



# Uhu und Windkraft: Analysen zur Habitatnutzung als Grundlage für die planerische Praxis



natur





# **Uhu und Windkraft: Analysen zur Habitatnutzung als Grundlage für die planerische Praxis**

## Impressum

Uhu und Windkraft: Analysen der Habitatnutzung als Grundlage für die planerische Praxis

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
Fax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de/](http://www.lfu.bayern.de/)

### Bearbeitung/Text/Konzept:

Landesbund für Vogelschutz in Bayern (LBV) e.V., Eisvogelweg 1, 91161 Hilpoltstein; Christiane Geidel

### Redaktion:

LfU, Referat 55: Bernd-Ulrich Rudolph, Sebastian Biele

### Bildnachweis:

Alle LfU außer  
LBV e.V.: Christiane Geidel, S. 8, 9, 14, 15, 25, 26, 27, 30; Anne Schneider, S. 9; Istvan Torizs, S. 10

### Stand:

Mai 2017

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

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Danksagung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Methodik und Projektverlauf</b>	<b>6</b>
3.1	Probeflächen	6
3.2	Erfassungsmethodik	6
3.2.1	Uhu-Fang	7
3.2.2	Besenderung und Sendertechnik	8
3.2.3	Erfassung der Peildaten	8
3.2.4	Datenauswertung	9
3.3	Projektverlauf und Rahmenbedingungen	9
3.4	Ergebnisse	12
3.4.1	Lech	12
3.4.2	Landkreis Neumarkt	13
3.4.3	Reviere außerhalb der Hauptuntersuchungsgebiete	14
3.5	Überblick	15
<b>4</b>	<b>Telemetrie gestützte Raumnutzungsanalyse</b>	<b>16</b>
4.1	Datenbasis	16
4.2	Flugdistanzen und Aktionsraumgrößen	17
4.2.1	Flugdistanzen	17
4.2.2	Aktionsraum (home range)	20
4.3	Habitatnutzung	22
4.4	Flughöhen und Flugaktivität	28
4.4.1	Höhenberechnung	28
4.4.2	Plausibilitätsprüfung	29
4.4.3	Prüfung von Aufenthaltshöhen > 80 Meter bzw. > 40 Meter	30
4.4.4	Interpretation der Beschleunigungsdaten	31
<b>5</b>	<b>Bewertung</b>	<b>33</b>
5.1	Fangmethodik	33
5.2	Sendertechnik	34

5.3	Habitatnutzung	34
5.3.1	Geschlecht des besenderten Tieres	34
5.3.2	Verpaarungs- bzw. Brutstatus des besenderten Tieres	35
5.3.3	Besenderungszeitpunkt	35
5.3.4	Besenderungsdauer	35
5.3.5	Fazit	35
5.4	Standortempfehlungen für Windenergieanlagen	36
5.4.1	Windenergieanlagen in der offenen Feldflur	36
5.4.2	Windenergieanlagen in Waldrandlagen	37
5.4.3	Windenergieanlagen im Wald	37
5.4.4	Fazit	37
5.5	Forschungsbedarf	38
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>42</b>

# 1 Einleitung

Die „Energiewende“ in Deutschland hat einen Windkraftboom ausgelöst, der sowohl die aktuelle Errichtung zahlreicher neuer Windenergieanlagen als auch ein Repowering von Altanlagen an bestehenden Standorten zur Folge hat. Konflikte mit Zielen vor allem des Vogel- und Fledermausschutzes entstehen dabei fast zwangsläufig. Eine der Arten, auf deren Bestandsentwicklung diese aktuelle Entwicklung zumindest potenziell erhebliche Auswirkung haben kann, ist der Uhu (*Bubo bubo*). Es ist unumstritten, dass immer wieder einzelne Tiere durch Kollisionen mit den Rotoren umkommen – die zentrale Fundkartei im Landesamt für Umwelt Brandenburg dokumentierte 16 bekannt gewordene Schlagopfer (Stand April 2017) für Deutschland. Neben der bestehenden Gefahr möglicher Kollisionen von Uhus mit Windenergieanlagen ist zu vermuten, dass Windräder und -parks auch eine Störwirkung entfalten, die Teile der jeweiligen Nahrungshabitate entwerten und damit den Reproduktionserfolg der betroffenen Uhupaare senken können.

