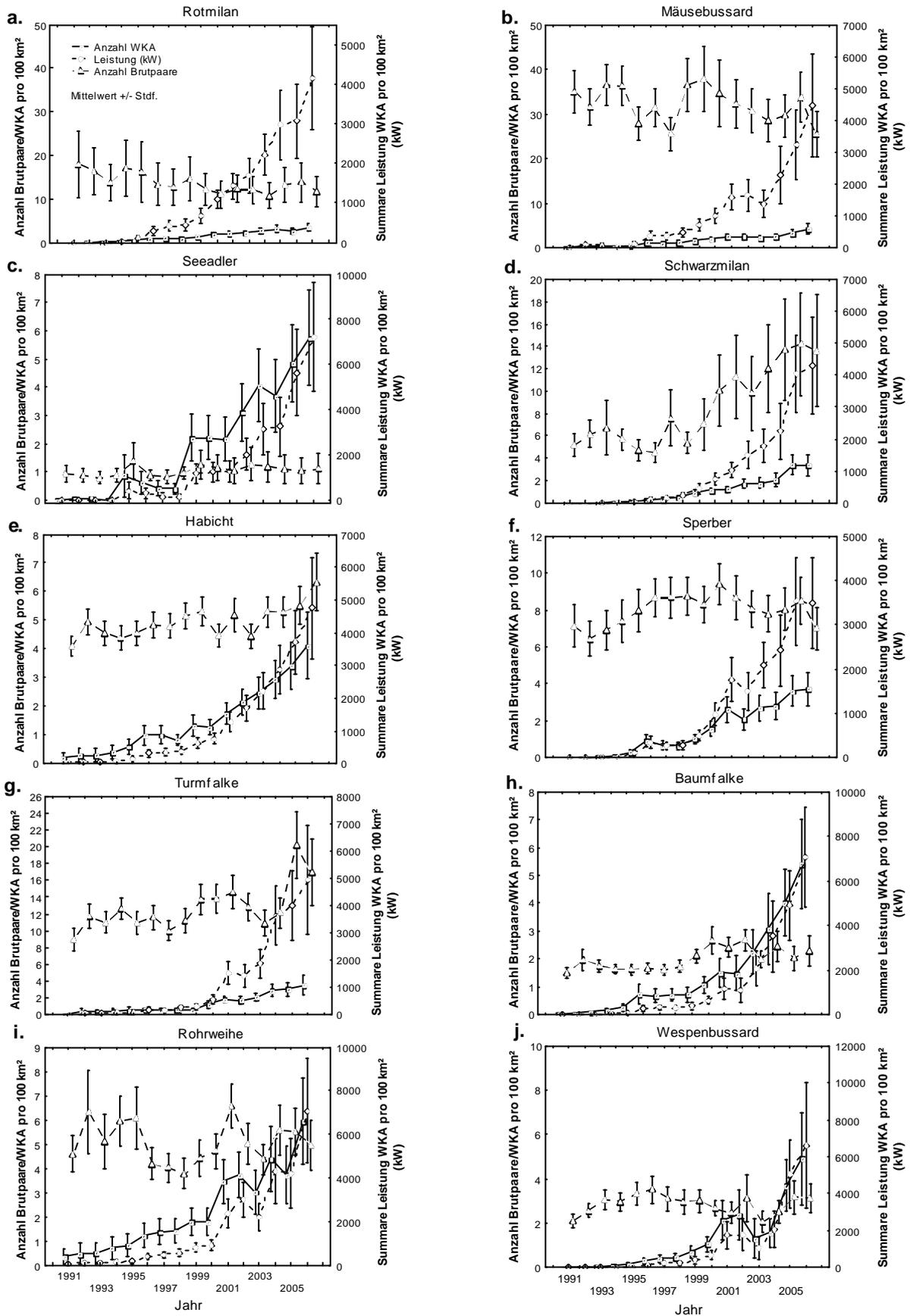


Abb. 7-2: Populationsdichte der Greifvogelarten auf den Monitoringflächen im Vergleich zur Entwicklung der Windenergie (Anzahl und Gesamtleistung der Anlagen).

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Tab. 7-4: Einfluss von Windenergieentwicklung auf Populationsstärke (Anzahl Brutpaare) und Bruterfolg von Greifvogel. Varianzanalytische Vergleiche von linearen Modellen. * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,001$.**

	Model	Test	Art									
			Rotmilan	Milvus milvus	Mäusebussard	Buteo buteo	Seeadler	Haliaeetus albicilla	Schwarzmilan	Milvus migrans	Habicht	Accipiter gentilis
Windkraftanlagen												
Anzahl Beobachtungen			1005		843		210		630		1031	
Anzahl Flächen			147		130		37		98		135	
Anzahl:			F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1											
Zeit	2	1 vs 2	63,89***		40,62***		33,22***		50,74***		93,23***	
Summäre Leistung:												
0-Hypothese	1											
Zeit	2	1 vs 2	53,18***		35,36***		29,10***		38,37***		86,36***	
Populationsstärke												
Anzahl Beobachtungen			1005		843		210		630		1031	
Anzahl Flächen			147		130		37		98		135	
			F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1											
Zeit	2	1 vs 2	3,04		0,02		10,80***		1,14		0,9	
Anzahl WEAs	3	2 vs 3	0,01		0,59		0,13		0,19		2,73	
Zeit x Anzahl	4	3 vs 4	0,12		0,26		1,7		0,02		0,68	
Leistung WEAs	5	2 vs 5	0,02		0,03		0,56		0,06		1,64	
Zeit x Leistung	6	5 vs 6	0,03		0,11		0,62		0,01		2,26	
Bruterfolg												
Anzahl Beobachtungen			673		605		92		739		653	
Anzahl Flächen			122		113		25		74		119	
			F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1											
Zeit	2	1 vs 2	1,05		1,78		3,58		0,83		4,71*	
Anzahl WEAs	3	2 vs 3	0,01		2,48		0,02		4,96*		1,05	
Zeit x Anzahl	4	3 vs 4	1,23		0,38		5,65*		2,11		0,15	
Leistung WEAs	5	2 vs 5	0,01		0,01		0,74		3,97*		0,3	
Zeit x Leistung	6	5 vs 6	2,13		0,79		5,99*		0,83		0,23	

