

Erhebung von Grundlagendaten zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Uhus an Windenergieanlagen im Landesteil Schleswig

Zwischenbericht



Thomas Grünkorn
Jorg Welcker

Husum, März 2018

**Im Auftrag des Landesverbandes Eulen-Schutz Schleswig-Holstein e. V.,
in Zusammenarbeit mit Prof. Krüger Universität Bielefeld**

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	MATERIAL UND METHODEN.....	2
2.1	Senderspezifikationen	2
2.2	Analyse der Flugweise des Uhus.....	4
2.3	Auswahl der Uhreviere/ Uhufang.....	4
3	ERGEBNISSE	7
3.1	Flächennutzung/ Homerange	7
3.1.1	Weibchen Hochmoor	7
3.1.2	Männchen Hochmoor	10
3.1.3	Männchen Rosacker	11
3.1.4	Männchen Lindewitt.....	14
3.2	Flugdauer, Flugstrecke und Unterbrechung zwischen zwei Flügen	18
3.3	Prüfung der Meidung von WEA	20
3.4	Prüfung der Strukturebundenheit der Flüge	21
3.5	Flughöhe	23
4	DISKUSSION	26
5	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT.....	33
6	AUSBLICK.....	34
7	LITERATUR.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	GPS/GSM-Batteriesender mit Teflonbändern für die Befestigung als Rucksack. Die rechte Seite des Senders zeigt in die Flugrichtung des Vogels.	3
Abb. 2	Männchen des Brutplatzes „Lindewitt“ nach der Besenderung.....	3
Abb. 3	Brutplätze des Uhus bei Silberstedt in 2017 mit räumlicher Nähe zu Windenergieanlagen. Der nördliche Kreis markiert den Brutplatz "Hochmoor", der südliche den Brutplatz "Rosacker".....	5
Abb. 4	Raumnutzung des Weibchen Hochmoor vom 19.07.2017 bis zum 22.11.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.	8
Abb. 5	Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Weibchens Hochmoor.	9
Abb. 6	Raumnutzung des Männchens Hochmoor. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.	11
Abb. 7	Jorg Welcker mit Männchen Rosacker.	12
Abb. 8	Raumnutzung des Männchens Rosacker vom 19.07.2017 bis zum 31.12.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.	13
Abb. 9	Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Männchens vom Brutplatz Rosacker.	14
Abb. 10	Raumnutzung des Männchens Lindewitt vom 11.07.2017 bis zum 31.12.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.	15
Abb. 11	Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Männchens Lindewitt.	16
Abb. 12	Zwei fast flügge Jungvögel am Brutplatz (Hochsitz) bei Lindewitt Mitte Juli 2017.....	17
Abb. 13	Flugdauer von vier Uhus von Juni/Juli bis Ende Dezember 2017.	18
Abb. 14	Distanz einzelner Flugsequenzen von vier Uhus von Juni/Juli bis Ende Dezember 2017.	19
Abb. 15	Rastdauer zwischen zwei nächtlichen Flügen (Kappung der X-Achse bei 30 min, die längste Rastdauer betrug bei zwei Vögeln über 15 Stunden).	20
Abb. 16	Vergleich des Anteils der Ortungen mit dem proportionalen Anteil der Fläche einzelner Entfernungsklassen zu WEA.....	21
Abb. 17	Anteil Ortungen ohne Start- und Endpunkt eines Fluges in Abhängigkeit zur Entfernung zu einem Knick im Vergleich zu erzeugten Pseudoortungen (verfünffachte zufällig verteilte Ortungen einer Flugstrecke).	22
Abb. 18	Differenz der Ortungen ohne Start- und Endpunkt eines Fluges in Abhängigkeit zur Entfernung zu einem Knick im Vergleich zu erzeugten Pseudoortungen (verfünffachte zufällig verteilte Ortungen einer Flugstrecke).	22

Abb. 19	Häufigkeit einzelner Höhenmessungen über Grund unter Anwendung von Filtern (Fluggeschwindigkeit, Ansitzhöhe und Höhendifferenz).....	24
Abb. 20	Relativer Anteil der Höhenmessungen (über Grund) in 5 m- Flughöhenklassen unter Anwendung von Filtern (Fluggeschwindigkeit, Ansitzhöhe und Höhendifferenz).....	24
Abb. 21	Flughöhe (über Grund) als Box-Whisker-Plot. Die obere Grenze des grauen Balkens entspricht 75 % aller Datenpunkte.	25
Abb. 22	Letzter Streckenflug des Männchens Hochmoor in der Nacht vom 29. auf den 30. Juni 2017. Der nordöstliche Punkt ist der regelmäßig aufgesuchte Bauernhof in 3,2 km Entfernung zum Brutplatz (Punktwolke im Fichtenwald im Südosten).....	27
Abb. 23	Homerange (Kernel 95) des Weibchens Hochmoor oben und Männchen Rosacker unten (blaue Kontur), bekannte Brutplätze des Uhus 2017 (rot) und Nester des Mäusebussards mit Prädation des Uhus von Jungvögeln des Mäusebussards von 2015 bis 2017 (grün).	28
Abb. 24	Relative Häufigkeit der Dauer eines Fluges (Teilflugabschnittes) in Klassen.	29
Abb. 25	Verteilung der Flughöhen ohne Anwendung eines Filters. Zur besseren Darstellbarkeit ist die Y-Achse bei -100 m und 100 m gekappt. Die minimale Flughöhe betrug -565 m, der Maximalwert lag bei 713 m.....	31

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Besenderte Uhus 2017.	5
Tab. 2	Koordinaten und technische Spezifikationen der WEA im Bereich von Silberstedt, die im Homerange des Männchens „Rosacker“ und Weibchens „Hochmoor“ liegen (s. u.).....	6
Tab. 3	Größe der Homeranges und Zeitanteil innerhalb des 1 km-Radius um den Brutplatz der besenderten Uhus.	17
Tab. 4	Flugparameter von vier Uhus. Angegeben ist die mediane Flugdauer [s] und Flugdistanz[m], die mittlere und maximal in einer Nacht zurückgelegte Flugstrecke, die maximale Entfernung zum Neststandort sowie der Anteil der Zeit, den die Vögel im Flug verbrachten.....	20

1 EINLEITUNG

Windenergieanlagen (WEA) können einen artenschutzrechtlichen Konflikt nach § 44 BNatSchG (Tötungsverbot) darstellen, wenn diese das Tötungsrisiko des Uhus signifikant erhöhen. Die art-spezifische Gefährdung wird kontrovers beurteilt. So stuft BREUER (2015) den Uhu als kollisionsge-fährdete Art ein, während in der bundesweiten Schlagopferkartei der Vogelschutzwarte Branden-burg („Dürr-Liste“, DÜRR 2016) bisher (Stand August 2017) mit 17 Totfunden im Vergleich zu anderen Großvogelarten (z.B. Seeadler, Rotmilan) vergleichsweise wenige Kollisionsopfer gelistet sind. In Schleswig-Holstein wurde trotz eines Uhubrutbestandes von 400 Paaren (KOOP & BERNDT 2014) bisher kein Uhu als Kollisionsopfer an WEA gefunden (dagegen 37 Seeadler). Im Rahmen der PROGRESS-Studie wurden bei systematischen Kollisionsopfersuchen in 55 Windpark-Saisons im norddeutschen Tiefland in fünf 12-wöchigen Kampagnen keine toten Uhus unter WEA gefun-den (GRÜNKORN et al. 2016). Die LAG-VSW (2015) schlägt einen Abstand zwischen zu errichtender WEA und bekanntem Uhubrutplatz von mindestens 1.000 m vor.

Die Raumnutzung dieser nachtaktiven Vogelart kann ausschließlich mit Hilfe von Telemetriestu-dien untersucht werden. Bisher wurden in Deutschland lediglich zwei Telemetriestudien an Uhus publiziert: Eine ältere Studie mit einer Positionsbestimmung über Triangulation von VHF-Signalen von SITKEWITZ (2009) in Bayern und eine neuere Studie mit GPS-Sendern aus Nordrhein-Westfalen von MIOGA et al. (2015). Für Schleswig-Holstein gibt es bisher keine Untersuchungen. Zur besse-ren Abschätzung des Kollisionsrisikos des Uhus soll mit dieser Studie im Auftrag des MELUND die Raumnutzung und das Flugverhalten dieser nachtaktiven Art im Nahbereich bestehender Wind-parks quantitativ untersucht werden. Eine solche Studie kann effizient ausschließlich mit Hilfe moderner Satellitentelemetrie erfolgen.

Ziel dieser Telemetriestudie ist es, detaillierte Daten zu Raumnutzung und Flugverhalten von meh-reren Uhu-Brutpaaren (Besenderung von zehn Altvögeln) in zwei Jahren zu erheben, wobei eine mehrjährige Studie aufgrund der jahresweise unterschiedlichen Häufigkeit des Hauptbeutetieres Feldmaus hilfreich ist.

Im Untersuchungsjahr 2017 wurden vier adulte Uhus gefangen und besendert. Für den vorliegen-den Zwischenbericht wurden die Daten dieser Vögel bis zum 31.12.2017 ausgewertet.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Senderspezifikationen

In Schleswig-Holstein ist die Besenderung ein genehmigungspflichtiger Tierversuch. Die Genehmigungen für 2017 wurden am 15.05.2017 und für 2018 am 14.02.2018 vom MELUND (Frau Dr. Sekulla) an Herrn Prof. Dr. Krüger (Universität Bielefeld, Tierversuchsleiter) erteilt.

Für dieses Projekt wurden von der Fa. Ornitela (Ramunas Zydellis, www.ornitela.com) spezielle Sender entwickelt (Abb. 1). Standardmäßig erfolgt die Ladung des Akkus moderner GPS-Sender mit Hilfe eines Solarpaneels. Aufgrund der Lebensweise des Uhus mit weitgehendem Fehlen einer Sonnenexposition wurde die Solareinheit durch eine Batterie ersetzt. Das Gesamtgewicht des Rucksacksenders wurde auf 80 g beschränkt, was dem Durchschnittsgewicht von etwa 3 % eines Weibchens und 4 % eines Männchens entspricht. Diese Größenordnung wird allgemein für Sendergewichte empfohlen und wurde bereits von MIOGA et al. (2015) beim Uhu erfolgreich eingesetzt. Für das zweijährige Projekt wurden zehn GPS/GSM-Sender angeschafft.

Die Sender wurden mit Hilfe eines speziellen Teflonbandes als Rucksack an den Vögeln angebracht. Der Sender wurde dabei am oberen Teil des Rückens positioniert (Abb. 2). Diese Lage minimiert in Verbindung mit einem Neoprenpad an der Unterseite des Senders die Gefahr des Verwackelns und somit der Beeinträchtigung des Vogels. Es gab keinen Hinweis auf Verhaltensänderungen des Uhus nach der Senderbefestigung. Für die Jagd des Uhus ist ein lautloser Flug charakteristisch, welcher auch mit dem verwendeten Rucksacksender möglich ist. Der Sender hat keine externe Antenne, welche durch Vibration, Luftbewegungen o. ä. zu Geräuschen während des Fluges führen könnte. Der Sender verschwindet zwar nicht im Rückengefieder, hat aber eine flache Bauweise mit abgerundeten Ecken, welche ebenfalls nicht zu Fluggeräuschen führen.

Bisher wurden die Sender so programmiert, dass am Tag (wechselnde Tageslängen) eine GPS-Ortung und in der Nacht zwei GPS-Ortungen pro Stunde aufgezeichnet werden. Mit Hilfe eines Beschleunigungssensors können Flüge erkannt werden, die mit einer GPS-Ortung pro Sekunde aufgezeichnet werden. Damit wird eine hochaufgelöste 3D-Aufzeichnung der Flüge erzielt. Die Datenübertragung erfolgt einmal pro Tag (ohne Aufwand im Feld) über das GSM Netz (Global System for Mobile Communication) an den Server von Ornitela und kann online abgerufen werden. Bei jeder Datenübertragung ist prinzipiell eine Änderung der Einstellungen möglich.



Abb. 1 *GPS/GSM-Batteriesender mit Teflonbändern für die Befestigung als Rucksack. Die rechte Seite des Senders zeigt in die Flugrichtung des Vogels.*



Abb. 2 *Männchen des Brutplatzes „Lindewitt“ nach der Besenderung*

2.2 Analyse der Flugweise des Uhus

Folgende Fragen sollen mit Hilfe des Datensatzes aufgezeichneter Flüge beantwortet werden:

- Bestimmung von Reviergröße, mittleren und maximalen Flugdistanzen.
- Bestimmung des Anteils der Flugzeit am gesamten Zeitbudget der Vögel.
- Ermittlung der Flughöhenverteilung insbesondere unter Berücksichtigung der Rotorhöhe der WEA.
- Bewertung der Strukturgebundenheit der Flüge, insbesondere der Bedeutung von Knicks.
- Erfassung zeitlicher Muster der Flugaktivität im Verlauf der Nacht sowie möglicher Änderungen der Raumnutzungsmuster im Jahresverlauf.
- Prüfung der Meidung der vorhandenen WEA (Frage der flächenproportionalen Nutzung).
- Bestimmung möglicher Flugkorridore beispielsweise von häufig genutzten Jagdflächen zum Neststandort.

2.3 Auswahl der Uhreviere/ Uhufang

Die räumliche Nähe von Uhrevieren zu Windparks war ausschlaggebend für die Auswahl der Fangorte. Bei zwei im Raum Silberstedt bekannten Brutplätzen liegen insgesamt 12 WEA im potenziellen Beeinträchtigungsbereich (1 km) und alle 60 WEA im Prüfbereich für Nahrungsgebiete (4 km) (Abb. 3). Für die GIS-Auswertung konnte der aktuelle WEA-Bestand anhand des Shapes „WKA-Gesamtbestand_20171206_LLUR“ mit dem Bearbeitungsstand von 06.12.2017, welches uns vom LLUR zu Verfügung gestellt wurde, genutzt werden (Tab. 2).

Im Juni und Juli 2017 wurden im Landesteil Schleswig vier Altvögel gefangen und mit Sendern ausgestattet (Tab. 1). Von den vier Altvögeln der zwei Brutpaare im Raum Silberstedt (Brutplatz „Hochmoor“ und „Rosacker“, siehe Abb. 3) wurden drei Altvögel gefangen.