Wegen der potenziellen Risiken wurden die Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten in Deutschland (LAG-VSW 2014) auch im Windenergie-Erlass der bayerischen Staatsregierung (BayWEE 2016) übernommen. Neu zu errichtender Windenergieanlagen sind nur genehmigungsfähig, wenn innerhalb von 1.000 m zum nächsten Brutplatz des Uhus und in einem Prüfbereich von drei Kilometern, die Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG nicht verletzt werden. Diese Abwägung wird aber durch den Mangel an belastbaren Daten zur Raumnutzung von Uhus im Umfeld von Windenergieanlagen sehr erschwert, zumal die Raumnutzung des Uhus bisher nur von einigen Wissenschaftlern untersucht wurde (GEIDEL 2012, DALBECK 2005, SITKEWITZ 2005, 2007, LEDITZNIG 1999, KRISCHNER et al. 1998). Vor diesem Hintergrund führte der Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV) im Auftrag des Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) und in enger Zusammenarbeit mit diesem von September 2012 bis Oktober 2014 eine Telemetriestudie durch, die ergänzend zu vorangegangenen Studien (GEIDEL 2012, SITKEWITZ 2005, 2007) die Habitatnutzung weiterer bayerischer Uhus untersuchen sollte.

Ziel war es, anhand der gewonnenen Erkenntnisse zu Aktionsraumgrößen, Habitatnutzung und Flughöhen aller bislang in Bayern mit einem Peilsender ausgestatteten Uhus eine Planungshilfe zu entwickeln, die als Grundlage für Entscheidungsprozesse in Planungsverfahren herangezogen werden kann.

Die Untersuchungen wurden von der Regierung von Oberbayern genehmigt (AZ 55.2-1-54-2531-131-12).

## 2 Danksagung

Die Bearbeitung der Projektgebiete am Lech und im Landkreis Neumarkt wäre ohne die umfangreichen Vorarbeiten zahlreicher ehrenamtlicher Mitarbeiter nicht umsetzbar gewesen. Insbesondere gilt dies für die zeitraubenden Feldarbeiten in der Erfassung und Beobachtung der jeweiligen aktuellen Uhuorkommen in den kontrollierten Regionen. Ein besonderer Dank gilt daher allen an den Erfassungen beteiligten ehrenamtlichen Mitarbeitern der LBV-Kreisgruppe Neumarkt. Zusätzlicher Dank gilt dem Gebietsbetreuer im Lechtal, S. Günther, für die Unterstützung der vorbereitenden Geländearbeiten im Lechtal sowie für die Betreuung der Futterplätze.

Besonders danken wir auch der Staatlichen Vogelschutzwarte am LfU, deren Mitarbeiter, allen voran G. von Lossow und S. Biele, die das Projekt in den Untersuchungsgebieten Lechtal und Kochelsee intensiv begleitet und auch in den Feldarbeiten personell unterstützt haben.

Weiterhin bedanken wir uns bei P. Voskamp und R. Janssen sowie der Provinzregierung Limburg/Niederlande. In deren Auftrag haben sie eine Telemetriestudie zum Raumnutzungsverhalten von Uhus in der niederländischen Provinz Limburg initiiert, durchgeführt und ihre Daten mit freundlicher Genehmigung der Behörde zu Vergleichszwecken bereitgestellt.

## 3 Methodik und Projektverlauf

### 3.1 Probeflächen

Die Untersuchungen sollten, ergänzend zu den bisherigen Uhu-Telemetriearbeiten des LBV (GEIDEL 2012, SITKEWITZ 2005, 2007), primär in zwei verschiedenen Naturräumen durchgeführt werden:

- im Mittleren Frankenjura, Landkreis Neumarkt
- im oberbayerischen Lechtal, Landkreise Weilheim-Schongau/Landsberg am Lech

Alle ausgewählten Landkreise beherbergen zahlreiche Uhuorkommen, der Landkreis Landsberg am Lech sogar in bayernweit einmaligen Bestandsdichten. Deren Entwicklung und Reproduktion sind seit Jahren über ortskundige Ornithologen detailliert dokumentiert (Schrafl mündlich, LOSSOW VON 2010). Vor allem im Landkreis Neumarkt, aber auch im Landkreis Landsberg am Lech, bestehen zudem in Nachbarschaft zu den bekannten Uhuorkommen eine Reihe von Windenergieanlagen, sodass die Ausgangsbedingungen für die Untersuchung der oben genannten Fragestellungen dort sehr günstig schienen.

Ergänzt werden sollten diese Projektgebiete durch Daten verletzt aufgefunderer und nach Pflege wieder ausgewilderter Revieruhus, die keinem der beiden oben genannten Gebiete zuzuordnen sind.