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Tab. 7-4 Fortsetzung

		Art		Sperber	Accipiter nisus	Turmfalke	Falco tinnunculus	Baumfalke	Falco subbuteo	Rohrweihe	Circus aeruginosus	Wespenbussard	Pernis apivorus
Model	Test												
Windkraftanlagen													
Anzahl Beobachtungen				668		732		629		515		454	
Anzahl Flächen				115		117		107		83		91	
Anzahl:				F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1												
Zeit	2	1 vs 2		70,53***		60,81***		50,43***		42,54***		71,02***	
Summäre Leistung:													
0-Hypothese	1												
Zeit	2	1 vs 2		43,02***		48,61***		39,42***		36,9***		59,35***	
Populationsstärke													
Anzahl Beobachtungen				668		732		629		515		454	
Anzahl Flächen				115		117		107		83		91	
				F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1												
Zeit	2	1 vs 2		0,16		4,92*		6,32*		1,19		30,82***	
Anzahl WEAs	3	2 vs 3		0,82		1,49		0,77		0,22		0,79	
Zeit x Anzahl	4	3 vs 4		0,62		0,01		0,01		3,36		0,08	
Leistung WEAs	5	2 vs 5		0,01		1,14		0,34		0,01		0,48	
Zeit x Leistung	6	5 vs 6		0,75		0,04		0,46		2,42		0,02	
Bruterfolg													
Anzahl Beobachtungen				436		485		292		254		174	
Anzahl Flächen				83		96		70		57		52	
				F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert		F-Wert	
0-Hypothese	1												
Zeit	2	1 vs 2		2,46		0,47		0,46		0,13		0,01	
Anzahl WEAs	3	2 vs 3		2,85		0,62		1,75		0,01		10,64**	
Zeit x Anzahl	4	3 vs 4		0,97		2,43		0,25		0,01		6,72**	
Leistung WEAs	5	2 vs 5		2,02		0,13		2,31		0,03		8,03**	
Zeit x Leistung	6	5 vs 6		2,35		0,63		0,01		0,08		11,83***	

7.3.3 Bruterfolg

Die Anzahl flügger Jungvögel pro Brutpaar schwankte über alle Gebiete und Jahre nur geringfügig. Lediglich beim Habicht wurden Unterschiede zwischen den Jahren als (schwach-)signifikant angezeigt (Tab. 7-4).

Beim Seeadler verlief ein sich in den letzten Jahren abzeichnender positiver Trend der Gesamtpopulationsstärke parallel zum Anstieg der Windkraftanlagendichte. Ein nicht signifikanter Interaktionswert belegt aber, dass die beiden Entwicklungen zwar in dieselbe Richtung, aber ansonsten unabhängig voneinander verliefen und keine gegenseitige Beeinflussung angenommen werden kann.

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Signifikante Zusammenhänge zwischen Bruterfolg und der Dichte von Windkraftanlagen wurden beim Wespenbussard und Schwarzmilan festgestellt. In beiden Fällen war der Gesamttrend seit 1991 vergleichsweise stabil. In den letzten 3-4 Untersuchungsjahren (1998-2002) nahm der Bruterfolg jedoch deutlich ab. In diesen Zeitraum fiel auch die rasche Zunahme der Windkraftanlagendichte (für den Zeitraum 1998-2002 negative Korrelation von Bruterfolg und WKA-Dichte $r=-0,87$ für Schwarzmilan und $r=-0,83$ für Wespenbussard, vgl Abb. 7-3d und j).

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

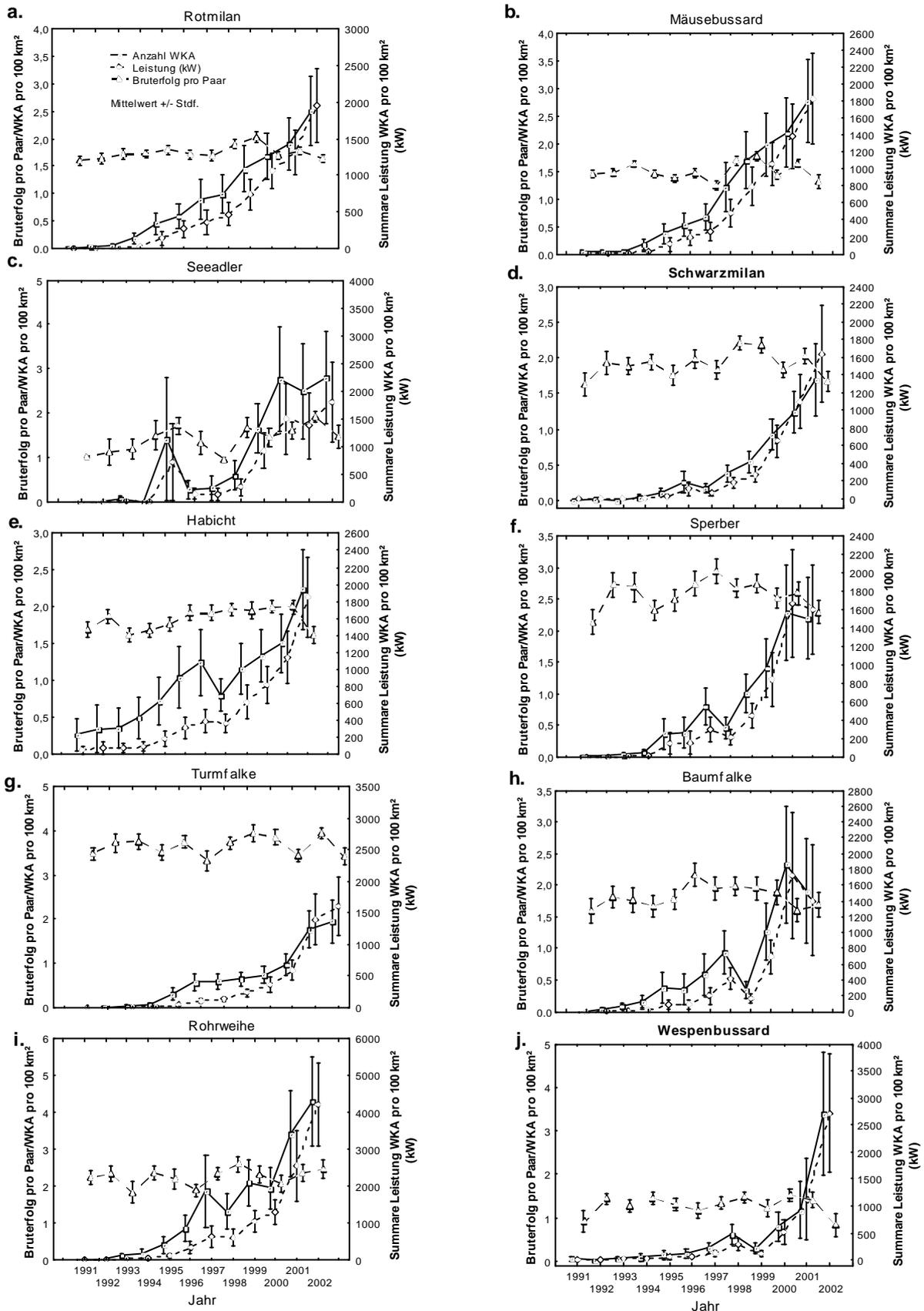


Abb. 7-3: Bruterfolg (flügge Jungvögel pro Brutpaar) von Greifvogelarten im Vergleich zur Entwicklung der Windenergie (Anzahl und summäre Leistung der Anlagen) .