Aufgrund anfänglich fehlenden Fangerfolges am Brutplatz Hochmoor wurden zusätzliche geeignete Brutplätze ausgewählt und das Brutmännchen bei Lindewitt gefangen. An diesem Standort befinden sich weniger WEA im Nahbereich des Brutplatzes, so dass bisher nur eine vergleichsweise geringe Anzahl Flugstrecken im Windpark lagen.

Bis Ende Februar 2018 zeichneten die Sender insgesamt bereits über 650.000 GPS-Positionen auf. In 2018 soll versucht werden, sechs weitere Altvögel zu fangen.

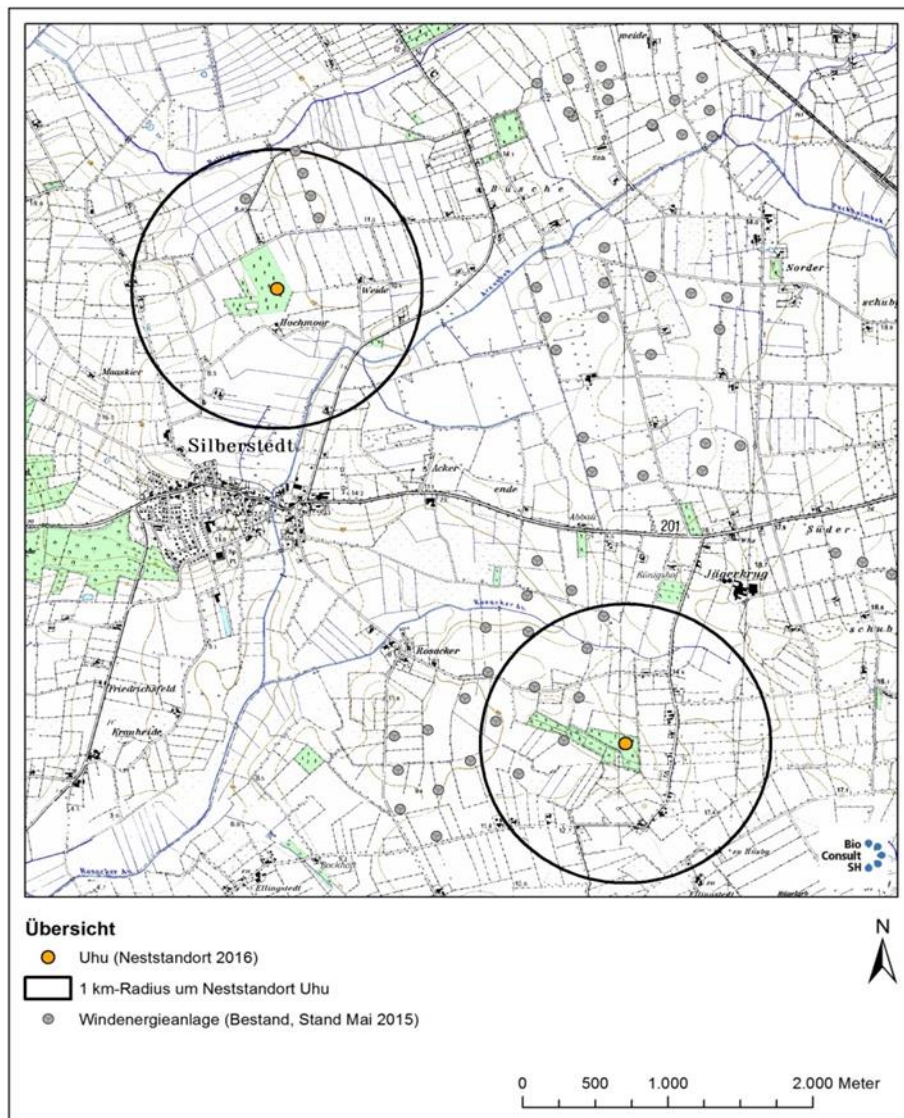


Abb. 3 Brutplätze des Uhus bei Silberstedt in 2017 mit räumlicher Nähe zu Windenergieanlagen. Der nördliche Kreis markiert den Brutplatz "Hochmoor", der südliche den Brutplatz "Rosacker".

Tab. 1 Besenderte Uhus 2017.

Brutplatz/Fangort	X-DECDEG	Y-DECDEG	Geschlecht	Fangdatum
Rosacker/Silberstedt	54,50140	9,41671	M	30.05.2017
Lindewitt	54,70628	9,19809	M	11.07.2017
Hochmoor/Silberstedt	54,53023	9,37656	M	17.07.2017
Hochmoor/Silberstedt	54,53023	9,37656	W	18.07.2017

Tab. 2 Koordinaten und technische Spezifikationen der WEA im Bereich von Silberstedt, die im Home-range des Männchens „Rosacker“ und Weibchens „Hochmoor“ liegen (s. u.).

GEMEINDE	OSTWERT	NORDWERT	NABEN- HÖHE	ROTOR- DURCHMESSER	GESAMT- HÖHE	UNT. ROTOR- DURCHGANG	LEISTUNG	TYP
Silberstedt	32526715	6040128	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32526352	6039853	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Jübek	32526858	6044062	100	82	141	59	2000	REpower MM 82
Silberstedt	32526308	6040250	74	52	100	48	850	Vestas V-52/850 kW
Jübek	32526808	6044303	59	82	100	18	2000	REpower MM 82
Silberstedt	32525387	6039501	65	70	100	30	1500	REpower MD 70
Jübek	32526371	6044182	65	47	89	42	660	Vestas V-47/660 kW
Jübek	32527317	6044061	65	47	89	42	660	Vestas V-47/660 kW
Jübek	32527557	6043989	65	47	89	42	660	Vestas V-47/660 kW
Silberstedt	32526084	6039607	62	77	101	24	1500	REpower MD 77
Jübek	32526462	6044279	59	82	100	18	2000	REpower MM 82
Silberstedt	32526369	6040757	65	70	100	30	1500	Südwind S 70, Nx 70229
Jübek	32526588	6043975	100	82	141	59	2000	REpower MM 82
Silberstedt	32525617	6039544	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Jübek	32527162	6043885	80	82	121	39	3400	REpower 3.4 M
Silberstedt	32526331	6040508	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Jübek	32527350	6043852	100	82	141	59	3400	REpower 3.4 M
Silberstedt	32524361	6043352	50	41	71	30	500	Nordtank NTK 500/41
Silberstedt	32526021	6042263	92	115	150	35	3000	Enercon
Lürschau	32527975	6043889	93	114	150	36	3200	Senvion 3.2M114
Lürschau	32528237	6043604	93	114	150	36	3200	Senvion 3.2M114
Schuby	32526430	6042504	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526832	6043003	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32527626	6042416	65	52	91	39	850	Vestas V-52/850 kW
Schuby	32527678	6042645	65	52	91	39	850	Vestas V-52/850 kW
Schuby	32526365	6042719	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526500	6042270	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526826	6042502	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526829	6042752	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526746	6041394	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32527769	6041583	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Schuby	32526606	6040544	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32526826	6040460	65	70	100	30	1500	Nordex S 70
Schuby	32527098	6041368	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Schuby	32527507	6041402	65	47	89	42	660	Vestas V-47/660 kW
Schuby	32527529	6041600	65	47	89	42	660	Vestas V-47/660 kW
Schuby	32527149	6042793	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Schuby	32526685	6041642	65	70	100	30	1500	Südwind S-70
Schuby	32528425	6040813	50	43	72	29	600	Nordex N-43
Schuby	32528610	6040748	50	43	72	29	600	Nordex N-43
Schuby	32527429	6042675	65	70	100	30	1500	REpower MD 70
Ellingstedt	32524824	6039053	62	77	100	23	1500	Vensys
Schuby	32527153	6042236	59	82	100	18	2000	REpower MM 82
Ellingstedt	32525289	6038722	62	77	100	23	1500	Vensys
Silberstedt	32525653	6042271	92	115	150	35	3000	Enercon
Ellingstedt	32525121	6038968	62	77	100	23	1500	Vensys
Silberstedt	32525771	6041942	92	115	150	35	3000	Enercon
Silberstedt	32526083	6041788	92	115	150	35	3000	Enercon
Ellingstedt	32525413	6039258	65	70	100	30	1500	REpower MD 70
Silberstedt	32524706	6043696	50	41	71	30	500	Nordtank NTK 500/41
Ellingstedt	32525425	6038978	65	70	100	30	1500	Südwind S 70 Nx 70231
Silberstedt	32524756	6043537	50	41	71	30	500	Nordtank NTK 500/41
Ellingstedt	32526242	6039231	65	70	100	30	1500	Südwind S 70 Nx 70230
Silberstedt	32524811	6043376	50	41	71	30	500	Nordtank NTK 500/41
Ellingstedt	32525677	6038783	62	77	101	24	1500	REpower MD 77
Silberstedt	32524865	6043217	50	41	71	30	500	Nordtank NTK 500/41
Ellingstedt	32525691	6039115	65	70	100	30	1500	REpower MD 70
Silberstedt	32525911	6039324	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32525873	6039772	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32526030	6039958	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32526014	6040278	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32526554	6039470	50	43	72	29	600	Tacke TW 600
Silberstedt	32526658	6039780	50	43	72	29	600	Tacke TW 600

3 ERGEBNISSE

3.1 Flächennutzung/ Homerange

3.1.1 Weibchen Hochmoor

Dieser Vogel wurde am 18.07.2017 mit einer Kastenfalle mit einer Haustaube als Lockvogel in der Nähe des Brutplatzes gefangen. Im Mai wurden zwei mittelgroße Jungvögel in dem Nest in einer Fichte gesehen. Im Fangzeitraum konnten keine Jungvögel gefunden werden. Aufgrund der guten Tarnung der Jungvögel und dem Verhalten der Altvögel kann dennoch von weitentwickelten Jungvögeln zu diesem Zeitpunkt ausgegangen werden.

Der Sender zeichnete bis zum 23.11.2017 kontinuierlich Daten auf. Die Laufzeit des Senders lag etwas niedriger als erwartet. Ob zu niedrige Batteriespannung zum Abbruch der Datenaufzeichnung geführt hat oder ein nicht näher bestimmbarer Defekt des Senders vorliegt kann ohne Wiederfang des Vogels nicht geklärt werden.

Daten Raumnutzung

Datengrundlage: 19.07. bis 22.11.2017 mit 123.681 Ortungen,

Homerange: Kernel 95: 20,9 km², Kernel 50: 1,2 km²(Abb. 4),

Flugstrecke: 774 km, maximale Flugstrecke pro Nacht 21,7 km, durchschnittliche Strecke pro Nacht 6.094 m (Abb. 5 oben), durchschnittliche maximale Entfernung vom Neststandort pro Nacht: 1.613 m (Abb. 6 unten).

Zeitanteil im 1 km-Radius: 65 %.

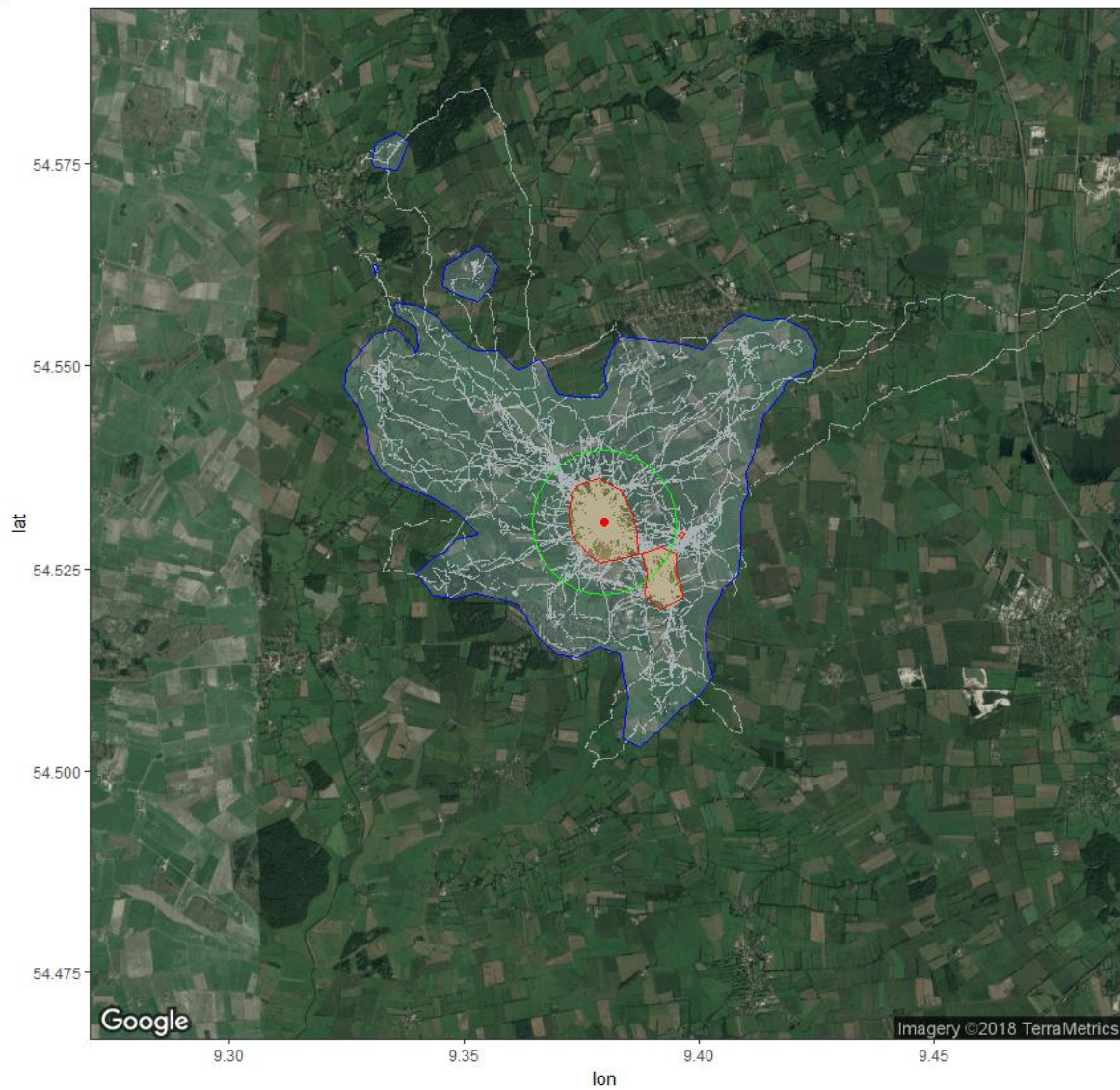


Abb. 4 *Raumnutzung des Weibchen Hochmoor vom 19.07.2017 bis zum 22.11.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.*