### 3.2 Erfassungsmethodik

Im Rahmen des Gesamtvorhabens sollten insgesamt mindestens acht Uhus mittels GPS-Loggern telemetriert werden. Fang und Besenderung sollten zeitlich so abgestimmt werden, dass die zu erwartenden Peildaten sowohl die Brutzeit abdecken – und hier vor allem die Phase der Jungenaufzucht mit ihrem hohen Nahrungsbedarf – als auch das Winterhalbjahr, um mögliche jahreszeitliche Unterschiede in Habitatnutzung, Jagdstrategien und Aktionsraum zu ermitteln. Projektlaufzeit war September 2012 bis Oktober 2014.

### 3.2.1 Uhu-Fang

Die mit dem LfU abgesprochene Fangmethodik entsprach der von GEIDEL (2012): Um die Fangchancen zu erhöhen, wurden die Reviervögel zunächst mit toten Ködertieren angefütert – nach Möglichkeit an bestehenden Rupfkanzeln der Reviervögel oder in nächster Nähe zu bekannten Brutplätzen oder Ansitzwarten. Hauptsächlich wurden Tauben oder Ratten aus dem Heimtierfutterhandel, zum Teil auch als Straßenopfer tot aufgefundene Wildvögel oder kleinere Säuger verwendet. Damit sollten die Reviervögel jeweils an einen bestimmten Futterplatz – den späteren Fangplatz – geprägt werden (Abb. 1). Diese Futterplätze wurden rund um die Uhr mit Infrarotüberwachungskameras überwacht, um die Annahme der Futtertiere durch die Uhus zu dokumentieren. Diese werden über Bewegungsmelder ausgelöst und haben sich als geeignetes Mittel erwiesen, alle Aktivitäten am Futterplatz zu dokumentieren (Abb. 3).

Nach den mit dem LfU abgesprochenen Vorgaben für den Fang sollte an diesen Futterplätzen dann eine Falle – ein so genanntes Bownet (Abb. 2) – aufgestellt werden, sobald durch die Kameras dokumentiert war, dass der jeweilige Futterplatz an drei Folgenächten vom Uhu angenommen wurde. Diese Schlagnetzfallen sind jeweils mit einem Telemetriemodul (MobyLarm) versehen, dass beim Schließen der Falle ein Alarmsignal an eine zuvor einprogrammierte Telefonnummer verschickt und den Bearbeitern im Gelände einen umgehenden Zugriff auf den gefangenen Vogel ermöglichte.



Abb. 1: Futterplatz mit Hinweisschild (Detailbild)



Abb. 2: Aktives Bownet mit Köder



Abb. 3:  
Nächtliche Aktivität am Futterplatz, aufgezeichnet durch die Überwachungskamera (Detailbild)

### 3.2.2 Besenderung und Sendertechnik

Die Besenderung erfolgte mit einem rucksackähnlichen, auf dem Rücken des gefangenen Tieres montierten GPS-Logger vom Typ 2AA2 (Abb. 4) der Firma e-obs, Oberhaching, Deutschland. Das Gewicht der Sender beträgt 40 g.



Abb. 4:  
Befestigung des Senders am Vogel

### 3.2.3 Erfassung der Peildaten

Die verwendeten Data-Logger vom Typ 2AA2 wurden für dieses Vorhaben so programmiert, dass sie im drei Nächte-Rhythmus alle 20 Minuten Peilungen durchführten. Die erfassten Lokationen wurden auf dem Gerät abgespeichert. Das Herunterladen der Daten (Abb. 5) erfolgte per Funk auf einen Han-

dempfänger (Basisstation). Dort wurden sie als *logger.bin*-Dateien auf einer SD-Karte abgespeichert und anschließend am PC in ein GIS-kompatibles Datenformat (kml) umgewandelt.



Abb. 5:  
Datendownload mittels Basisstation

Für den Fall, dass der besenderte Vogel nicht auffindbar war, konnte zudem auf den im Logger integrierten terrestrischen Peilsender zurückgegriffen werden. Zur Ortung der GPS-Logger wurden dazu eine von Hand gehaltene Yagi-Antenne der Firma e-obs (868 kHz-Empfangsbereich) und ein Breitband-Receiver (AR2800, AOR) eingesetzt. So konnte die Position des Vogels bestimmt werden, um dann nach Annäherung an das besenderte Tier den Datendownload mit der Basisstation zu starten.