7.4 Diskussion

7.4.1 Methodendiskussion

Die mathematische Korrektheit und Nachvollziehbarkeit der angewendeten statistischen Modelle wurde von einem externen Statistik-Gutachter (Dr. Michael Breuer, Universität Kiel) überprüft und bestätigt. Dennoch ist eine Reihe von Einschränkungen zu berücksichtigen, die die Aussagekraft der Ergebnisse erheblich reduzieren:

- Die Datenerhebung von Greifvögeln erfolgte von zahlreichen ehrenamtlichen Helfern und zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Für viele Monitoringflächen sind nur Aufzeichnungen für einzelne Jahre vorhanden und mit steigender Flächengröße sank in der Regel die Erfassungsgenauigkeit.
- Kleinere Flächen, die zu einem hohen Anteil oder sogar ausschließlich die für die relevanten Greifvögel in Frage kommenden Habitats umfassten, standen anderen, größeren Gebieten mit erheblichen Wald- oder Siedlungsanteilen in der Fläche gegenüber.
- In den verfügbaren Daten waren die genauen Positionen der einzelnen Horste nicht angegeben. Es konnten also keine Rückschlüsse auf die tatsächliche räumliche Nähe von Horsten und Windkraftanlagen gezogen werden, sondern lediglich auf die Anwesenheit innerhalb der z.T. recht ausgedehnten Flächen. Windkraftanlagen außerhalb der Monitoringflächen, die aber unmittelbar an diese angrenzten, wurden nicht berücksichtigt.
- Die Daten waren insgesamt inhomogen und nicht normalverteilt. Der Datensatz enthielt viele 0-Werte und starke Ausreißer.
- Die Datenaufnahme endete 2006, für die Bruterfolgsdaten sogar bereits 2002. Dies bedeutet, dass der rasante Anstieg der Windkraftanlagendichten gerade in den letzten Jahren nicht berücksichtigt werden konnte. Gegenüber dem Ende von 2006 mit ca. 19.000 WKAs in Deutschland (summierte Nennleistung ca. 20,6 GW) ist der gegenwärtige Stand (2010) mit ca. 21.000 Anlagen und Nennleistung von 27,8 GW wesentlich höher (Quellen: DEWI, EnergyMap). Verglichen mit dem Stand von 2002 (ca. 14.000 WKA, 11,8 GW Nennleistung) ist der Unterschied noch deutlicher.

Die Kernaussagen der Modellrechnung müssen kritisch gesehen werden, da bereits eine geringe Veränderung der Stichprobe zu großen Schwankungen im Datensatz führte. Der Fehler 2. Grades konnte bei der vorhandenen Datenstruktur nicht berechnet, sondern nur geschätzt werden. Damit bleibt die Möglichkeit von Scheinkorrelationen offen.

7.4.2 Ergebnisdiskussion

Die Ergebnisse der durchgeführten statistischen Analysen weisen darauf hin, dass die bisherige Dichte von WKA in den Probeflächen (Stand 2006) keinen nachweisbaren Einfluss auf

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

die Dichte der betrachteten Greifvogelarten hatte. Auch Seeadler und Rotmilan schienen in ihrer Gesamtpopulation durch Windkraft nicht gefährdet zu sein, trotz der Tatsache, dass diese Arten häufig zu den Schlagopfern gehörten. Die Vermutung, dass die Windkraftnutzung unter den übrigen anthropogenen Mortalitätsfaktoren (wie z.B. Stromleitungen, Straßenverkehr, Jagd; siehe z. B. Bevanger 1998, Kalpakis et al. 2009) für Greifvögel bislang eine vergleichsweise geringe Rolle gespielt hat, wurde schon von anderen Autoren geäußert (z.B. Erickson et al. 2001, de Lucas et al. 2004).

Es ist weiterhin zu beachten, dass für einige Arten (z.B. Seeadler) Abstandskriterien weitgehend beachtet wurden, das heißt, dass nur relativ selten WKA in unmittelbarer Nachbarschaft von Horsten errichtet worden waren. Das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen Populationsentwicklung und Windkraftausbau dürfte auch durch diese Vorsichtsmaßnahme zustande gekommen sein.

Dennoch sollte an dieser Stelle der Hinweis gebracht werden, dass die anhand unserer Analysen getroffene Aussage über einen fehlenden Zusammenhang zwischen den beiden Entwicklungen aufgrund der in Kapitel oben genannten Gründe relativiert werden muss. Eine klare Reduktion der Populationsdichte einer Greifvogelart im Zusammenhang mit der Windkraftentwicklung hätte bedeutet, dass die bereits (bis 2006) erfolgte Entwicklung der Windenergieindustrie in Deutschland ernstzunehmende Konsequenzen für den Artenschutz gehabt hätte und die betroffene Spezies in ihrem Bestand akut gefährdet wäre.

Berichte über hohe Verlustraten mit populationsgefährdenden Ausmaßen stammen meistens von Windparks in unmittelbarer Nähe zu Zugengpässen (Lekuona 2001, Telleria 2009), wo sich die ziehenden Vögel konzentrieren (Bergpässe, Meeresengen). Vögel im Brutgebiet scheinen dagegen weit weniger gefährdet zu sein (Madders & Whitfield 2006). Hunt (2002) hat trotz der von ihm registrierten hohen Verlustrate von Steinadlern an Windparks in Kalifornien die Brutpopulation als stabil angesehen. In dieser Studie wurde aber der Ausgleich der Verluste durch den Zuzug von Individuen aus entfernteren Gebieten nicht berücksichtigt (Smallwood & Thelander 2008). Ein Beleg für die Gefährdung einer gesamten Population durch die Windenergienutzung wäre dann erbracht, wenn die kollisionsbedingte Mortalität zusammen mit den übrigen Mortalitätsfaktoren die Reproduktion ausgleicht oder sogar übersteigt, wie es Smallwood et al. (2007) für die Kanincheneule (*Athene cucularia*) am Altamont Pass nachgewiesen haben. Windkraftanlagen stellen in dieser Studie allerdings nicht die alleinige Gefährdungsursache dar und bei der insgesamt geringen Populationsstärke und einem niedrigen Reproduktionserfolg konnte selbst eine geringe zusätzliche Erhöhung der Mortalität starke Auswirkungen haben.

Das Fehlen eines direkten Einflusses der Windparks, auf die in unserer Analyse berücksichtigten Monitoringflächen, kann also nicht als vollständige Entwarnung verstanden werden. Es besagt lediglich, dass gegenwärtig (Stand 2006) und deutschlandweit gesehen die negativen Einflüsse der Windkraftanlagen auf Greifvögelbestände die Schwelle zur unmittelbaren Gefährdung nicht überschritten haben.

Die Verdrängung von Greifvögeln aus ihrem Brutgebieten durch Meidung von Windkraftanlagen, wie sie bei anderen in offenen Landschaften lebenden Vogelarten nachgewiesen wurde (Hötker et al. 2006), dürfte keine Rolle gespielt haben, da die hier untersuchten Arten kein Meidungsverhalten zeigten (siehe u.a. Teilbericht Telemetrie Rotmilan).