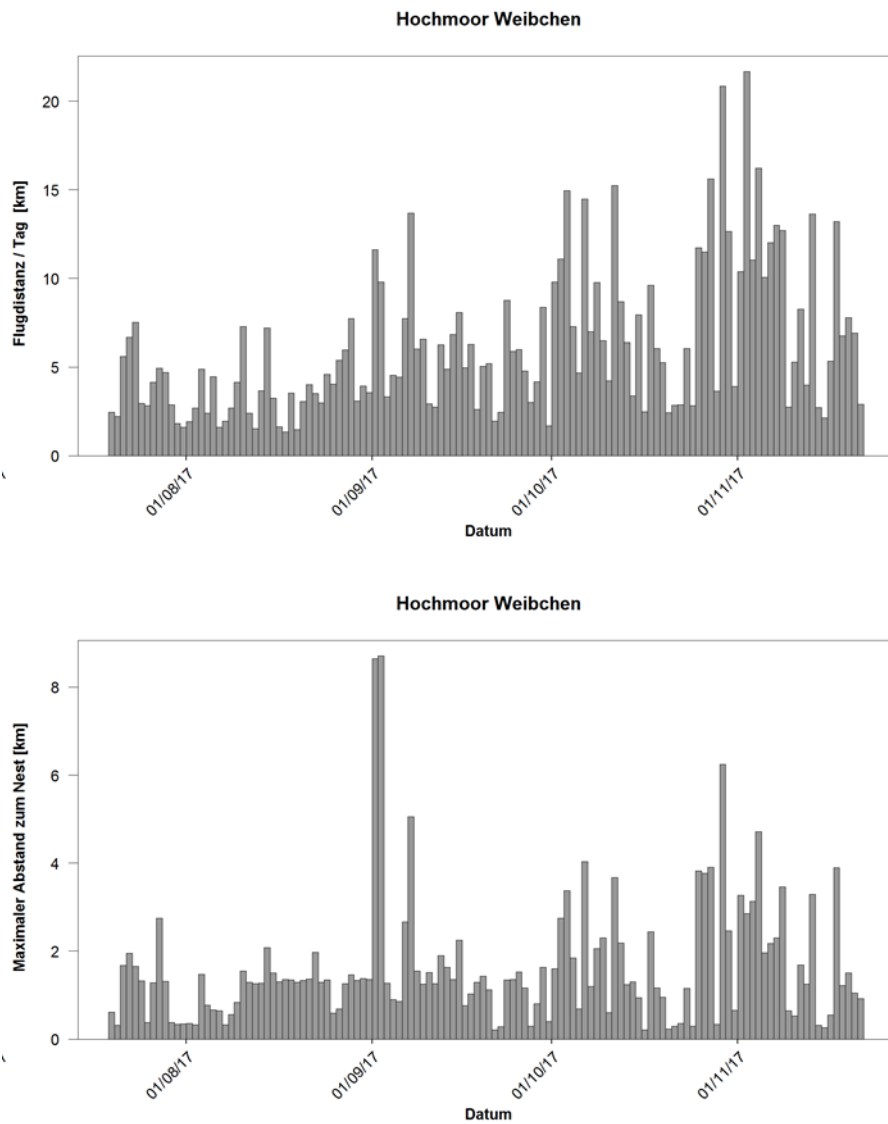


Abb. 5 Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Weibchens Hochmoor.

3.1.2 Männchen Hochmoor

Dieser Vogel wurde am 17.07.2017 mit einer Kastenfalle mit einer Haustaube als Lockvogel in der Nähe des Brutplatzes gefangen (Brutstatus und Brutverlauf s. 3.1.1 Weibchen Hochmoor). Der Vogel zeigte 13 Nächte mit hoher Flugaktivität, in denen er zumeist einen 3,2 km in nordöstlicher Richtung gelegenen Bauernhof aufsuchte (Abb. 6). Ab dem 01.08.2017 nahm die Aktivität sehr stark ab, indem der Vogel kaum noch flog und zuletzt den Brutwald nicht mehr verließ. Der Vogel starb in der Nacht vom 06. auf den 07. 08.2017. Die Inaktivität des Vogels fiel erst verspätet auf, da die Daten zwar täglich dem Server von Ornitela überspielt jedoch nicht täglich ausgewertet werden. Eine Woche später wurde der Vogel gefunden, die Todesursache konnte nicht mehr bestimmt werden, da der Körper - vermutlich von einem Fuchs - bereits zerrissen und die Verwesung bei der Wärme im August schon weit fortgeschritten war. Eine Sekundärvergiftung mit Rattengift auf dem häufig aufgesuchten Bauernhof kann zum Tod des Vogels geführt haben. Eine toxikologische Untersuchung konnte aufgrund des schlechten Zustandes des Vogelkörpers nicht durchgeführt werden. Es gibt keine Hinweise auf Auswirkungen des Fanges oder des Senders.

Daten Raumnutzung

Datengrundlage: 19.07. – 30.07.2017 mit 14.637 Ortungen,

Homerange: Kernel 95: 6,2 km², Kernel 50: 1,6 km² (Abb. 6),

Flugstrecke: insgesamt 115 km, max. Strecke pro Nacht 16,4 km, durchschnittliche Strecke pro Nacht 9,6 km,

Zeitanteil im 1 km-Radius: 51 %,

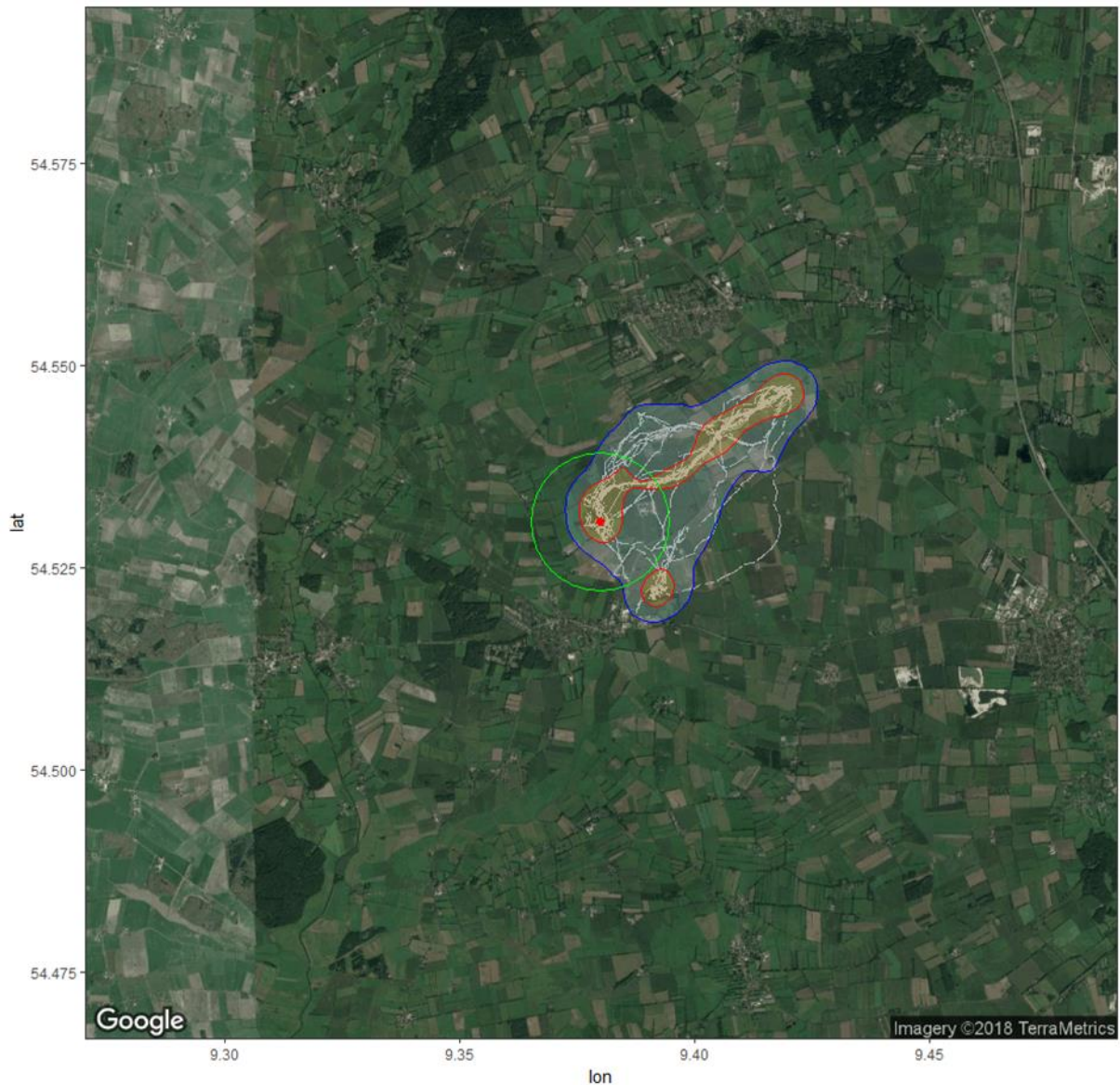


Abb. 6 *Raumnutzung des Männchens Hochmoor. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.*

3.1.3 Männchen Rosacker

Dieser Vogel wurde am 30.05.2017 mit einem Japannetz am Brutplatz am Waldboden gefangen (Abb. 7). Zu diesem Zeitpunkt waren drei etwa zehntägige Jungvögel in der Nestmulde. Ende Juni waren zwei fast ausgewachsene Jungvögel im Bereich des Brutplatzes, die später nicht mehr gefunden wurden. Im Umfeld des Brutplatzes gibt es eine ausgeprägte Strauchschicht mit Brombeeren u. a., so dass wir – auch unter Berücksichtigung des Verhaltens des Brutmännchens – von flügenden Jungvögeln ausgehen.

Die Datenübertragung erfolgt weiterhin (Stand 28.02.2018). Im Rahmen dieses Zwischenberichtes wurden Ortungen bis zum 31.12.2017 berücksichtigt. Die Kernel 50-Kontur zeigt einen Schwerpunkt am Brutplatz und zwei Schwerpunkte südwestlich des Brutplatzes. Diese betreffen einen

Bauernhof mit Maissilage sowie einen kleinen Wald, den der Vogel nach der Brutzeit häufig aufsuchte.

Daten Raumnutzung

Datengrundlage: 03.06.17 – 01.01.18, Sender noch aktiv (28.02.18), 180.307 Ortungen (bis 31.12.2017),

Homerange: Kernel 95: 20,9 km², Kernel 50: 1,2 km²(Abb. 8),

Flugstrecke: insgesamt 1.122 km, maximale Flugstrecke pro Nacht 18,9 km, durchschnittliche Strecke pro Nacht 5,269 m (Abb. 9 oben), durchschnittliche maximale Entfernung vom Neststandort pro Nacht: 1.781 m (Abb. 9 unten).

Zeitanteil im 1 km-Radius: 73 %.



Abb. 7 *Jorg Welcker mit Männchen Rosacker.*

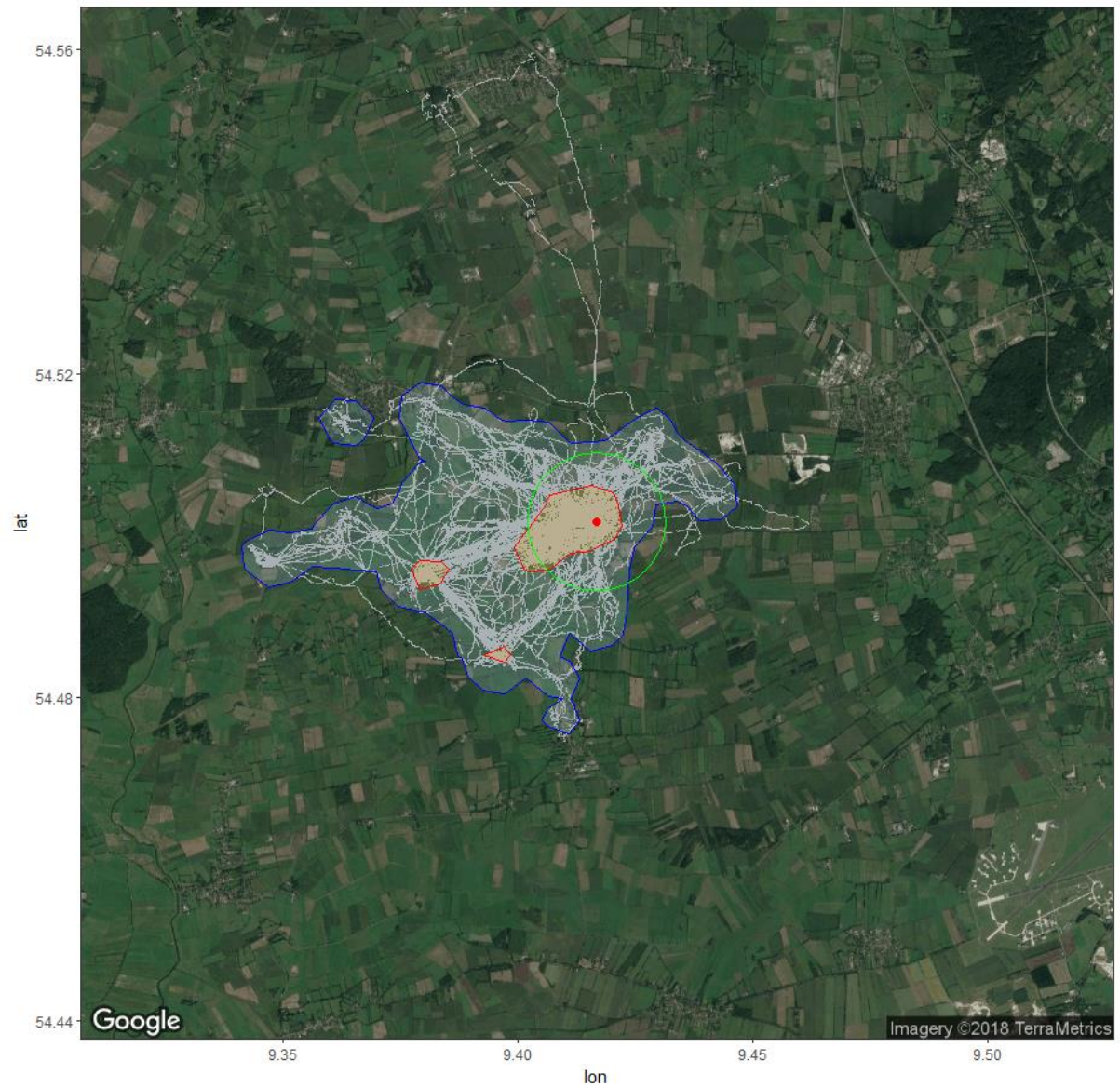


Abb. 8 *Raumnutzung des Männchens Rosacker vom 19.07.2017 bis zum 31.12.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.*