### 3.2.4 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte gebündelt für alle untersuchten Vögel nach Abschluss der Geländearbeiten. Sie umfasst die im Projektzeitraum telemetrierten Uhus (vergleiche Kap. 3.4) sowie die bei GEIDEL (2012) untersuchten Vögel (vergleiche Kap. 4). Ergänzt wurden die Daten bayerischer Uhus durch Vergleichsanalysen niederländischer Vögel. Die Provinzregierung von Limburg hat dazu Datenmaterial aus eigenen Untersuchungen freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Alle Analysen im Hinblick auf Flugdistanzen, Aktionsraumgrößen und Höhenverhalten wurden in *Microsoft Excel* durchgeführt. Parallel dazu wurden weitere Datensätze mit dem *Acceleration-Viewer* bearbeitet, einem Programm, das es ermöglicht, die mit den Sendern vom Typ 2AA2 erfassten Beschleunigungsdaten sowie das Bewegungsprofil des jeweiligen Vogels zu interpretieren. Die GIS-Analysen wurden mit den Programmen *Manifold* sowie dem *GlobalMapper* durchgeführt.

## 3.3 Projektverlauf und Rahmenbedingungen

Der mit den Mitarbeitern der Staatlichen Vogelschutzwarte am LfU abgesprochene, ursprüngliche Zeitplan sah vor, dass Fangvorbereitungen (Anködern) und Fang spätestens Anfang Oktober 2012 beginnen sollten. Bis zu diesem Zeitpunkt waren zwar durch LBV und LfU alle technischen Voraussetzungen für einen zeitnahen Fangbeginn geschaffen (Beschaffung der Fangrüstung, Auswahl geeigneter Uhreviere, Auswahl der Fangplätze). Der Zeitplan ließ sich aber dennoch aufgrund verwaltungstechnischer Verzögerungen nicht halten:

Die Durchführung von Anködern und Fang setzt eine ganze Reihe von Genehmigungen voraus: Fahrgenehmigungen für das Befahren nicht öffentlicher Straßen in den einzelnen Uhrevieren, artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigungen der zuständigen höheren Naturschutzbehörden an den

Regierungen von Oberbayern und der Oberpfalz für Fang und Besenderung sowie eine tierschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung. Diese Genehmigungen wurden überwiegend durch das LfU – zum Teil mit Zuarbeit des LBV – beantragt und größtenteils auch rasch erteilt. Einzige, für den Projektverlauf entscheidende Ausnahme war dabei die tierschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung: Aufgrund einer 2012 erlassenen EU-Richtlinie wird Telemetrie seit kurzem rechtlich als Tierversuch eingestuft. Das entsprechende Verfahren zur Erlangung einer Tierversuchsgenehmigung ist zum einen sehr aufwändig. Zum anderen unterlag die Genehmigungsbehörde (Regierung von Oberbayern) aufgrund sehr vieler anstehender Anträge zeitlichen Engpässen, die eine zeitnahe und zügige Bearbeitung des LfU-Antrags offenbar unmöglich machten. Die Tierversuchsgenehmigung und die damit in einem Bescheid erteilte artenschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigung wurden deshalb durch die Regierung von Oberbayern für beide Projektgebiete erst am 9. November 2012 erteilt. Nur für einen Pflegling, der Ende August 2012 freigelassen werden konnte (Senderweibchen 1693 bei Greding), wurde die Genehmigung vorab erteilt.

Für die Umsetzung der Fangpläne war diese späte Bewilligung aus zwei Gründen sehr hinderlich:

- Die besten Fangchancen bestehen nach den Erfahrungen von GEIDEL (2012) in der Brutzeit und während der Herbst- bzw. Frühjahrsbalz. Die Herbstbalz sollte daher auch nach der ursprünglichen, mit der Vogelschutzwarte abgesprochenen Zeitplanung für Fang und Besenderung von mindestens vier Vögeln genutzt werden, um die Habitatnutzung im Winterhalbjahr zu dokumentieren. Durch die späte Erteilung der Tierversuchsgenehmigung konnte der Fang erst Mitte November anlaufen und damit die Phase günstiger Fangbedingungen nicht mehr genutzt werden.
- Durch den späten Fangbeginn stand zudem nur noch eine kurze Phase günstiger Witterung zur Verfügung. Zum Monatswechsel November/Dezember setzten starke Niederschläge und Temperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt ein, die an den Futterplätzen winterliche Bedingungen einkehren ließen (Abb. 6), die die Anköderung deutlich erschwert haben, unter anderem, weil die Köderplätze bis in den März hinein immer wieder einschneiten. Zeitweise waren selbst im Landkreis Neumarkt, erst recht aber entlang des Lechs, aufgrund der ungewöhnlich hohen Schneelage die Fangplätze für die beteiligten Mitarbeiter gar nicht mehr oder in den steilen Hängen des Lechtals nur mit erheblichen Risiken erreichbar.