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

Höhere Anlagendichten traten in der Regel erst ab 2002 auf, so dass die Zeitspanne zur Beobachtung der Bestandsentwicklung unter dem verstärkten Einfluss von Windrädern nur verhältnismäßig gering war. In derart kurzen Zeiträumen lassen sich normalerweise keine klaren Trends erkennen. Zudem waren die Daten zum Bruterfolg auf den Zeitraum bis 2002 beschränkt und sind daher noch weniger aussagekräftig (vgl. z.B. Reichenbach & Steinborn 2007).

Die Beobachtung, dass besonders hohe Populationsdichten z.B. des Rotmilans ausschließlich in windenergiefreien Gebieten registriert wurden, und diese insgesamt signifikant höheren Bestandsdichten aufweisen, als Gebiete mit WKA, sollte vor dem Hintergrund bewertet werden, dass es sich bei solchen überwiegend kleinen Monitoringflächen um besonders wertvolle, bereits als Naturschutzgebiete ausgewiesene Standorte handelt, an denen der Aufbau von Windparks untersagt wurde. Ein signifikanter Zusammenhang der höheren Brutpaardichten und das Fehlen der Windkraftanlagen im gleichen Gebiet könnte dennoch als Hinweis angesehen werden, dass zumindest die bislang durch größere Ansammlungen brütender Vögel charakterisierten Standorte (Brutkolonien) durch die Errichtung von Windparks gefährdet sein könnten. In solchen Gebieten sollten auch in der Zukunft keine Windparks errichtet werden (vgl. Percival 2005).

Der Einfluss von Windparks auf Wespenbussarde und Schwarzmilane sollte in der Zukunft stärker untersucht werden. Für Wespenbussarde wird eine leichte negative Tendenz in der Gesamtbrutbestandentwicklung festgestellt (Mammen & Stubbe 2009). Die Datenbasis in Zusammenhang mit Windkraft ist für diese Art jedoch vergleichsweise lückenhaft, so dass statistischen Ergebnisse, die auf einen gewissen Effekt der Windkraft auf den Bruterfolg hinweisen, auch als eine Scheinkorrelation interpretiert werden können. Gegenwärtig lässt sich keine akute Gefährdung der Art durch Windparks aus diesen Ergebnissen ableiten.

7.5 Zusammenfassung

Ziel dieses Teilprojektes war es, mögliche Zusammenhänge zwischen der Errichtung von Windkraftanlagen und der Entwicklung des Bestandes und des Bruterfolgs von Greifvogelarten, insbesondere Rotmilanen, zu untersuchen. Dazu wurden langfristige Monitoring-Daten von Standorten mit und ohne Errichtung von Windkraftanlagen verglichen (Daten des Fördervereins für Ökologie und Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten e.V. <http://www.greifvogelmonitoring.de>).

Von insgesamt 225 Monitoring-Flächen mit einer Größe von 30 km² bis 2000 km² lagen zwischen 1991 und 2006 Daten für mindestens eine der Arten Rot- und Schwarzmilan, Seeadler, Mäusebussard, Wespenbussard, Baumfalke, Turmfalke, Sperber, Habicht oder Rohrweihen vor, die eine Analyse ermöglichten.

Statistische Analysen (repeated measurement ANOVAs; linear mixed-effects models fit by maximum likelihood) zeigten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Windkraftentwicklung und den Greifvogelbeständen bzw. den Bruterfolgswerten. Auffällig war jedoch, dass sehr hohe Dichten von Rotmilanen nur in Gebieten ohne WKA beobachtet werden konnten. Derzeit (Abschluss der Datenerhebung 2006) scheint aber die Windkraft noch keinen flächenhaften Einfluss auf die Greifvogelbestände in Deutschland auszuüben. Bisher

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

konnte allerdings noch nicht die räumliche Verteilung von WKA innerhalb der Probeflächen berücksichtigt werden, so dass an dieser Stelle noch weiterer Forschungsbedarf besteht.

7.6 Literatur

- Bevanger, K. (1998): Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- De Lucas, M., Janss, G.F.E., & Ferrer, M. (2004): The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13: 395-407.
- DEWI (2011): DEWI GmbH - Deutsches Windenergie Institut.
<http://www.dewi.de/dewi/index.php?id=1&L=1>
- EnergyMap.info (2011): Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.,
<http://www.energymap.info>
- Erickson, W.P., Johnson, G.D., Strickland, M. D., Young, D.P., Sernka, K.J. & Good, R.E. (2001): Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparison to other sources of avian collision mortality in the United States National Wind Coordinating Committee (NWCC). Western Ecosystems Technology Inc. Washington D.C.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009): Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 41: 1149-1160.
- Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, H. (2006): Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps of knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hunt, G. (2002): Golden eagles in a perilous landscape: predicting the effects of mitigation for wind turbine blade-strike mortality. Consultant Report to California Energy Commission, Sacramento, California, USA.
- Kalpakis, S., Mazaris, A.D., Mamakis, Y. & Pouloupoulos, Y. (2009): A retrospective study of mortality and morbidity factors for Common Buzzards *Buteo buteo* and Long-legged Buzzards *Buteo rufinus* in Greece: 1996–2005. *Bird Conservation International* 19: 15-21.
- Keiler, J. (2008): Windkraft Betreiber-Datenbasis: Register/Errichtungsdaten deutscher Windanlagen. <http://www.btrdb.de/>
- Lekuona, J.M. (2001): Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, Pamplona.
- Madders, M. & Whitfield, P.D. (2006): Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* 148: 43-56.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2003). Jahresbericht 2002 zum Monitoring Greifvögel und Eulen Europas 15: 1-101.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2009). Jahresbericht 2003 und 2004 zum Monitoring Greifvögel und Eulen Europas 16/17: 1-118.
- Percival, S.M. (2005). Birds and windfarms: what are the real issues? *British Birds* 98: 194-204.
- R development core team (2008): <http://www.r-project.org/>

7 Populationsentwicklung, Bruterfolg und Windkraftnutzung

- Reichenbach, M. & Steinborn, H. (2007): Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel", 6. Zwischenbericht, Gutachten im Auftrag von MMJ GmbH, http://arsu.de/de/media/fiebing_gutachten_2007.pdf
- Smallwood, K.S., Thelander, C.G., Morrison, M.L. & Rugge, L.M. (2007): Burrowing owl mortality in the Altamont Pass Wild Resource Area. *Journal of Wildlife Management* 71: 1513-1524.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2008): Bird Mortality in the Altamont Pass Wild Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management* 72: 215-223.
- Sovacool, B.K. (2009). Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. *Energy Policy* 37: 2241-2248.
- Tellería, J.L. (2009): Potential impacts of wind farms on migratory birds crossing Spain. *Bird Conservation International*, Published online by Cambridge University Press 06 Apr 2009 doi:10.1017/S0959270908008137.