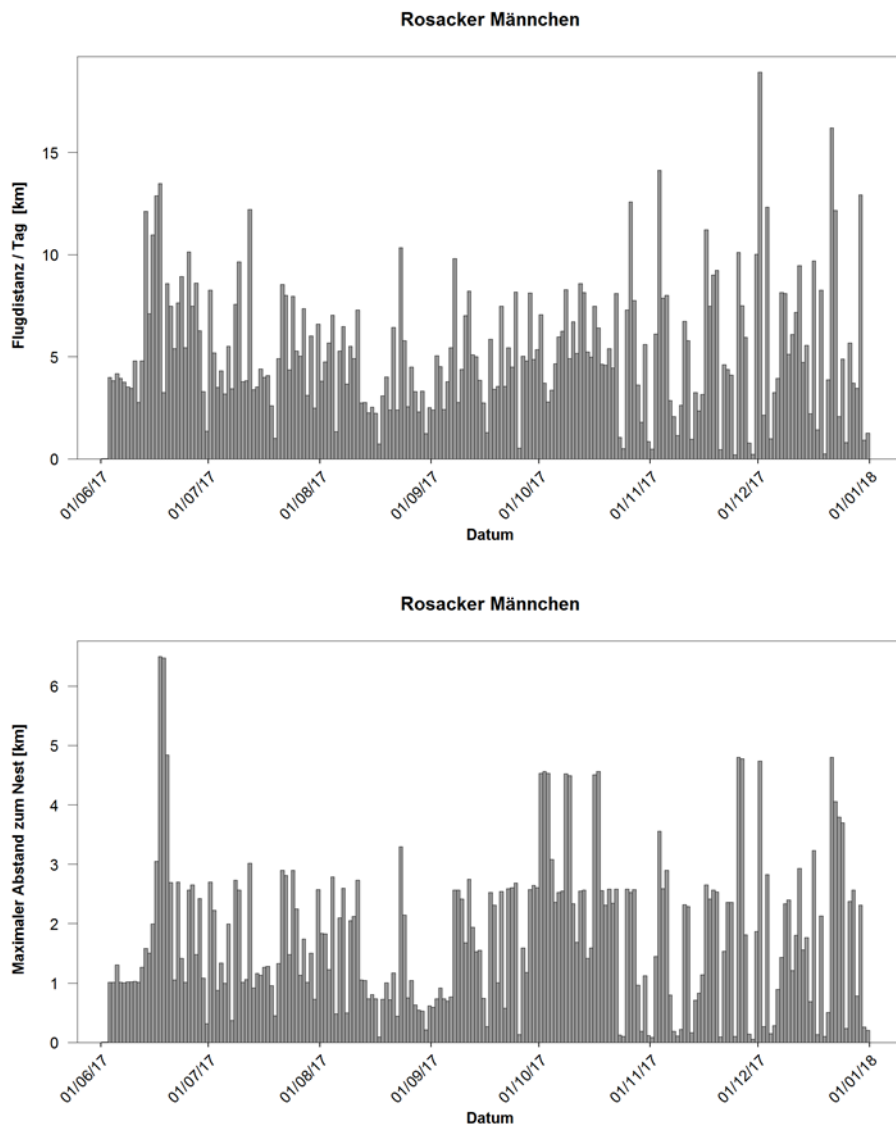


Abb. 9 Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Männchens vom Brutplatz Rosacker.

3.1.4 Männchen Lindewitt

Dieser Vogel wurde am 11.07.2017 mit einer Kastenfalle mit einer Haustaube als Lockvogel am Brutplatz gefangen. Zum Fangzeitpunkt befanden sich zwei etwa 6-7 Wochen alte Jungvögel am Neststandort (Abb. 12). Die Datenübertragung erfolgt weiterhin (Stand 28.02.2018). Im Rahmen dieses Zwischenberichtes wurden Ortungen bis zum 31.12.2017 berücksichtigt.

Daten Raumnutzung

Datengrundlage: 11.07.17 – 31.12.2017, Sender noch aktiv (28.02.18), 179.722 Ortungen (bis 31.12.2017),

Homerange: Kernel 95: 19,4 km², Kernel 50: 3,1 km²(Abb. 8),

Flugstrecke: insgesamt 1.166 km, maximale Flugstrecke pro Nacht 15,3 km durchschnittliche Strecke pro Nacht 6.664 m (Abb. 9 oben), durchschnittliche maximale Entfernung vom Neststandort pro Nacht: 2.008 m (Abb. 9 unten).

Zeitanteil im 1 km-Radius: 61 %.

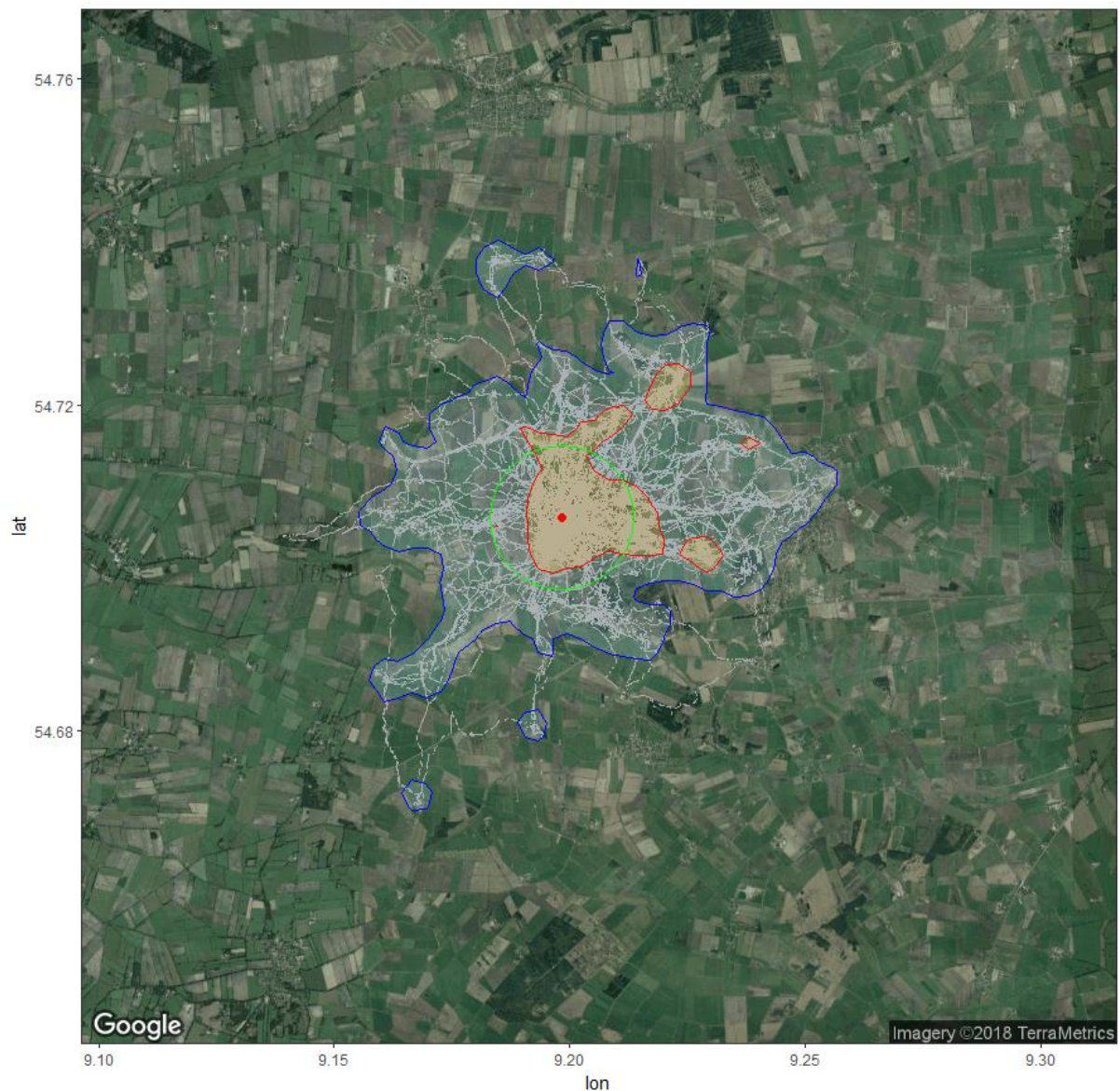


Abb. 10 *Raumnutzung des Männchens Lindewitt vom 11.07.2017 bis zum 31.12.2017. Brutplatz: roter Punkt, Flugstrecken: weiß, 1 km-Abstandsempfehlung zu WEA: grün, Kernel 95: blau, Kernel 50: rot.*

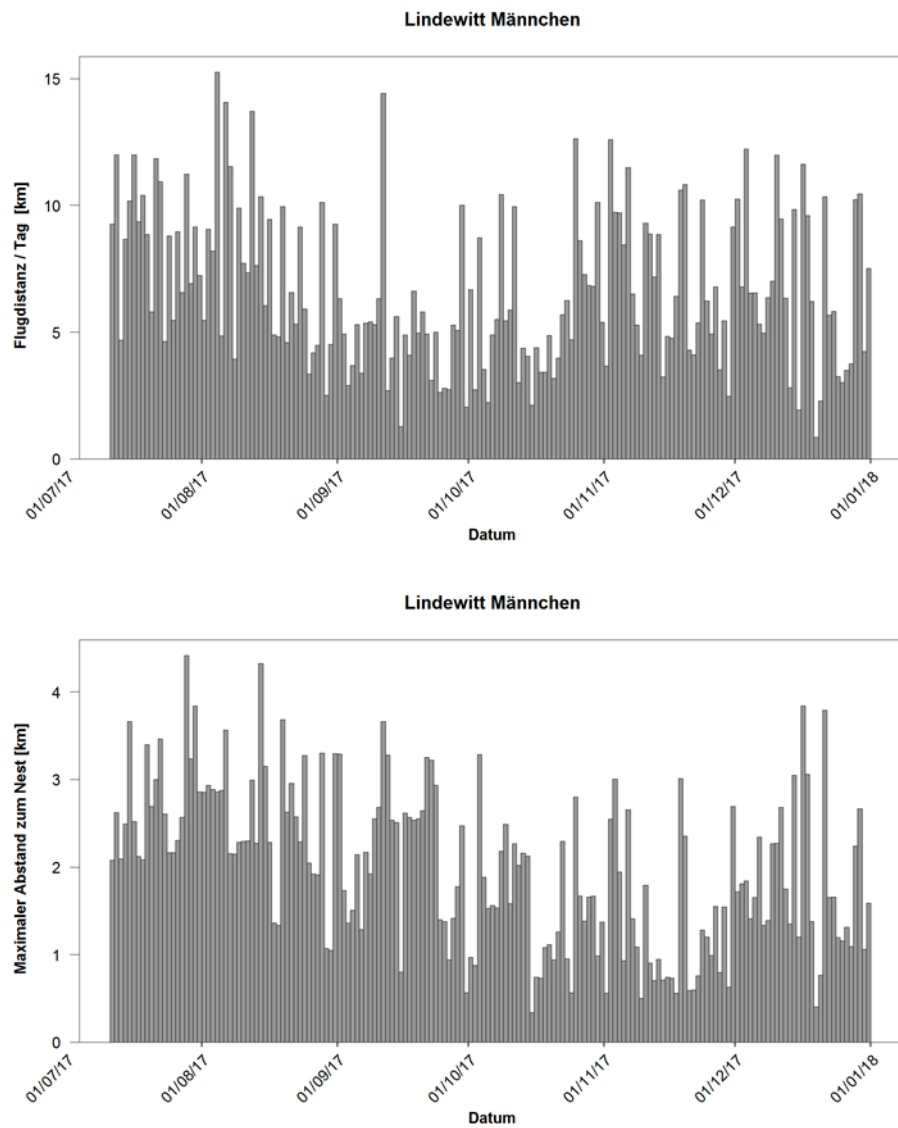


Abb. 11 Summarische Flugstrecken und maximale Entfernung zum Brutplatz einer Nacht des Männchens Lindewitt.



Abb. 12 Zwei fast flügge Jungvögel am Brutplatz (Hochsitz) bei Lindewitt Mitte Juli 2017.

Die Ausdehnung des Homeranges der vier besenderten Uhus (drei Männchen, ein Weibchen) zeigt die Tab. 3. Eine Kernel-Analyse der Ortungen berechnet für diese Vögel 14 bis 21 km² (Schwelle 95) und 1,2 bis 3,1 km² (Schwelle 50). Die Sender von zwei Uhus liefern weiterhin Daten, so dass die hier gezeigte Größe der Homeranges sich – auch im Verlauf der Jahreszeit – noch ändern können.

Tab. 3 Größe der Homeranges und Zeitanteil innerhalb des 1 km-Radius um den Brutplatz der besenderten Uhus.

Individuum	Start	Ende	Anzahl Ortungen	Homerange 95 [km ²]	Homerange 50 [km ²]	% innerhalb 1 km
Hochmoor M	19.07.17	31.07.17	14.637	6,2	1,6	51
Hochmoor W	19.07.17	22.11.17	123.681	20,9	1,2	65
Rosacker M	03.06.17	01.01.18	180.307	14,3	1,3	73
Lindewitt M	11.07.17	01.01.18	179.722	19,4	3,1	61

3.2 Flugdauer, Flugstrecke und Unterbrechung zwischen zwei Flügen

Flugaktivität der Uhus wurde prinzipiell über den Bewegungssensor der Sender erkannt. Da eine Flugaktivierung jedoch vereinzelt auch durch andere Aktivitäten der Vögel ausgelöst wurde (Putzen, Schütteln o.ä.) wurden zusätzlich weitere Parameter zur Definition eines Flugs herangezogen. So musste die vom GPS-Sender gemessene Geschwindigkeit über Grund zwischen zwei Positionen mindestens 10 km/h erreichen.