Trotz dieser ungünstigen Bedingungen wurde seit Mitte November 2012 sowohl am Lech als auch im Landkreis Neumarkt an jeweils vier Köderstellen durchgehend angefütert.

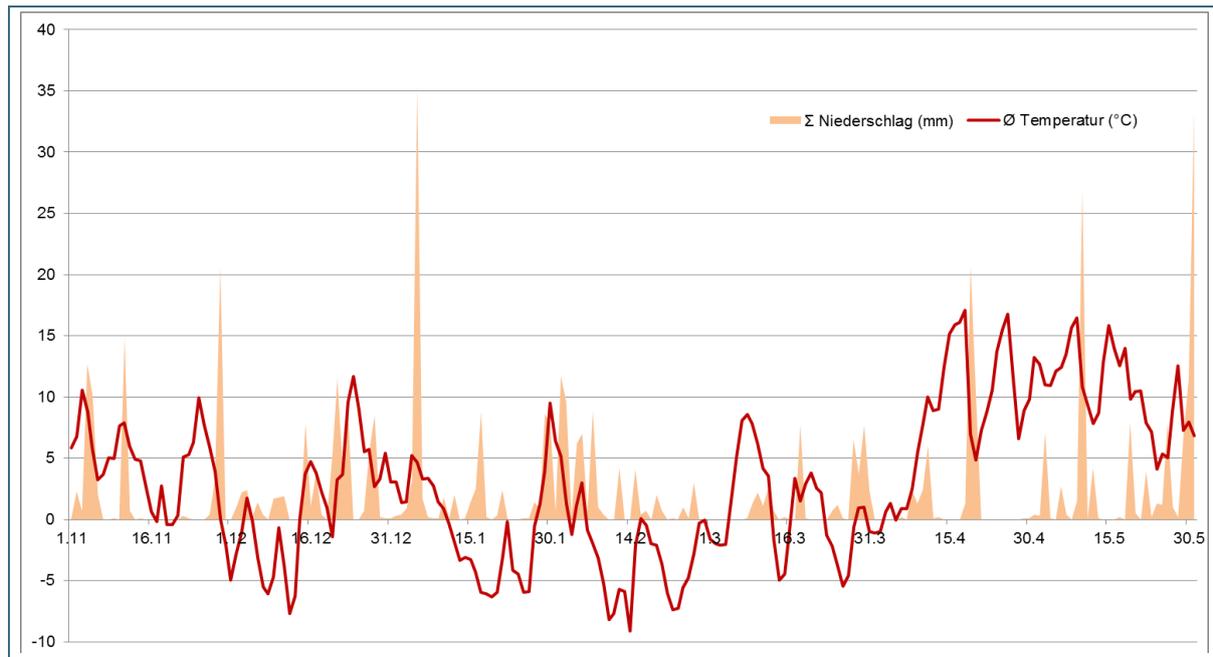


Abb. 6: Temperatur- und Niederschlagsentwicklung an der agrarmeteorologischen Station Landsberg 2012/2013 (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft)

Ebenfalls als ungünstig für die Umsetzung des Projektes hat sich erwiesen, dass das Jahr 2013 in den meisten Regionen Bayerns ein extrem schlechtes Uhubrutjahr war: Aus allen Daten, die im Artenhilfsprogramm Uhu vorliegen, das der LBV im Auftrag des LfU landesweit umsetzt, geht hervor, dass 2013 selbst in Regionen, die sonst auch in reproduktionsschwachen Jahren noch guten Bruterfolg erzielt haben, schon von vorneherein nur sehr wenige Paare zur Brut geschritten sind – offensichtlich primär aufgrund eines Zusammenbruchs der Mäusebestände. Von den wenigen begonnenen Bruten fielen dann noch viele infolge von Nahrungsmangel, aber auch wegen der ungewöhnlich nasskalten Frühjahrswitterung, aus. Die Erfahrungen der letzten Jahre zum Uhufang (GEIDEL 2012) haben aber gezeigt, dass die Fangchancen dann am höchsten sind, wenn die Brutpaare ihr Revier besetzen bzw. wenn aufgrund der Jungenaufzucht ein erhöhter Nahrungsbedarf in den einzelnen Revieren besteht. Damit haben sich die Fangchancen auch nach Ende der winterlichen Witterungsperiode in der sonst dafür sehr günstigen Balz- und Brutperiode des Frühjahrs 2013 nicht gebessert, vielleicht sogar noch verschlechtert.