8 Fazit, Risikoeinschätzung, Minimierung von Konflikten, Empfehlungen für die Praxis, Forschungsbedarf

Hermann Hötker¹, Tobias Dürr², Bodo Grajetzky³, Thomas Grünkorn³, Ralf Joest⁴, Oliver Krone⁵, Kerstin Mammen^{1,6}, Ubbo Mammen⁶, Georg Nehls³, Leonid Rasran¹, Alexander Resetaritz^{1,6}, Gabriele Treu⁵

¹Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen Hermann.Hoetker@NABU.de

²Staatliche Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, Buckower Dorfstr. 34, D-14715 Nennhausen-Buckow

³BioConsult SH, Brinckmannstr. 31, D-25813 Husum

⁴Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest, Teichstraße 19, D-59505 Bad Sassendorf-Lohne

⁵Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin

⁶ÖKOTOP, Willy-Brandt-Straße 44, D-06110 Halle

8.1 Risikoabschätzung

Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Untersuchungen haben die bereits für andere Greifvogelarten geäußerte Vermutung bestätigt, dass Greifvögel sich nicht oder kaum von WKA gestört fühlen oder sich verdrängen lassen. Stattdessen kollidieren sie im Vergleich zu ihrer Häufigkeit in der Landschaft überproportional häufig mit WKA. Dies gilt nicht nur für Deutschland sondern wird auch von zahlreichen internationalen Studien bestätigt (Smallwood & Thelander 2004, Drewitt & Langston 2006, Madders & Whitfield 2006, de Lucas et al. 2007, NINA 2011).

8.1.1 Rotmilan

Für den Rotmilan konnten in der hier vorgelegten Untersuchung keine Hinweise auf eine Meidung der WKA und eine räumliche Verdrängungseffekte durch Windparks gefunden werden. Offensichtlich wird die Entscheidung eines Rotmilan-Individuums, wohin es zur Nahrungssuche fliegt, ganz überwiegend durch die Verfügbarkeit der Nahrung im Brutgebiet bestimmt und weniger davon, ob sich dieser Ort in einem Windpark befindet oder nicht. Bestimmte Strukturen, die durch die Einrichtung des Windparks entstanden sind (Wege, Brachen am Mastfuß, Stell- und Wendepätze vor den Anlagen), können sogar Rotmilane anziehen, wenn sich an ihren Rändern Kleinsäugervorkommen und damit wichtige Nahrungsquellen entwickeln. Zusätzlich können weitere attraktive Nahrungsflächen durch Rotmilane in Windparks genutzt werden. Dazu zählen frühzeitig gemähte und/oder bearbeitete landwirtschaftliche Nutzflächen, die den Zugang zur Nahrung in einer Zeitphase ermöglichen, in der die Nahrungs-Erreichbarkeit auf den umliegenden, noch nicht geernteten Flächen durch hohe Vegetation erschwert ist. Auch Dunghaufen bieten solche Ernährungsmöglichkeiten.

8 Fazit

Selbst wenn entsprechende Nahrungsangebote knapp außerhalb der Windparks liegen, erhöhten sie die Besuchsfrequenz der Rotmilane in den untersuchten Windparks.

Rotmilane nutzten in den meisten Fällen flächenhaft und mit hoher Flugintensität den Bereich um ihren Horst. Je näher Windparks am Horst lagen, desto wahrscheinlicher war es, dass Rotmilane in diese hineinflogen.

Wenn Rotmilane sich in einem Windpark aufhielten, waren sie fast zwangsläufig einem hohen Risiko ausgesetzt, da sie oft in Rotorhöhe flogen (25 % der observierten Flugzeit im potenziell kollisionsgefährlichen Höhenbereich von 50-150 m) und sich offensichtlich ohne Scheu den Anlagen näherten und sogar zwischen sich drehenden Rotoren durchflogen (Beobachtungen von U. Mammen).

Die Kalkulationen im Rahmen der Band-Modellierung bestätigen die Telemetrie-Ergebnisse in verschiedenen Szenarien. Danach sanken die Kollisionswahrscheinlichkeiten mit der Zunahme der Distanz zum Nest deutlich ab (Kap. 6.3). Im Nahbereich (< 250 m) war das Kollisionsrisiko mehr als zehnfach höher und bis 750 m noch doppelt so hoch wie im Fernbereich (> 1250 m).

8.1.2 Seeadler

Auch die untersuchten Seeadler zeigten kein deutliches Meideverhalten gegenüber den WKA. Unter den in dieser Studie betrachteten Großvögeln war bei ihnen die Kollisionswahrscheinlichkeit, gemessen an der Zahl der gemeldeten Kollisionen in Bezug auf die Populationsgröße in Deutschland, am größten. Dies dürfte unter anderem auch durch die Größe der Seeadler bedingt sein. Die rein statistische Wahrscheinlichkeit, dass ein Objekt bei der Bewegung durch die von den drehenden Rotorflügeln gebildete Fläche von einem Rotorflügel getroffen wird, hängt auch von dessen Größe ab (Band et al. 2007). Auch die Fundwahrscheinlichkeit unter einer WKA dürfte bei dieser großen Adlerart deutlich höher sein als z.B. bei der Wiesenweihe.

Auch für Seeadler ist die Umgebung des Horstes ein Bereich mit besonders hoher Flugaktivität und deshalb ein Bereich mit besonders hohem Kollisionsrisiko, falls dort WKA vorhanden sein sollten. Kollisionen von Seeadlern mit Windenergieanlagen erfolgen aber auch in größerer Entfernung zum Brutrevier und eine Analyse der bisher dokumentierten Kollisionen ließ keinen allgemeingültigen Bezug zur Entfernung zu bestehenden Brutplätzen erkennen. Seeadler können in Abhängigkeit zur Habitatausstattung und -qualität weite Strecken zu den Nahrungsgebieten zurücklegen und dabei Windparks durchfliegen oder für sie geeignete Strukturen in diesen aufsuchen. Die Ergebnisse der Untersuchungen führen zu folgenden Bewertungen: Bei Windparks im Aktionsraum von Seeadlern besteht grundsätzlich ein Kollisionsrisiko mit den Anlagen. Dieses ist nicht auf den Nahbereich um die Brutplätze beschränkt und sollte daher im gesamten Aktionsraum von Seeadlern berücksichtigt werden.

8.1.3 Wiesenweihe

Die ersten registrierten Kollisionen von Wiesenweihen mit WKA wurden während der Projektlaufzeit im Jahr 2010 bekannt (Dürr 2011), so dass sich auch diese Art in die durch Totfunde belegte Reihe der betroffenen Greifvogelarten einordnet. Die bisher im Vergleich zu den beiden anderen Arten sehr geringe Zahl der aufgefundenen Kollisionsopfer an WKA in Deutschland lässt für sich nicht auf ein geringes Kollisionsrisiko schließen, zumal weitere Funde aus Spanien bekannt sind. Einige Faktoren sprechen dafür, dass Fund- und Melderaten wahrscheinlich relativ gering sind (Langgemach & Dürr 2011). Die vergleichsweise geringe Körpergröße und die Tatsache, dass Wiesenweihen in Deutschland im wesentlichen nur von April bis August, also zu einer Zeit, in der die Vegetation am höchsten ist, anwesend sind, führen dazu, dass es relativ unwahrscheinlich ist, dass eine verunglückte Weihe zufällig gefunden und gemeldet wird. Die Dunkelziffer der Windkraftopfer dürfte bei Wiesenweihen relativ hoch sein.