Zusätzlich wurde auch die Zeitdauer berücksichtigt, die der GPS Sender benötigt, um nach Aktivierung des Flugmodus durch den Bewegungssensor die erste Position zu bestimmen. Im Mittel lag diese Zeit zwischen 5 - 6 Sekunden, in einzelnen Fällen wurden jedoch auch Werte von >30 Sekunden erreicht. Bei sehr kurzen Flügen konnte daher die Zeit zwischen der Bestimmung der ersten Position während eines Flugs und Beendigung des Flugs zu kurz für eine Messung der Flugeschwindigkeit durch den GPS Sender sein. In diesen Fällen wurde eine Distanz von mindestens 20 m zwischen der ersten Position eines Flugs und der vorangegangenen Position als Kriterium herangezogen. Diese Definition stellte sich als guter Kompromiss zwischen dem „Verpassen“ einzelner sehr kurzer Flüge (Flugdistanz <20 m bei gleichzeitig überdurchschnittlicher Zeit der ersten Positionsbestimmung) und der fälschlichen Einstufung von GPS-Messfehlern als Flugaktivität heraus.

Die Dauer der einzelnen Flüge war in der Regel sehr kurz (Abb. 13). Dreiviertel aller Flüge (77 %) hatten eine Länge bis zu 20 Sekunden. Der Median der Flugdauer betrug für vier Uhus 11, 11, 12 und 14 Sekunden. Maximal wurde eine Flugdauer von 93 Sekunden festgestellt.

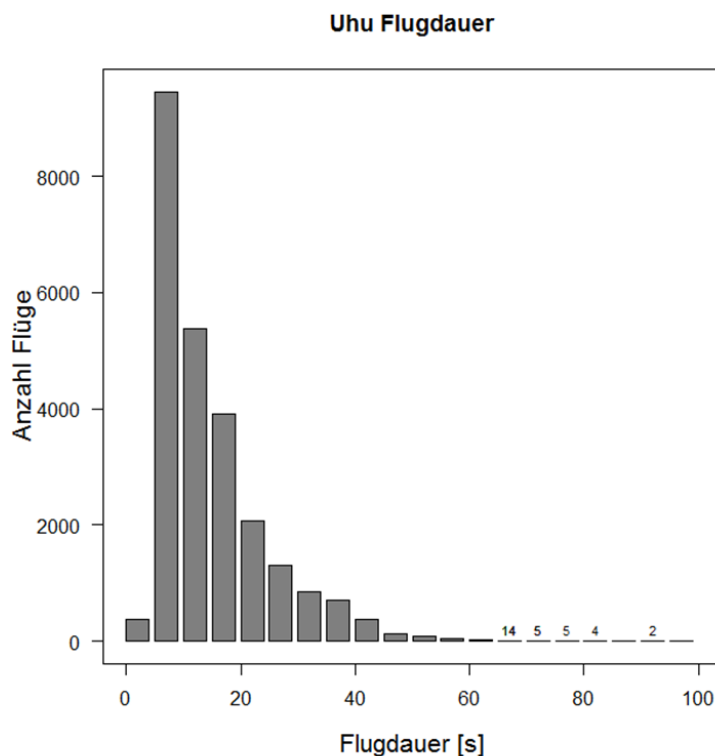


Abb. 13 Flugdauer von vier Uhus von Juni/Juli bis Ende Dezember 2017.

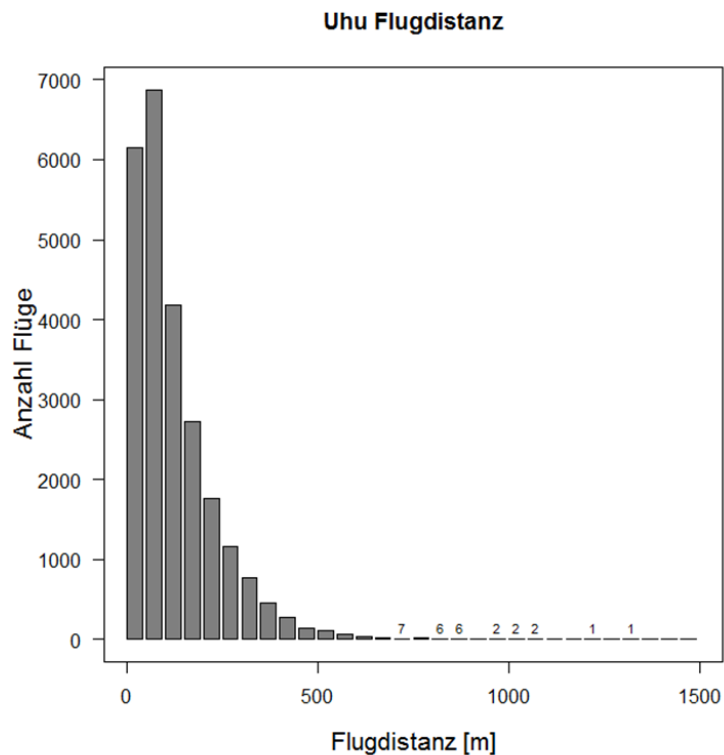


Abb. 14 Distanz einzelner Flugsequenzen von vier Uhus von Juni/Juli bis Ende Dezember 2017.

Dementsprechend war auch die Distanz eines einzelnen Fluges sehr kurz (Abb. 14). Im Median lag die Flugdistanz der einzelnen Vögel zwischen 90 und 134 m (Tab. 4). Die maximal während eines einzelnen Flugs zurückgelegte Strecke betrug 1.345 m.

Die Verweildauer der Uhus zwischen zwei nächtlichen Flügen variierte sehr stark und lag zwischen wenigen Sekunden bis zu mehreren Stunden. Am häufigsten wurden Flugpausen (Rastdauer) von etwa zwei Minuten festgestellt, der Median lag bei etwa fünf Minuten (Abb. 15).

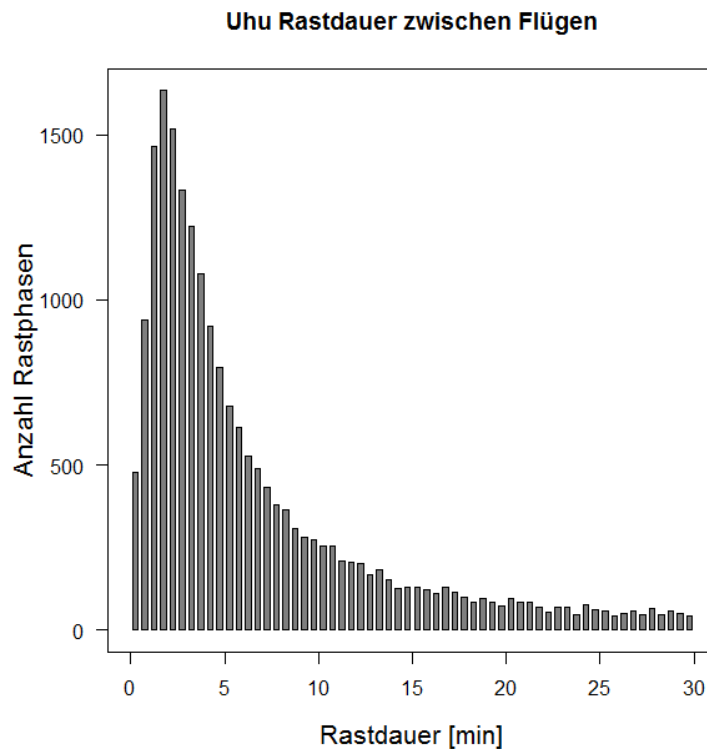


Abb. 15 Rastdauer zwischen zwei nächtlichen Flügen (Kappung der X-Achse bei 30 min, die längste Rastdauer betrug bei zwei Vögeln über 15 Stunden).

Tab. 4 Flugparameter von vier Uhus. Angegeben ist die mediane Flugdauer [s] und Fluglänge [m], die mittlere und maximal in einer Nacht zurückgelegte Flugstrecke, die maximale Entfernung zum Neststandort sowie der Anteil der Zeit, den die Vögel im Flug verbrachten.

Individuum	Median Flugdauer [s]	Median Fluglänge [m]	max. Strecke [km]	mittlere Strecke [km]	max. Entfernung [km]	Anteil [%] Flugaktivität
Hochmoor W	11	90	21,7	6,1	8,7	0,8
Hochmoor M	14	135	16,4	9,6	3,2	1,1
Rosacker W	12	94	18,9	5,3	4,4	0,7
Lindewitt M	11	95	15,3	6,7	6,5	0,9

3.3 Prüfung der Meidung von WEA

Zur Prüfung einer potenziellen Meidung von WEA wurde der festgestellte Anteil der Uhu-Ortungen im Umkreis von bis zu 150 m um die WEA mit dem aufgrund der Flächenverhältnisse zu erwartenden Anteil verglichen. Die relative Verteilung aller Ortungen der vier Uhus in Abhängigkeit des Abstandes zu einer WEA entsprach dabei der Flächengröße einer Entfernungsklasse (Abb. 16). Diese flächenproportionale Verteilung der Ortungen belegt die fehlende Meidung von WEA. Uhus nutzen ihr Homerange ohne WEA auszuweichen. Damit ist grundsätzlich ein Kollisionsrisiko der Art gegeben.

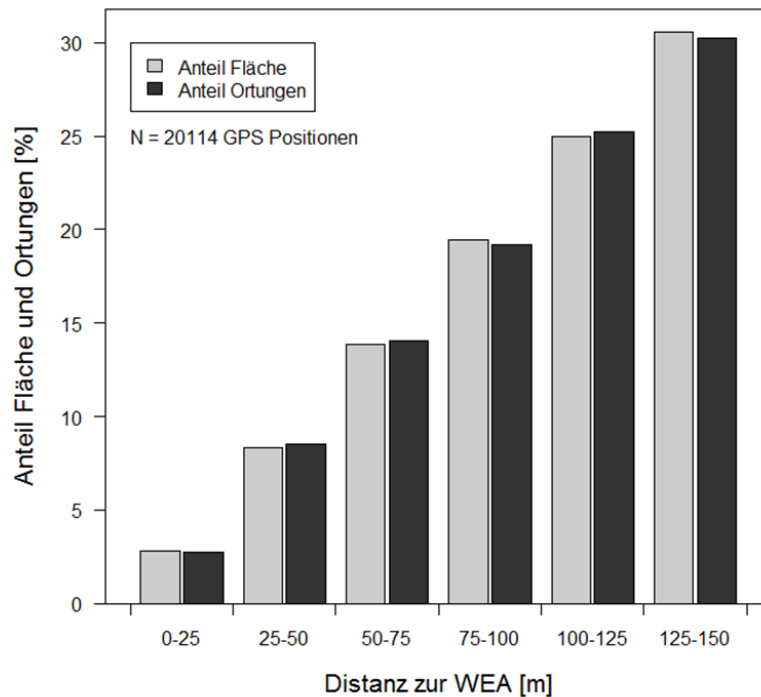


Abb. 16 Vergleich des Anteils der Ortungen mit dem proportionalen Anteil der Fläche einzelner Entfernungsklassen zu WEA.

3.4 Prüfung der Strukturgebundenheit der Flüge

Im Rahmen der landesweiten Knick-Digitalisierung von Planiglobe GmbH im Auftrag des LLUR wurden die Knickshapes der TK25 Jübek (1422) und Hollingstedt (1522) prioritär bearbeitet und uns zur Verfügung gestellt. Die Homeranges der Uhus von Hochmoor und Rosacker sind abgedeckt und nur wenige einzelne Flugstrecken liegen außerhalb dieser topographischen Karten.

Wir gehen davon aus, dass Start und Endpunkte von Flügen zumeist auf Bäumen aus Baumreihen und Knicks (insbesondere Überhänger) liegen. Für die Prüfung einer strukturgebundenen Flugweise blieben daher alle Start und Endpunkte eines Fluges unberücksichtigt. Als von den Strukturen unabhängige Referenzwerte wurde jede einzelne Flugstrecke fünf Mal zufällig über die beiden TK25 verteilt. Für jede tatsächliche Ortung und alle „Pseudo-Ortungen“ wurde dann die Entfernung zum nächstgelegenen Knick berechnet. Aus dem Vergleich der Verteilung der Pseudo-Ortungen und der tatsächlichen Uhuortungen in Abhängigkeit zur Entfernung von Knicks konnte eine schwache, aber statistisch signifikante Bevorzugung linearer Strukturen der Flüge gefolgert werden („Generalized additive model“ mit binomialer Fehlerstruktur, $\chi^2=1125$, $p < 0,001$). Die beiden ersten Entfernungsklassen zeigen die höchste positive Abweichung vom Referenzwert (Abb. 17). Da der Anteil der Flugpositionen in Strukturnähe jedoch nur etwa 3 % über dem Erwartungswert lag, ist von einer nur gering ausgeprägten Strukturgebundenheit der Flüge im Untersuchungsraum auszugehen.

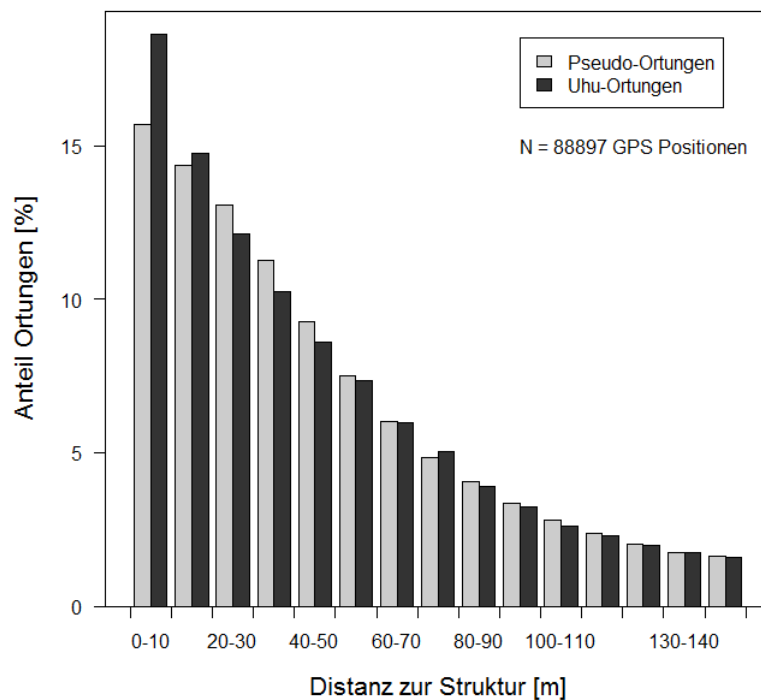


Abb. 17 Anteil Ortungen ohne Start- und Endpunkt eines Fluges in Abhängigkeit zur Entfernung zu einem Knick im Vergleich zu erzeugten Pseudoortungen (verfünffachte zufällig verteilte Ortungen einer Flugstrecke).