Aufgrund dieser Umstände wurden Anköderung und Fang am Lech in Absprache mit dem LfU ab Mitte Mai 2013 zunächst ausgesetzt, da dort für keines der vier in die Fangversuche einbezogenen Reviere Brutnachweise erbracht werden konnten (S. Biele, G. v. Lossow mündlich). Im Landkreis Neumarkt dagegen wurde die Anköderung noch fortgesetzt, nachdem dort wenigstens in einem Revier eine Brut bestätigt war. Die Fangbemühungen wurden Ende Juni 2013 eingestellt, nachdem sich bis dahin kein Uhu auf den Überwachungskameras dokumentieren ließ.

Das witterungs- und brutbedingte Aussetzen der Fangbemühungen im Winter 2012 / 2013 und dem Frühjahr 2013 führte dazu, dass das Projekt um ein weiteres Jahr, bis Ende Oktober 2014, verlängert wurde. Nach Abschluss der entsprechenden Verträge wurden demnach die Fangbemühungen wieder aufgenommen. In enger Abstimmung mit dem LfU konzentrierten sich diese Bemühungen ab September 2013 jedoch ausschließlich auf das Projektgebiet im Landkreis Neumarkt. Am Lech konnte eine Betreuung der Futter- und Fangplätze sowie das Brutplatzmonitoring durch ehrenamtliche Helfer nicht durchgängig sichergestellt werden.

Im Landkreis Neumarkt wurde die Zahl der Reviere, in denen Uhus gefangen werden sollten, deutlich erhöht. Dazu fanden zunächst intensive Geländebegehungen – zum Teil mit den ehrenamtlichen Helfern vor Ort – statt, um die Revierbesetzung zu klären und, soweit nicht ohnehin bereits bekannt, regelmäßig genutzte Rupfplätze ausfindig zu machen, an denen später gefangen werden sollte. Insgesamt wurden sieben Reviere beködert, in fünf davon wurden Fangversuche unternommen.

Mit Beginn der Brutsaison 2014 wurden die Fangbemühungen eingestellt.

### 3.4 Ergebnisse

Im Projektzeitraum September 2012 bis einschließlich Oktober 2014 konnten vier adulte Uhus mit einem GPS-Logger ausgestattet werden. Drei der Tiere wurden jeweils verletzt aufgefunden und nach vorübergehender Pflege wieder in ihre Reviere entlassen. Sie sind keinem der beiden o. g. Untersuchungsgebiete zuzuordnen (siehe Kap. 3.4.3). Der vierte Vogel wurde im Landkreis Neumarkt mit dem Bownet gefangen, vor Ort besendert und wieder freigelassen.

#### 3.4.1 Lech

Im Lechtal konnten keine Uhus gefangen und besendert werden:

Direkt nach Eingang der tier- und artenschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigung zur Durchführung des Projektes wurde mit der Anködierung im Lechtal begonnen. Dazu wurden nach den Empfehlungen von Günter von Lossow zu geeigneten Revieren zunächst fünf Köderstellen in vier Revieren eingerichtet, bestückt und überwiegend durch den Gebietsbetreuer Stefan Günter regelmäßig kontrolliert. Anders als erhofft, wurden die Köderstellen kaum vom Uhu angenommen: Es gelangen nur in einem Revier Aufnahmen von einem Uhu am Futterplatz, insgesamt nur an zwei Nächten.

Aufgrund der damit verbundenen Zeitverzögerungen beim Fang und der trotzdem vorhandenen starken Rufaktivität in den beköderten Revieren wurde im Februar mit Fangversuchen begonnen, auch ohne dass das ursprünglich festgelegte Kriterium eines Nachweises in drei aufeinanderfolgenden Nächten auf den Überwachungsbildern erfüllt gewesen wäre. Die Reviere, in denen fängisch gestellte Netze ausgebracht waren, wurden während der Fangaktionen alle zumindest vom jeweiligen Reviermännchen besucht, wie die Rufaktivität zeigte. Es näherte sich jedoch kein Vogel dem Netz.