Die Ergebnisse zum Flugverhalten (Kap. 4.1.8) haben gezeigt, dass Flüge im Gefährdungsbereich (Balz, Beuteübergaben, Thermikkreisen, Interaktionen etc.) relativ geringe Zeitanteile einnehmen. Diese konflikträchtigen Verhaltensweisen konzentrieren sich im Umgebungsbereich des Nestes und wiederholen sich laufend während der Brutperiode: Außerhalb eines Entfernungsradius von ca. 300 m sinkt die Flugaktivitätsdichte und die Nutzung größerer Flughöhen sehr deutlich ab, wobei allerdings eine relativ hohe individuelle Variationsbreite zu berücksichtigen ist. Da Wiesenweihen nach den Ergebnissen zum Flugverhalten gegenüber WKA kein erkennbares Meidungsverhalten zeigen, ist daher im Nestbereich von einem erhöhten Kollisionsrisiko auszugehen.

In den relativ strukturreichen Revieren der Untersuchungsgebiete in Schleswig-Holstein war lediglich eine sporadische Nutzung von Windparks festzustellen und es zeigte sich, dass Wiesenweihen durch die Präsenz von attraktiven Jagdhabitaten (Salzwiesen, strukturreiches Grünland) von der Nutzung der Windparkflächen ferngehalten werden können. Umgekehrt wurde nachgewiesen, dass attraktive Habitate in bzw. in der Nähe von Windparks zu einer Konzentration von Wiesenweihen im Einflussbereich von WKA führen. Generell ist davon auszugehen, dass Windparks insbesondere in strukturarmen Agrarlandschaften, in denen ein Mangel an geeigneten Strukturen (Randsäume etc.) bzw. Habitaten (extensiv genutztes Grünland, Brachen etc.) herrscht, als Ruhe- und Nahrungshabitat genutzt werden.

Zusammenfassend lässt sich folgern, dass das Kollisionsrisiko für die Wiesenweihe in erster Linie von der Entfernung des Neststandortes zu Windparks und der begleitenden Struktur Ausstattung abhängt. Diese Bewertung aus den Beobachtungsdaten wird auch durch die Anwendung des Kollisionsmodells nach Band (2007) in verschiedenen Abstandsradien bestätigt: Die Simulationsergebnisse zeigen, dass der Effekt der Entfernung Nest-WKA andere Einflussgrößen wie Anlagentyp und -dimensionierung deutlich übertrifft (Kap. 6.3). Die Ergebnisse lassen erwarten, dass bei einer weiteren Verdichtung von WKA im Bereich von Wiesenweihen-Brutgebieten von einer Verschärfung des Konfliktes auszugehen ist.

In den schleswig-holsteinischen Untersuchungsgebieten wurden Neststandorte mit Abständen von < 100 m zu WKA festgestellt. Die Brutverteilung zeigt, dass die Habitatwahl in diesem Gebiet sehr stark von der Präferenz von Wintergerste-Flächen als Brutplatz bestimmt wird. Lagen solche Flächen in der Nähe zu WKA, kam es zu teilweise geringen Nestabständen zu WKA. Verdrängungseffekte durch WKA waren demnach nicht erkennbar.

8 Fazit

Die GIS-gestützten Analysen in der Hellwegbörde ergaben z. T. deutlich größere Abstände der Brutstandorte zu WKA (Median 500 m, Minimalabstand 170 m), wobei die Brutverteilung hier noch von weiteren störenden Habitat-Faktoren beeinflusst wurde (z. B. Hangneigung, Höhe ü NN, Vertikalstrukturen). Für die bestehenden WKA dieses Gebietes wurde allein kein Einfluss festgestellt, jedoch ergab sich für die zusammengefasste Gruppe der punktuellen Vertikalelemente, bestehend aus WKA und Strommasten, ein signifikant negativer Einfluss auf die Brutverteilung. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass in Brutgebieten durch additive Wirkungen mit bereits vorhandenen störenden Strukturen (Siedlungen, Waldränder, Strommasten) Verdrängungseffekte mit resultierenden vergrößerten Meidungsabständen auftreten können, wenn eine Mindestgröße offener Feldfluren unterschritten wird (Griesenbrock 2006, siehe auch Kap. 4.2.5.5).

8.1.4 Übrige Greifvogelarten

Für Greifvögel allgemein hatten neben der Entfernung vom Horst und von bevorzugten Nahrungsgebieten andere Merkmale der WKA bzw. ihrer Lage weniger deutliche Auswirkungen auf die Kollisionsrisiken. Für Greifvögel, insbesondere Geier, stellen WKA auf kahlen Berg Rücken oder kahlen Berggraten eine besondere Gefahr dar, da Greifvögel hier oft die günstige Thermik nutzen oder auch jagen (Hötcker et al. 2004). Solche Phänomene sind vor allem in Windparks in Spanien und im Südwesten der USA beobachtet worden (Lucas et al. 2004, Smallwood & Thelander 2004), nicht jedoch in Deutschland, wo es entsprechende Lebensräume kaum gibt. Einzelne stehende WKA führen offensichtlich zu höheren Kollisionsrisiken als WKA innerhalb von Windparks. Außerdem kommt es auf Ackerstandorten offensichtlich häufiger zu Kollisionen als in anderen Habitaten. Die Effekte, das heißt die Unterschiede in den Kollisionsrisiken, sind jedoch vermutlich gering.

8.2 Empfehlungen für die Praxis

8.2.1 Rotmilan

Eine Reduzierung des Kollisionsrisikos kann durch einen ausreichend hohen Abstand zwischen WKA und Rotmilan-Horsten erreicht werden. Je größer der Abstand zwischen WKA und Rotmilan-Horst ist, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit für Rotmilane, mit den Rotoren der WKA zu kollidieren. Mit einem Abstand von 1250 m lässt sich nach den vorliegenden Daten das Kollisionsrisiko deutlich reduzieren, da in diesem Radius ein großer Teil der Flugaktivitäten der Rotmilane stattfindet.

Außer durch einen ausreichend hohen Abstand zum Horst kann das Kollisionsrisiko gesenkt werden, indem der Windpark und seine unmittelbare Umgebung möglichst unattraktiv für nahrungssuchende Rotmilane gestaltet wird. Dieses könnte erreicht werden, wenn innerhalb des Windparks auf den Anbau von Feldfutter und anderen Kulturen, die zur Brutzeit der Milane (bis Mitte Juli) gemäht werden, verzichtet werden könnte. Die Ernte sollte im Windpark möglichst erst dann beginnen, wenn zuvor bereits andere Felder in der Region geerntet wur-

8 Fazit

den. Dies trifft in großen Teilen Deutschlands auf Wintergerste und -raps zu, weil dies die ersten Kulturen sind, die geerntet werden. Es sollten auch keine andere für Rotmilane attraktive Nahrungsquellen wie z.B. Dunghaufen innerhalb des Windparks angelegt werden. Die Brachflächen am Mastfuß sollten zum einen so klein wie möglich sein, zum anderen sollten sie unattraktiv für Rotmilane gestaltet werden: Sie sollten also vor Ende Juli weder gemäht noch umgebrochen werden. Windparks sollten nur in ausreichendem Abstand zu offensichtlichen Attraktionspunkten von Rotmilanen errichtet werden.