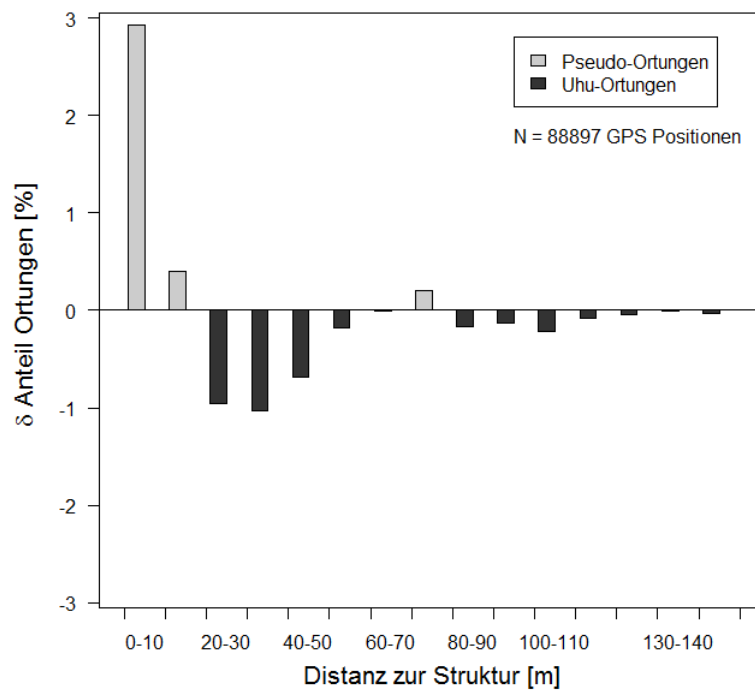


Abb. 18 Differenz der Ortungen ohne Start- und Endpunkt eines Fluges in Abhängigkeit zur Entfernung zu einem Knick im Vergleich zu erzeugten Pseudoortungen (verfünffachte zufällig verteilte Ortungen einer Flugstrecke).

3.5 Flughöhe

Für die Bewertung des Kollisionsrisikos von Uhus mit WEA ist die Flughöhe von besonderer Bedeutung. Die Genauigkeit der Höhenangabe (Z-Koordinate) von GPS Modulen ist systemimmanent geringer als die der Ortsbestimmung auf der Fläche (X- und Y-Koordinate). Generell ist die Präzision der GPS Koordinaten bei sich bewegenden Objekten höher als bei statischen, jedoch enthielt auch der auf die Flugstrecken reduzierte Datensatz der Uhus zahlreiche als fehlerhaft eingeschätzte Höhenbestimmungen. Daher wurde der Datensatz gefiltert, um eigentliche Flüge mit realistischen Flughöhen von Messfehlern bzw. großen Messungenauigkeiten zu trennen. Bei allen Flügen wurde die untere Schwelle der Fluggeschwindigkeit mit 10 km/h gesetzt (wie auch bei der Bestimmung von Flugdauer und Fluglänge). Für die Fehlerausgrenzung der Flughöhen wurden zwei weitere Filter notwendig. Ein Flug musste mit einer im Gelände möglichen Anstieghöhe beginnen und enden, was bei den örtlichen Gegebenheiten mit Werten von 0 m bis 50 m über Grund (Baum-, Mast und Haushöhe) gegeben ist. Um einzelne Ausreißer und unrealistische Höhenunterschiede während eines Fluges auszuschließen wurde zudem die zulässige Höhendifferenz zwischen zwei Punkten (und damit auch zwischen zwei Sekunden) auf 50 m begrenzt. Die GPS-Ortungen geben die Höhe über Normalnull (NN) an. Die Höhenangabe der Ortschaften beträgt für Silberstedt, Ellingstedt und Jübek 12 m. Es gibt in dem betrachteten Landschaftsausschnitt kein Relief und es wurde für alle Ortungen eine Geländehöhe von 12 m angenommen. Vor Analyse der Daten wurde die Höhenangabe dementsprechend korrigiert, alle nachfolgenden Angaben zur Flughöhe beziehen sich daher auf die Höhe über Grund. Da negative Werte über Grund nicht möglich sind, kann der geringe Anteil dieser Werte als Maß für die Messgenauigkeit der gefilterten Daten gedeutet werden.

In drei Darstellungen wird die Verteilung der gefilterten Flughöhen dargestellt:

Abb. 19 Häufigkeit der Ortungen einzelner Flughöhen,

Abb. 20 Relative Verteilung der Flughöhen in 5 m-Klassen,

Abb. 21 Box-Whisker-Plot der Höhenmessungen.

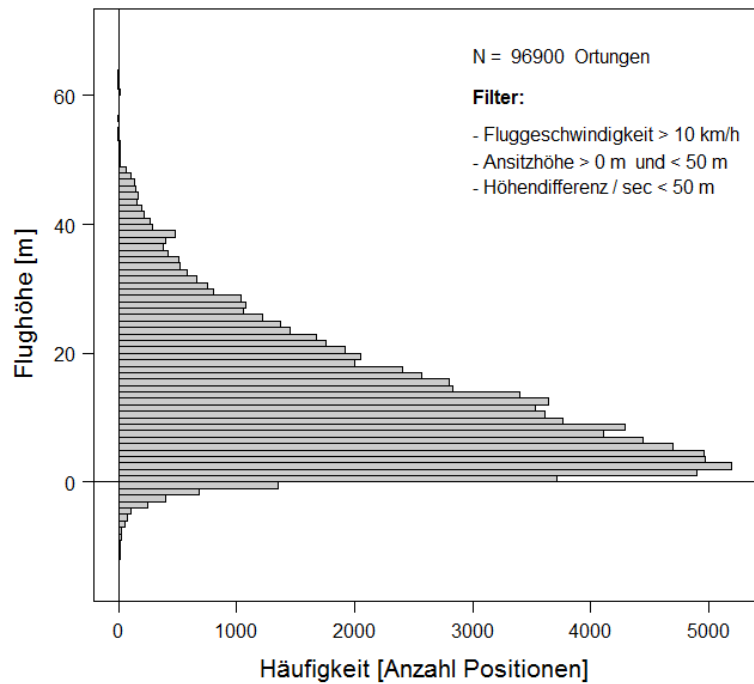


Abb. 19 Häufigkeit einzelner Höhenmessungen über Grund unter Anwendung von Filtern (Fluggeschwindigkeit, Anstzhöhe und Höhendifferenz).

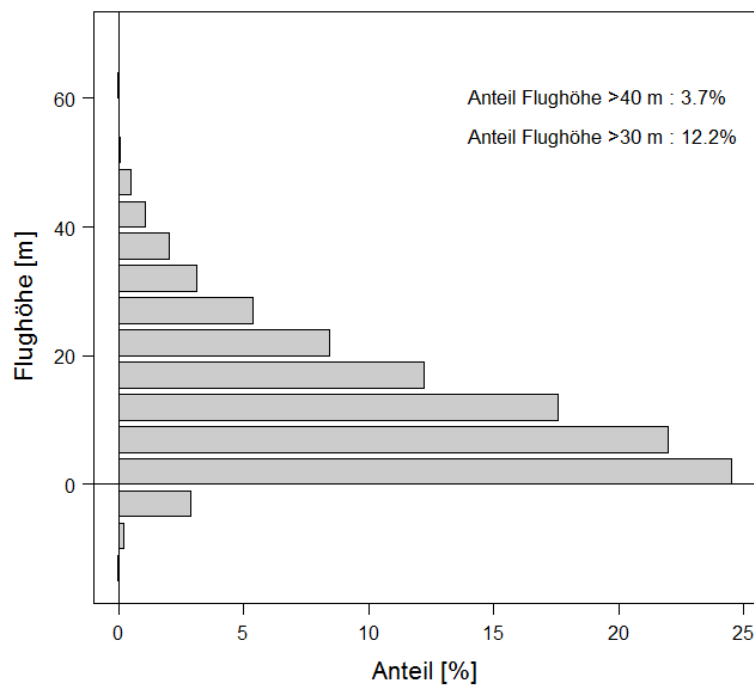


Abb. 20 Relativer Anteil der Höhenmessungen (über Grund) in 5 m- Flughöhenklassen unter Anwendung von Filtern (Fluggeschwindigkeit, Anstzhöhe und Höhendifferenz).

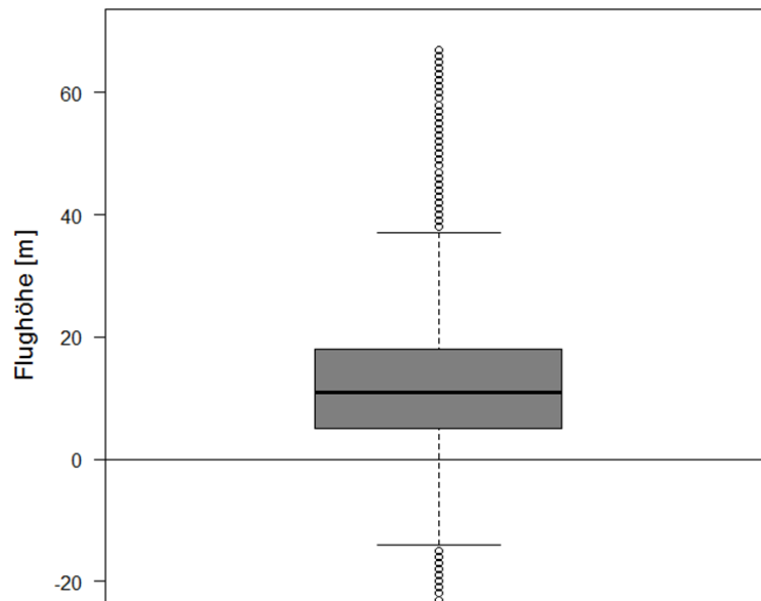


Abb. 21 Flughöhe (über Grund) als Box-Whisker-Plot. Die obere Grenze des grauen Balkens entspricht 75 % aller Datenpunkte.

4 DISKUSSION

Besenderung/ Anbringung als Rucksack

Die externe Anbringung von Sendern als Rucksack ist gängige Praxis bei Landvögeln und führt nur in Ausnahmefällen zu Beeinträchtigungen des Vogels. Auch beim Uhu wurden mit dieser Methode bisher positive Erfahrungen gemacht (VOHWINKEL et al. 2018). Alle im Rahmen der vorliegenden Studie bisher besenderten Vögel zeigten anhand der Aktivitätsmuster keine Hinweise auf Beeinträchtigungen. Die Jagdweise des Uhus erfordert einen geräuschlosen Flug. Die ist durch die Bauweise des Senders insbesondere ohne freien Antennendraht und die Anbringung als Rucksack gegeben (siehe Kap. 2.1).

Das Männchen Hochmoor ist jedoch 22 Tage nach dem Fang und der Besenderung gestorben. Daher muss die Frage nach der Todesursache und des eventuellen Einflusses des Senders diskutiert werden. Dieser Uhu war bis zum 30.07.2017 mit 1,1 % der Zeit der aktivste Sendervogel, gegenüber 0,7 bis 0,9 % der weiteren Sendervögel (Tab. 4). Das Männchen Hochmoor zeigte zudem mit den anderen besenderten Vögeln vergleichbare Flugdauern und Flugstrecken (Tab. 4). Auch das allgemeine Flugverhalten und Aktivitätsmuster wies keine Besonderheiten auf. Damit ergibt sich kein Hinweis auf eine Beeinträchtigung dieses Vogels. VOHWINKEL et al. (2018) schildern ebenfalls die grundsätzliche Verträglichkeit der Anbringung von Sendern (88 g) als Rucksack.

Der letzte Streckenflug dieses Vogels führte zu einem regelmäßig aufgesuchten Bauernhof in 3,2 km Entfernung vom Brutplatz (Abb. 22). Die Jagd dieses Vogels in Hofnähe kann zu einer Sekundärvergiftung mit Rattengift geführt haben. Nach diesem letzten langen Jagdflug ist der Vogel abrupt inaktiv geworden und in der Nacht vom 06. auf den 07. August nahe des Brutbaumes gestorben. Die Todesursache bleibt ungeklärt, eine Folge der Besenderung wird aber als unwahrscheinlich erachtet.