Im Revier „Graben“ konnten nach Abbruch der Fangaktion am 03.01.2013 allerdings zwei Uhus beim Streit um die ausgebrachte Köderratte dokumentiert werden (Abb. 7)



Abb. 7:  
Dokumentation zweier adulter Uhus  
am Futterplatz „Graben“ am 3.1.2013

### 3.4.2 Landkreis Neumarkt

Im Untersuchungsgebiet wurden zu Beginn des Vorhabens alle bekannten Uhereviere in Augenschein genommen und auf ihre Eignung für den Fang geprüft. Nach Rücksprache mit ortskundigen Ornithologen (T. Schmidtkunz, G. Schrafl) und in Abstimmung mit der Verteilung vorhandener Windenergieanlagen und Planungen zur Errichtung weiterer Anlagen wurden dann mit Vorliegen der entsprechenden Genehmigungen in vier Steinbruchrevieren fünf Köderplätze an Stellen eingerichtet, die sich in vorherigen Kontrollen als aussichtsreich erwiesen hatten. Diese wurden bis Ende Juni 2013 regelmäßig neu bestückt und kontrolliert. Zwischen September 2013 und Mai 2014 wurde ein Teil dieser vier Reviere erneut beködert. Reviere, in denen bei den regelmäßigen Kontrollen keine Uhus nachgewiesen werden konnten und in denen die Fangchancen demnach außerordentlich gering erschienen, wurden durch andere, vielversprechendere Reviere ersetzt.

Analog zum Vorgehen im Lechtal sollte nach dreimaligem Bildnachweis eines Uhus auf der jeweiligen Überwachungskamera mit dem Fang begonnen werden. Es konnte jedoch in keinem Revier ein Uhu auf den Bildern der Überwachungskameras dokumentiert werden. 2013, in dem Jahr, das überregional durch Nicht-Brüten und Brutausfälle charakterisiert war, gelang zumindest in einem Revier (Langenthal) im Landkreis ein Brutnachweis. Wegen der daraus abzuleitenden Fangchancen sollten zumindest dort Fangversuche stattfinden, sobald die Brut die aufgrund der erhöhten Störepfindlichkeit der Weibchen besonders kritischen ersten Wochen der Brut überstanden wären. Leider wurde auch diese Brut aufgegeben, bevor eine Wiederaufnahme von Fangversuchen vertretbar gewesen wäre. Aufgrund der danach zu erwartenden, extrem geringen Fangaussichten, aber auch weil die möglichen Fangplätze auf den jeweiligen Steinbruchsohlen zum Teil nach starken Regenfällen überschwemmt waren (Abb. 8), wurden auch weiterhin im Landkreis Neumarkt keine Fangversuche unternommen.

Erst nach der bestätigten Projektverlängerung im Spätsommer 2013 wurden die Fangbemühungen wieder aufgenommen und Fangversuche in mehreren Revieren durchgeführt. Da erneut kein Uhu auf einer der Überwachungskameras dokumentiert werden konnte, wurde davon abgesehen, mit dem Fang erst nach einem dreimaligen Bildnachweis zu beginnen. Sobald einer der beiden Revierpartner – im besten Fall beide Altvögel – akustisch oder aufgrund von Feder- oder Beutespuren im Umfeld des Futterplatzes nachgewiesen worden waren, wurde die Falle ausgebracht.

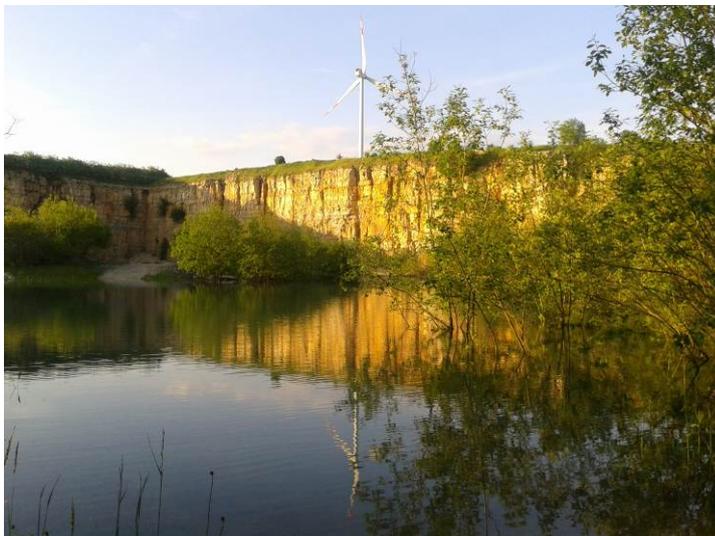


Abb. 8:  
Überflutung im vorgesehenen Fangbereich  
im Revier Langenthal (Landkreis Neumarkt)

Im Revier „Töging“ konnte so am 07.03.2014 das Uhuweibchen gefangen und besendert werden. Der Vogel wurde seit Beginn der Telemetriearbeiten des LBV am Uhu (vergleiche GEIDEL 2012) an gleicher Stelle bereits zum dritten Mal mit dem Bownet gefangen. Er zeigte keinerlei Meidungsverhalten auf den Köder oder die ausgebrachte Falle.