Möglicherweise können attraktive Nahrungsplätze, die außerhalb von Windparks geschaffen werden, Rotmilane davon abhalten, in die Windparks zu fliegen (z.B. regelmäßig gemähte Luzerneflächen, siehe Kap. 3.6). Natürlich ist zu beachten, dass in dicht besiedelten Räumen solche Flächen von mehreren Brutpaaren genutzt werden, die durch diese attraktive Nahrungsfläche je nach räumlicher Konstellation wiederum gerade durch den Windpark gelockt werden können. Außerdem sind allerdings auch die Vorkommen anderer Greifvogelarten und nicht brütender Rotmilane zu beachten.

Die dargestellte Maßnahme kann zwar das Problem „Rotmilankollision an Windkraftanlagen“ nicht vollständig lösen, aber – bei richtiger und konsequenter Umsetzung – reduzieren.

8.2.2 Seeadler

Eine Verringerung des Kollisionsrisikos kann aufgrund der fehlenden Meidung von WKA durch Seeadler insbesondere über den Ausschluss der Errichtung neuer WKA im Umfeld der bekannten Neststandorte oder der Meidung funktionaler Flugachsen zwischen Nest und Nahrungsgebieten erreicht werden. Um das Kollisionsrisiko für Seeadler zu minimieren sollten alle für Seeadler attraktiven Strukturen in der Fläche des Windparks (Ansitzwarten für Beuteflüge, Äsungsflächen für Gänse, Feldsölle und Weiher als Lebensraum für Wasservögel, etc.) als potenzielle Anziehungspunkte betrachtet und in der Planung und der Bewertung von Windparks berücksichtigt werden, da sie zu einem erhöhten Risiko führen könnten. Auch sollte speziellen, regelmäßig genutzten Flugkorridoren von Seeadlern auch zu weiter entfernt liegenden Nahrungsgebieten bei der Planung von WKA Rechnung getragen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen führen zu folgenden Empfehlungen: Bei der Planung von Windparks sollten die Flächen grundsätzlich in einem Radius von 6 km um bekannte Brutplätze auf Vorkommen von Adlern (Flugbewegungen) geprüft werden. Potenzielle Windparkflächen sollten bezüglich ihrer Struktur und der Lage hinsichtlich bevorzugter Flugrouten von Seeadlern zwischen Brutplätzen und Nahrungsgebieten geprüft werden. Regionen mit hohem Adlervorkommen erscheinen aus der Sicht des Artenschutzes in Bezug auf das Kollisionsrisiko von Seeadlern als nachteilig. Dies sollte bei der Ausweisung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung berücksichtigt werden.

8.2.3 Wiesenweihe

Das Kollisionsrisiko für Wiesenweihen an WKA kann durch die räumliche Trennung von Brutgebieten und Windparks deutlich reduziert werden. Vorrangiges Ziel von Schutz- und

8 Fazit

Vermeidungsmaßnahmen für die Wiesenweihe liegt in der Erhöhung der Attraktivität und Qualität von Habitaten außerhalb von Windparks, um die Nutzung der Weihen von Windparks zu verringern bzw. zu vermeiden. Dazu sind die Bruthabitate und die Nahrungshabitate in Form von Flächen mit geeigneter Vegetation bzw. landwirtschaftlicher Nutzung innerhalb der Aktionsräume anzulegen und miteinander zu vernetzen. Die Wiesenweihe erweist sich durch ihre Abhängigkeit von bewirtschaftetem Grünland bzw. nahrungsreichen Brachen etc. und ihrer Präferenz von linearen Randstrukturen als Nahrungshabitate in ihrer Raumnutzung als sehr gut lenkbar.

Für die Wiesenweihen sollten Schutzmaßnahmen vorrangig den langjährig besetzten Brut-schwerpunkträumen dienen. Das Kollisionsrisiko kann durch die räumliche Trennung von Brutgebieten und Windparks reduziert werden. Zu berücksichtigen ist aber, dass Brutplätze innerhalb der Gesamtfläche häufig gewechselt werden, was mit teilweise erheblichen räumlichen Verlagerungen einhergeht. Daher ist es entscheidend, ausreichend große, unbebaute Brutgebiete mit geeigneter Struktur in den Kerngebieten des Vorkommens zu definieren und zu erhalten. Diese sind durch Betrachtung der Brutplatzverteilung eines ausreichend langen Zeitraumes abzugrenzen und durch naturschutzrechtliche bzw. planerische Vorkehrungen zu sichern.

Potenzielle Brutgebiete außerhalb von Windparks können durch die Schaffung, bzw. Erhaltung attraktiver Bruthabitate durch geeignete Vegetationsstrukturen aufgewertet werden. Dazu zählen z.B. der Anbau bzw. die Erhöhung des Flächenanteils an Wintergerste (Bruthabitat), extensiv bewirtschaftetem Grünland (Weiden, Mähwiesen als Jagdhabitat) sowie Ackerrand-, Gewässerrandstreifen und Saumbrachen als lineare Jagdhabitate im Verbund mit flächigen Nahrungshabitaten in den Hauptnahrungsgebieten.

Innerhalb von Windparks sollten keine attraktiven Nahrungs- und Brutflächen geschaffen werden bzw. bestehende außerhalb von Windparks verlegt werden. Das betrifft insbesondere den Anbau der als Bruthabitat präferierten Wintergerste sowie extensiv genutzte Mähwiesen und Weiden innerhalb von Windparks. Bestehende Grünlandflächen in unmittelbarer Nähe zu WKA sollten während der Brutsaison nicht gemäht bzw. beweidet werden, um die Zugänglichkeit der Bodenoberfläche bei der Jagd zu erschweren (vgl. Rotmilan).

In Konflikträumen sollten die genannten Maßnahmen in ein großräumiges Habitat-Management zu integrieren, das die gezielten Maßnahmen auf wechselnden landwirtschaftlichen Nutzflächen (Bruthabitat) und Grünland-Extensivierungs-Programmen (Nahrungshabitat) vernetzt. Die Maßnahmen sollten räumlich so zu geplant werden, dass eine Verlagerung der Brutplätze und eine Lenkung der Vögel entlang von linearen Jagdhabitaten (Ackerrandstreifen, Grabenstrukturen etc.) außerhalb der Windparks erreicht wird ist.

Wie Rotmilane nutzen auch Wiesenweihen frisch gemähte Grünlandflächen intensiv, wobei die Attraktivität dieser Flächen auch bei dieser Art aufgrund der vermutlich schnell sinkenden Kleinsäugerbestände auf wenige Tage beschränkt ist. So können in Grünlandgebieten Mahdsysteme im Rahmen von Habitatmanagementprogrammen eine effektive Aufwertung von Nahrungsflächen bewirken. In Gebieten mit Luzerne-Anbau lassen sich derartige Maßnahmen analog zum Management beim Rotmilan durch die Ermöglichung mehrmaliger Mahden pro Saison auf wechselnden Teilflächen effektiv umsetzen.