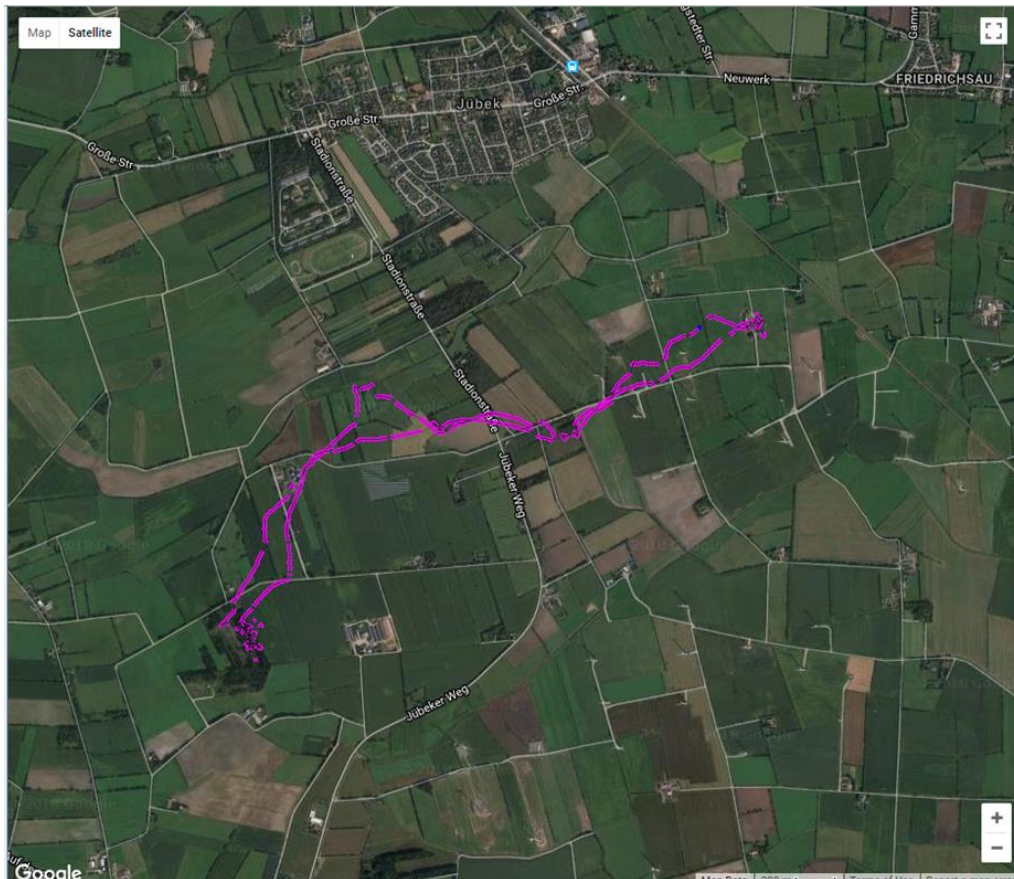


Abb. 22 *Letzter Streckenflug des Männchens Hochmoor in der Nacht vom 29. auf den 30. Juni 2017. Der nordöstliche Punkt ist der regelmäßig aufgesuchte Bauernhof in 3,2 km Entfernung zum Brutplatz (Punktwolke im Fichtenwald im Südosten).*

Flächennutzung/ Homerange

Die Aktivitätsräume der drei längerfristig untersuchten Uhus waren groß. Die Kernel 95-Flächen betragen: 14,3, 19,4 und 20,9 km². Im Raum Münster waren wechselnde und insgesamt deutlich kleinere Kernel 95- Flächen ermittelt worden. Hier betragen die Homeranges für einen vergleichbaren Untersuchungszeitraum im Sommer und Herbst 0,3, 1,9, 2,9, 3,3 und 10,4 km² (MiosGA et al. 2015).

Zwei benachbarte Homeranges (Hochmoor Weibchen und Rosacker Männchen) überlappten sich nur geringfügig, was als Beanspruchung und Verteidigung eines Nahrungsrevieres gedeutet werden kann (Abb. 23). Die Anzahl und Lage bekannter Uhu-Brutplätze und die mittlere Ausdehnung der Homeranges lässt eine vollständige Abdeckung des Landschaftsausschnittes mit Homeranges erwarten. Für das Videoprojekt am Mäusebussard (GRÜNKORN & WELCKER 2017) kann daraus gefolgert werden, dass in diesem Landesteil eine Uhupräädation an jedem Mäusebussardnest auftreten kann.

Brutplätze des Mäusebussards, an denen nachweislich zwischen 2015 und 2017 Jungvögel vom Uhu geschlagen wurden, sind in der Abb. 23 dargestellt. In dieser Zeit war noch kein Uhu dieses Raumes besiedert. Die Entfernung zum Nest des Mäusebussards ist als Maß der Wahrscheinlichkeit der beteiligten Uhus anzusehen.

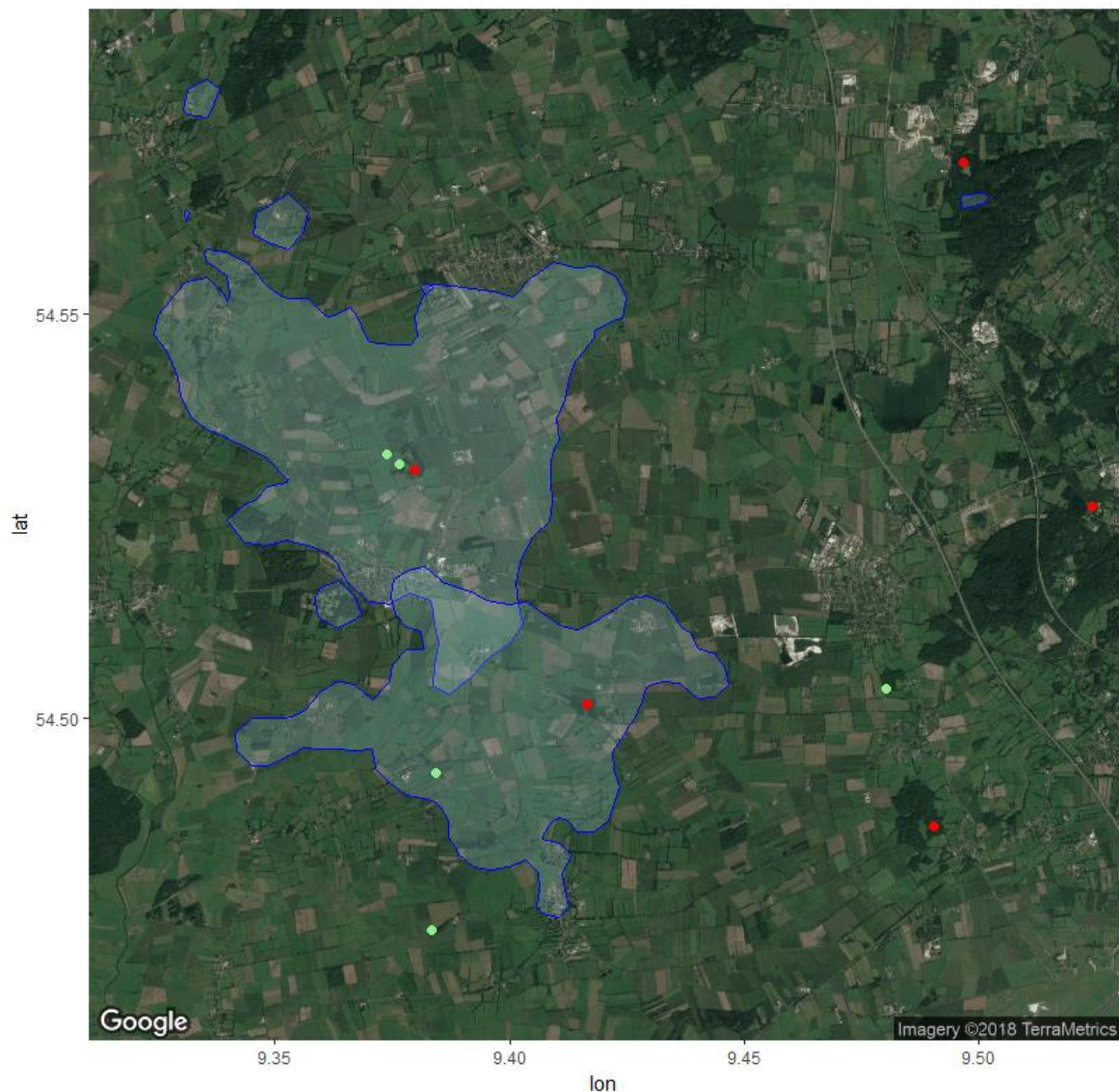


Abb. 23 *Homerange (Kernel 95) des Weibchens Hochmoor oben und Männchen Rosacker unten (blaue Kontur), bekannte Brutplätze des Uhus 2017 (rot) und Nester des Mäusebussards mit Prädation des Uhus von Jungvögeln des Mäusebussards von 2015 bis 2017 (grün).*

Flugdauer/ Flugstrecke/ Rastdauer

Uhus fliegen überwiegend nur kurze Zeit (Median 11 bis 14 s) und kurze Strecken (90 bis 135 m). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen eine hohe Übereinstimmung mit der Untersuchung von MIOGA et al. (2015). Die Studie im Raum Münster zeigt einen Anteil von bis zu 20 s langen Flügen von 75 %, die hier vorgestellten Daten ergeben nahezu gleiche 77 % für diese Klasse (Abb. 24).

Häufige Stopps ermöglichen vermutlich die akustische Ortung von Beutetieren. Die hohe Knickdichte des Untersuchungsgebietes mit im Landesvergleich geringer Schlaggröße bietet Uhus in kurzer Entfernung Ansitzmöglichkeiten. Die strukturarme Agrarlandschaft mit großen Ackerschlägen und geringer Knickdichte – wie in Schleswig-Holstein in der Küstenmarsch und in Ostholstein zu finden- wurde nicht untersucht.

Inwieweit beim Uhu morphologische und physiologische Ursachen für die kurzen Flugstrecken eine Rolle spielen, muss offen bleiben. Die häufigen Unterbrechungen können als akustische Raumerkundung mit dem Ziel des Beutefanges interpretiert werden. Uhus fliegen eine kurze Zeit bzw. eine kurze Strecke, unterbrechen den Flug, um von einer Sitzwarte insbesondere bodennahe Säuger (Mäuse, Ratte, Igel) oder Vögel im Baum (Tauben, Greife u. a.) zu hören.

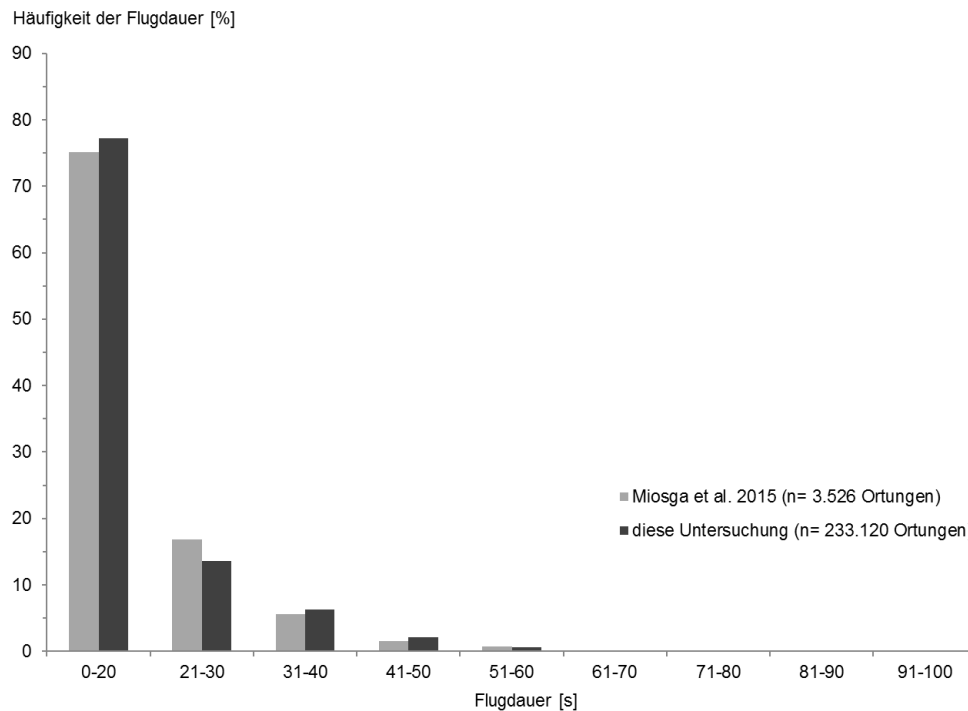


Abb. 24 Relative Häufigkeit der Dauer eines Fluges (Teilflugabschnittes) in Klassen.

Meidung WEA

Die Ergebnisse dieser Studie ergeben keine Hinweise auf eine Meidereaktion von Uhus gegenüber WEA. Auch im unmittelbaren Nahbereich der Anlagen (<25 m) wurden Uhus in einer Häufigkeit festgestellt, die der nach dem Flächenproporz der Entfernungsklasse um eine WEA zu erwartenden Häufigkeit entsprach. Diese fehlende Meidung von WEA birgt – ohne die Berücksichtigung der Flughöhe - ein grundsätzliches Kollisionsrisiko. Dagegen führt die Meidung von WEA bei z. B. Gänsen und Kranichen zu einem geringen Kollisionsrisiko (GRÜNKORN et al. 2016). Damit scheinen sich Uhus ähnlich wie zahlreiche Greifvögel (z. B. Seeadler und Rotmilan) zu verhalten, die keine größere Ausweichbewegungen vor einer WEA (macro-avoidance), sondern lediglich kleinräumige Ausweichbewegungen vor einem Rotorflügel (micro-avoidance) zeigen. Hierfür wurden anatomische Gründe (MARTIN 2011) und situatives Verhalten (Blick nach unten bei der Suche nach Kleinsäugetern, U. MAMMEN für den Rotmilan und B. GRAJETZKY für die Wiesenweihe in HÖTKER & NEHLS 2014) verantwortlich gemacht. Inwiefern Uhus kleinräumiges Ausweichverhalten zeigen, konnte mit den vorliegenden Daten bisher nicht geklärt werden.

Strukturgebundenheit

In geringem Umfang konnte eine Bindung an Knicks festgestellt werden. Die zwei Entfernungsklassen bis 20 m zu einem Knick wurden überproportional und Entfernungsklassen von 20 bis 60 m unterproportional gegenüber zufällig verteilten Flugstrecken genutzt. Dies deutet darauf hin, dass sich Uhus, die in der Nähe (<60 m) von Knicks fliegen, sich diesen Linienstrukturen weiter annähern. Die Anziehung ist bei größeren Entfernungen (>60 m) nicht mehr vorhanden. Da sich die Abweichung der Häufigkeit in Knicknähe nur im unteren einstelligen Prozentbereich befand, ist jedoch davon auszugehen, dass Flugstrecken der Uhus des Untersuchungsgebiets weitgehend unabhängig von Knickstrukturen stattfinden. Dabei könnte die allgemein hohe Strukturichte im Untersuchungsraum eine Rolle spielen. Dies ermöglicht es den Vögeln vermutlich auch bei knickunabhängiger Flugweise in kurzer Abfolge geeignete Ansitzwarten vorzufinden. Eine strukturarme Agrarlandschaft mit großen Ackerschlägen und geringer Knickdichte – wie in Schleswig-Holstein in der Küstenmarsch und Ostholstein zu finden- wurde nicht untersucht. Hier könnte eine Bindung an Knicks und Waldränder ausgeprägter sein.

Grundsätzlich ist eine Kollision an WEA auf freiem Feld damit möglich. Es ist zumindest davon auszugehen, dass das geringe Ausmaß der Strukturgebundenheit der Flüge nicht zu einer signifikanten Senkung des Kollisionsrisikos führt.

Flughöhe

Methode der Flughöhenbestimmung

Die Höhenmessung einer GPS-Position (3D-Fix) ist systemimmanent relativ ungenau. Diese Ungenauigkeit ist von vielen Faktoren abhängig. Zum einen sind hier die technischen Spezifikationen der verbauten Module und Antennen zu nennen, zum anderen Faktoren wie Wetter, Abschattungen durch Vegetation oder Geländestrukturen sowie die Anzahl der einer Messung zugrundeliegenden Satelliten. Zudem spielt der Zeitintervall zwischen zwei Messungen eine Rolle, die Genauigkeit nimmt mit zunehmendem Zeitintervall ab, insbesondere wenn das GPS-Modul zwischen zwei Messungen abgeschaltet wird, was in der Regel bei >10 s der Fall ist. Darüber hinaus wird die Genauigkeit einer Messung davon beeinflusst, ob der Sender stationär ist oder sich in Bewegung befindet. In letzterem Fall nimmt die Präzision einer 3D GPS-Position in der Regel deutlich zu. Tests mit vergleichbaren Sendern haben ergeben, dass der Fehler der Höhenangabe bei einem stationären Sender und einem Zeitintervall von 600 s im Mittel bei 21-26 m lag, in Einzelfällen jedoch ein Vielfaches davon betragen kann (BOUTEN et al. 2013).

Eine Messung des mittleren Fehlers der Höhenangabe der in dieser Studie verwendeten Sender ist unter realen Bedingungen nahezu unmöglich, da die Genauigkeit der Messung vermutlich überwiegend vom Aktivitätsmuster der Vögel abhängt und dieses experimentell nicht reproduziert werden kann.

Die Höhenangabe der ungefilterten Daten wies eine Spanne von minus 565 bis plus 713 m auf, was offensichtlich unrealistische Höhenangaben einschließt. Für die Analyse der Flughöhe mussten die Daten daher gefiltert werden. Die Filter wurden dabei so gewählt, dass eine systematische Bevorzugung hoher oder niedriger Höhen vermieden wurde. Die angewendeten Filter, insbesondere die Bedingung einer realistischen Höhe beim Abflug und Landen des Vogels, führten zum weitgehenden Ausschluss unrealistischer Höhenangaben. Die Höhen von Sitzwarten (Bäume und

Häuser) liegen im Untersuchungsgebiet zwischen 0 und 50 m über Grund, so dass eine falsche Höhe einer Start – und Landung aufgrund der kurzen Flugdauer häufig auch falsche Höhenmessungen der dazwischenliegenden Flugpositionen zur Folge hat.

Das Vorkommen von negativen Höhen im gefilterten Datensatz kann als Maß für den verbleibenden Messfehler gedeutet werden. Da jedoch davon ausgegangen werden kann, dass dieser Fehler die unsystematische Streuung der Messwerte repräsentiert, ist ein Einfluss auf die festgestellte Flughöhenverteilung nicht anzunehmen.

Diese Annahme wird durch eine vergleichende Auswertung der ungefilterten Flughöhen gestützt. Die Senderkonfiguration mit einer Taktung von einer Ortung pro Sekunde ermöglichte etwa 233.119 identifizierte Flugpunkte (s. Methode). Die benutzten Filter führten zum Ausschluss von 58 % der Positionen; es gingen nur noch 96.900 Ortungen in die Auswertung ein. Die ungefilterten Daten zeigten jedoch trotz deutlich höherer Streuung der Werte insgesamt eine ähnliche Verteilung der Flughöhen. Zudem zeigt der Vergleich, dass die angewendeten Filter nicht zu einem vermehrten Ausschluss höherer Flughöhen führten (Anteil ungefilterter Flughöhen > 40 m = 2,3%, Anteil gefilterter Flughöhen > 40 = 3,7 %, Abb. 25).

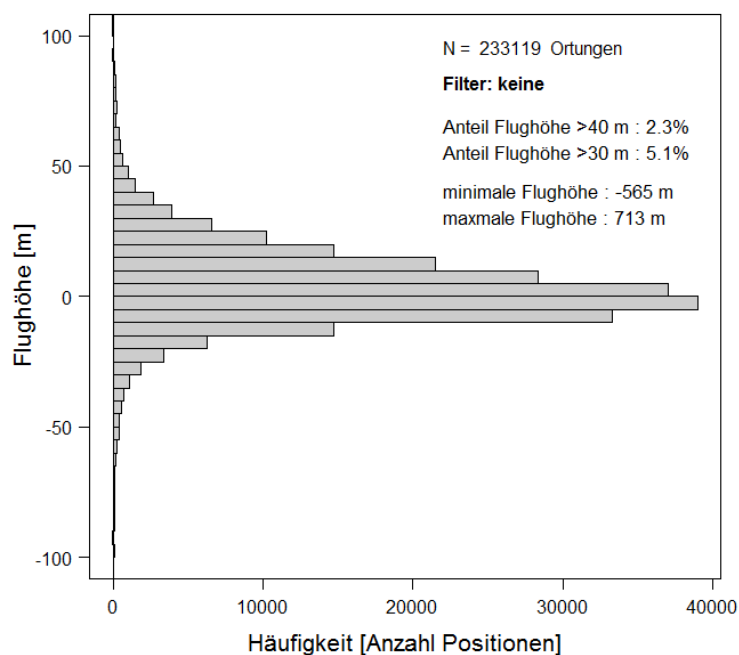


Abb. 25 Verteilung der Flughöhen ohne Anwendung eines Filters. Zur besseren Darstellbarkeit ist die Y-Achse bei -100 m und 100 m gekappt. Die minimale Flughöhe betrug -565 m, der Maximalwert lag bei 713 m.

Ergebnisse der Flughöhenbestimmung

In Übereinstimmung mit der Studie von MIOGA et al. (2015) zeigen unsere Ergebnisse, dass Uhus überwiegend in geringer Höhe fliegen: Dreiviertel der gemessenen Flughöhen lagen unterhalb von 20 m. Die höchste Flughöhe lag bei 67 m über der Geländehöhe (Datenfilter siehe Abb. 19). MIOGA et al. (2015) zeigten eine sehr ähnliche Flughöhenverteilung. In der Studie im Münsterland konnten keine gesicherten Hinweise auf eine Flughöhe von > 50 m über Geländehöhe festgestellt werden.

Die Bestandsanlagen im Raum Silberstedt sind von zahlreichen Herstellern mit unterschiedlichen Abmessungen errichtet worden (Tab. 2). Die mittlere Höhe dieser Anlagen beträgt 99 m bei einem mittleren unteren Rotordurchgang von 32 m. Die Auswertung der bislang vorliegenden Daten ergab einen Anteil von Flugpositionen >30 m über Grund von 12,2 %, der Anteil >40 m betrug 3,7 %.

Aktuell im Rahmen von Neubau und Repowering installierte WEA in Küstennähe haben in der Regel eine Gesamthöhe von etwa 150 m und einen unteren Rotordurchgang von 60 m. Im Binnenland von Schleswig-Holstein gibt es allerdings auch Planungen mit 150 m Gesamthöhe und sehr langen Rotorblättern, sodass der untere Rotordurchgang hier nur 34 Meter beträgt. MIOGA et al. (2015) beschreiben die Dimension aktueller WEA für das Binnenland mit einer Gesamthöhe von 220 m und einem unteren Rotordurchgang von 90 m.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die eingesetzten Sender erwiesen sich zur Untersuchung der Raumnutzung und des Flugverhaltens des Uhus als sehr geeignet. Hierbei war insbesondere die Programmierung der Flugerkennung über einen Bewegungssensor vorteilhaft, welche die Aufzeichnung hochauflösender Flugbewegungen ermöglichte bei gleichzeitiger Optimierung der Lebensdauer der Sender. Die Übertragung der Daten über das GSM-Netz minimiert zudem den Aufwand, da neben dem Fang der Vögel keine weitere Feldarbeit notwendig wird.

Die große Ausdehnung der Uhu-Reviere (Kernel 95 von drei Uhus: 14, 19 und 21 km²) und das fast flächendeckende Vorkommen von Uhus mit bekannten 149 (REISER 2017) und geschätzten 400 (BERND & KOOP 2014) Brutpaaren in Schleswig-Holstein, führen zu einem grundsätzlichen Kollisionsrisiko des Uhus mit WEA. Eine deutliche Meidung der WEA konnte nicht festgestellt werden (Macro-avoidance) und ein kleinräumiges Ausweichen vor den Rotorblättern (Micro-avoidance) ist mithilfe der eingesetzten Methode nicht zu erkennen. Damit besteht ein grundsätzliches Kollisionsrisiko.

Der fehlerbereinigte Datensatz zeigte eine deutliche Bevorzugung niedriger Flughöhen. Dreiviertel der Höhenmessungen lagen unter 20 m. Im hier ausgewerteten Zeitraum von Juni/Juli bis Ende Dezember ergab es für 100 m hohe WEA (im Untersuchungsgebiet Anlagenhöhen von 71 bis 150 m, durchschnittlich 99 m) mit einem unteren Rotordurchgang von zumeist 30 m (im Untersuchungsgebiet Mittelwert aller unterer Rotordurchgänge von 32 m) ein geringes Kollisionsrisiko und für die aktuellen 150 m bis 220 m hohen Anlagen mit einem unteren Rotordurchgang von 60 m bis 90 m kein Kollisionsrisiko. Allerdings gibt es auch aktuelle WEA-Planungen mit sehr langen Rotorblättern, die bis auf 34 Meter über den Boden hinabreichen.

Im gesamten Jahresgang sind in einer Literaturstudie keine Situationen bekannt geworden (z. B. Balz, Thermikflüge) die höhere Flüge der Uhus erwarten lassen (KIFL 2016).

Das Zusammenspiel von kurzer Flugdauer (Mediane 11, 11, 12 und 14 s) und kurzer Flugstrecke (Mediane 90, 94, 95 und 135 m) sind vermutlich die Folge der Notwendigkeit der häufigen Flugunterbrechungen bei der akustischen Jagd von Sitzwarten.

Es zeigte sich nur eine geringe Präferenz für strukturgebundene Flugstrecken. Dies ist möglicherweise auf die allgemein hohe Strukturdichte im Untersuchungsraum zurückzuführen. Interessant wären hier Vergleichswerte aus ausgeräumter Agrarlandschaft der Küstenmarsch und Ostholstein.

Die ersten Ergebnisse der hier vorgelegten Studie mit besenderten Altvögeln in der zweiten Jahreshälfte zeigen überwiegend bodennahe Flüge der Uhus. Dies deutet für ältere WEA auf ein nur geringes Kollisionsrisiko hin. Bei aktuellen WEA mit höherem unteren Rotordurchgang verringert sich das Kollisionsrisiko weiter.

6 AUSBLICK

Dieser Bericht fußt auf den bis zum Jahresende 2017 erhobenen Daten. Zwei Sendervögel haben darüber hinaus zahlreiche Daten auch im Januar und Februar 2018 übertragen. Damit werden auch Aussagen zur Vorbrutzeit einschließlich der Balz künftig möglich werden. Vermutlich wird die Datenübertragung aufgrund zu geringer Batteriespannung innerhalb der Brutzeit 2018 abbrechen.

Es wurde im Februar an mehreren Brutplätzen erfolglos versucht, Uhus zu fangen. In der Bebrütungsphase werden keine Fangversuche mehr durchgeführt. Bei erfolgreichen Bruten sollen die Fangversuche dann wieder im Mai 2018 beginnen. Wenn es nicht gelingt ausreichend Altvögel zu fangen, sollen Jungvögel kurz vor dem Flüggewerden besendert werden. Insgesamt ist die Besenderung von sechs weiteren Vögeln vorgesehen.

Für den Endbericht soll unter anderem mit einer größeren Datengrundlage getestet werden, ob sich die Flughöhe von längeren Streckenflügen von der kurzer Ortswechsel systematisch unterscheidet.

Die bisherigen Daten zeigten, dass Uhus häufig Bauernhöfe aufsuchen, was möglicherweise mit Maissilagen und davon angelockten Ratten zusammenhängt. Zumeist werden Gründe für gehäufte Ortungen aber nicht erkannt. Es soll noch geprüft werden, welche Möglichkeiten und Grenzen der Differenzierung von Jagd- und Streckenflügen anhand der Ortungen abzuleiten sind und welche Deutungen einzelner Ortungen ohne Feldarbeit möglich sind.

7 LITERATUR

BOUTEN, W., BAAIJ, E. W., SHAMOUN-BARANES, J. & CAMPHUYSEN, K. C. (2013): A flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales. *Journal of Ornithology* 154/2, S: 571–580.

BREUER, W. , S. BRÜCHER & L. DALBECK (2015): Der Uhu und Windenergieanlagen. *NuL* 47 (6): 165-172.

DÜRR, T. (2015): Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland, Stand 22.06.2015. <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

GRÜNKORN, T., J. BLEW, T. COPPACK, O. KRÜGER, G. NEHLS, A. POTIEK, M. REICHENBACH, J. von RÖNN, H. TIMMERMANN & S. WEITEKAMP (2016): Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

GRÜNKORN, T. & WELCKER, J. (2017): Ursachenforschung zum Rückgang des Mäusebussards im Landessteil Schleswig. Bericht zu den Untersuchungsjahren 2015-2017. Im Auftrag der Projektgruppe Seeadlerschutz mit Mitteln des MELUR Schleswig-Holstein.

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

KOOP, B & R.K. BERNDT (2014): Brutvogelatlas. Vogelwelt Schleswig-Holsteins Band 7, Wachholz Verlag.

MIERWALD, U., A. GARNIEL, R. WITTENBERG & A. WIGGERSHAUS (2017): Fachliches Grundsatzgutachten zur Flughöhe des Uhus insbesondere während der Balz. Gutachten im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung. 40 S..

MARTIN, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.

MIOSGA, O. , S. GERDES, D. KRÄMER & R. VOHWINKEL (2015): Besonderes Uhu-Höhenflugmonitoring im Tiefland. *Natur in NRW* 3/15: 35-39.

REISER K.-H. (2017): Jahresbericht 2016 Uhu. *Eulenwelt* 2017.

SITKEWITZ, M. (2009): Telemetrische Untersuchung zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus (*Bubo bubo*) in den Revieren Thüngersberg und Retzstadt im Landkreis Würzburg und Main-Spessart – mit Konfliktanalyse bezüglich des Windparks Steinhöhe. In: *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten*. Bd. 6 2009: 433-459. Halle/Saale.

VOHWINKEL R., F. LUDESCHER & O. MIOSGA (2018): Einsatz von Rucksacksendern im Rahmen von Uhu-Telemetriestudien. *Eulenwelt* 2018: 43-47.