8.3 Forschungsbedarf

Der Vergleich der sehr umfangreichen Daten des Greifvogelmonitorings mit den Ausbaudaten der Windkraft haben bis zum Jahre 2006 keine Beeinflussung der Greifvogelbestände durch WKA erkennen lassen (Kap. 7). Von Ende 2005 bis Ende 2010 wurden in Deutschland 4033 weitere, in der Regel deutliche größere und leistungsstärkere WKA in Betrieb genommen (Bundesverband Windenergie 2011) und es ist geplant, die Zahl der WKA zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung noch erheblich zu erhöhen. Die Untersuchungen zum Rotmilan zeigen deutlich, dass das Kollisionsrisiko mit sinkendem Abstand zwischen WKA und Greifvogelhorst steigt. Ob, und falls ja in welchem Maße, sich der weitere Ausbau der Windkraft auf die Populationsentwicklung von Greifvögeln auswirken wird, lässt sich anhand der bisher erhobenen Daten nicht beurteilen. Das von der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg geführte Fundkataster gibt nicht mehr als einen ersten Eindruck von der Fundhäufigkeit, da weder die Wahrscheinlichkeit, dass ein verunglückter Vogel gefunden wird noch die, dass ein gefundener Vogel gemeldet wird, bekannt ist. Damit ist auch die Zahl der an WKA verunglückten Greifvögel in Deutschland oder die Kollisionsrate von Greifvögeln immer noch nicht bekannt. Bellebaum et al. (2012) gehen anhand von Hochrechnungen davon aus, dass jährlich etwa 3,1 % des nachbrutzeitlichen Rotmilanbestands Brandenburgs an Windkraftanlagen verunglücken. Die verlässliche Bestimmung von Kollisionsraten ist zwar methodisch aufwändig (Smallwood & Thelander 2004, Grünkorn et al. 2009, Niermann et al. 2011) und damit zeitintensiv, letztendlich aber unerlässlich um die Bedeutung des Windkraftausbaus auf die Populationsentwicklung zu beurteilen.

Das BMU fördert diesbezüglich das Forschungsprojekt „Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen“ (Laufzeit 01.11.2011 bis 31.10.2014, FKZ 0325300A-D). Ziel des Projektes ist, mit einer systematischen Freilandstudie in mehreren norddeutschen Bundesländern repräsentative Daten zur Kollisionsrate von Vögeln mit Windenergieanlagen an Land zu erhalten. Dazu werden regelmäßige Linientransektsuchen von Kollisionsopfern durchgeführt. Mit Hilfe von experimentell bestimmten Korrekturfaktoren wird die Anzahl tatsächlich kollidierter Vogel berechnet. Weiterhin werden Verhaltensbeobachtungen von Vögeln zur Bewertung des Kollisionsrisikos an bestehenden Anlagen durchgeführt. Darüber hinaus soll der Einfluss der zusätzlichen Mortalität modelliert und damit die Frage der Erheblichkeit auf Populationsniveau behandelt werden. Das Projekt soll das in der öffentlichen Wahrnehmung sehr präsente Thema möglichst abschließend bewerten helfen.

Die Auswirkung der durch WKA verursachten Mortalität auf Greifvogelpopulationen in Deutschland lässt sich anhand von Populationsmodellen (Carrete et al. 2009, Krüger et al. 2010) überprüfen, die für die wichtigsten Arten aufgestellt werden müssten.

Für den Seeadler konnte die Raumnutzung in dem Vorhaben nicht ausreichend untersucht werden, so dass weiter offene Fragen zum Verhalten von Seeadlern im Bereich von Windparks bestehen. Weitere Untersuchungen zum Flugverhalten von Seeadlern mit räumlich und zeitlich hochauflösenden Sendern (GPS) werden daher empfohlen.

Bei der Wiesenweihe erscheint die Erprobung, Erfolgskontrolle und Weiterentwicklung der dargestellten Habitatmanagement-Maßnahmen als vorrangig zur Erreichung der angestrebten Reduktion des Kollisionsrisikos. Zukünftige Forschungsvorhaben sollten neben der Er-

8 Fazit

fassung weiterer Grundlegendaten (z. B. Flugverhalten, Habitatnutzung an bislang nicht untersuchten Sonderstandorten) stets auch die praktische Umsetzung von Habitat-Steuerungsmaßnahmen beinhalten). Dazu sind z. T. langfristige Monitoring-Programme zu integrieren.

8.4 Literatur

- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (eds): Birds and Wind Power. Lynx Edicions, Barcelona.
- Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F. & Mammen, U. (2012): Rotmilan und Windenergie in Brandenburg - Auswertung vorhandener Daten und Risikoabschätzung. ÖKOTOP im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Bundesverband Windenergie (2011): <http://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/windenergieanlagen-deutschland> (30.6.2011).
- Carrete, M., Sanchez-Zapata, J. A., Benitz, J. R., Lobin, M. & Donazar, J. A. (2009): Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation* 142: 2954–2961
- Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. (2006): Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148, Supplementum 1: 29-42.
- Dürr, T. (2009): Zur Gefährdung des Rotmilans *Milvus milvus* durch Windenergieanlagen in Deutschland. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen Heft 3: 185-191.
- Dürr, T. (2011): Zur Gefährdung von Wiesenweihen durch Windenergieanlagen (WEA). <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.206060.de>
- Griesenbrock, B. (2006): Habitat und Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* L. in der Hellwegbörde. Diplomarbeit, Institut für Landschaftsökologie, Westfälische-Wilhelms-Universität Münster, Münster.
- Grünkorn, T., Diederichs, A., Poszig, D., Diederichs, B. & Nehls, G. (2009): Wie viele Vögel kollidieren mit Windenergieanlagen? *Natur und Landschaft* 84: 309-314.
- Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse - Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. 1-80. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz, Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Krüger, O., Grünkorn, T. & Struwe-Juhl, B. (2010): The return of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) to northern Germany: Modelling the past to predict the future. *Biological Conservation* 143: 710-721.
- Langgemach, T. & Dürr, T. (2011): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Stand 13. Mai 2011. 33 Seiten. (http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2334.de/vsw_tak_2011.pdf)
- Lucas, M. d., Janss, G. F. E. & Ferrer, M. (2004): The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13: 395-407.
- Madders, M. & Whitfield, D. P. (2006): Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* 148, Supplementum 1: 43-56.

8 Fazit

- Niermann, I., Brinkmann, R., Korner-Nivergelt, F. & Behr, O. (2011): Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (eds): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. 40-115. Cuvillier, Göttingen.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2004): Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Ressource Area. 1-363. Final report by BioResource Consultants to the California Energy Commission.
- Smallwood, K.S., Bell D.A., Snyder, S.A. & Didonato, J.E. (2010): Novel scavenger removal trials increase wind turbine-caused avian fatality estimates. *Journal of Wildlife Management* 74: 1089-1097.