Da im vorangegangenen Projekt (GEIDEL 2012) topographiebedingt teilweise große Schwierigkeiten beim Auslesen der Senderdaten aufgetreten sind und der Vogel zum Teil über Wochen „verschwunden“ war, wurde nach dem neuerlichen Fang versucht, das Tier täglich zu orten und die Daten im dreitägigen Rhythmus herunterzuladen. Bereits von Beginn an konnte der Sender, der im Funktionstest vor seiner Anbringung funktionstüchtig war, jedoch nicht mehr geortet werden. Es wurde alles unternommen, um den besenderten Vogel wieder aufzuspüren. Trotz zunächst täglicher, intensivster Nachsuche im Hangbereich und dem weitläufigeren Umfeld des Brutplatzes blieben diese Bemühungen erfolglos. Da der Vogel zu Beginn der Brutphase gefangen und besendert wurde und bis dahin alles auf eine Brut im Revier Töging hindeutete (u. a. Bettelrufe des Weibchens), wurde angenommen, dass das Tier sich zur Brut in die Felsnische zurückgezogen hatte, aus der heraus kein Sendersignal zu empfangen ist. Mit fortschreitendem Brutverlauf wurde daraufhin versucht, während der nächtlichen Beuteübergaben durch das Männchen Daten zu empfangen. Auch diese Versuche blieben erfolglos. Später, als anzunehmen war, dass das Weibchen zumindest einen Teil seiner Zeit außerhalb der Brutnische verbringt, wurde noch einmal intensivst versucht, den Vogel aufzuspüren. Dabei war auch an Orten, an denen das besenderte Tier in der vorangegangenen Telemetriestudie regelmäßig nachgewiesen werden konnte, kein Funkkontakt herzustellen. Es ist anzunehmen, dass der Sender extrem früh ausgefallen ist. Im weiteren Verlauf der Brutsaison konnte das Weibchen bettelnd bzw. rufend nachgewiesen werden, so dass der Tod des Tieres auszuschließen ist.

### 3.4.3 Reviere außerhalb der Hauptuntersuchungsgebiete

Parallel zu den Beköderungsaktionen in den oben genannten Untersuchungsgebieten bestand die Möglichkeit, verletzt aufgefundene und wieder auszuwildernde Uhus mit einem Peilsender zu versehen. Zwischen September 2012 und Oktober 2014 konnten drei solche Vögel aus Revieren außerhalb der Untersuchungsgebiete Lechtal und Landkreis Neumarkt mit einem GPS-Logger versehen werden. Alle drei Vögel wurden während der Senderlaufzeit in kurzen Abständen (in der Regel einmal pro Woche) kontrolliert, um die Peildaten herunterzuladen:

Am 31.08.2012 wurde das Revierweibchen aus dem Revier Greding (Landkreis RH) mit einem Peilsender ausgestattet und in sein Revier zurück entlassen. Der Vogel hatte sich zuvor bei der nächtlichen Jagd im Netz eines Fußballtores im Ort verfangen. Zum Peilzeitpunkt wurde im Revier Greding ein Jungvogel versorgt. Beobachtungen bestätigten das erfolgreiche Ausfliegen des Jungtieres trotz vorübergehender Abwesenheit des Weibchens.

Die nächtliche Aktivität des Vogels wurde nach seiner Freilassung zunächst umfassend dokumentiert. Bereits nach wenigen Wochen konnte der Sender jedoch nicht mehr geortet werden, obwohl noch bis Januar – bis zum Ende der zu erwartenden Senderlaufzeit – zunächst in mindestens wöchentlichen, später in größeren, aber immer noch regelmäßigen Abständen in weitem Umkreis um den Brutplatz immer wieder versucht wurde, den Vogel anhand der Signale des integrierten Peilsenders wieder aufzuspüren. Dass in der folgenden Brutzeit beide Partner im Revier bestätigt wurden, legt einen vorzeitigen Senderausfall nahe.

Am 02.02.2013 wurde das Revierweibchen aus dem Revier Schellneck im Altmühltal (Landkreis KEH) mit einem Peilsender ausgestattet in sein Revier zurück entlassen. Der Vogel war zuvor geschwächt aus einer Jauchegrube gerettet worden. Die Peildaten schlossen zunächst die Hochbalz und Vor-Brutphase ein. Das Revierweibchen schritt im März zur Brut, brach diese später jedoch ab. Der Sender lieferte bis zum 24. Februar 2013 Bewegungsdaten. Vermutlich kam es nachfolgend zu einem Senderverlust. Bis zum 26. Mai 2013 konnte das Pinger-Signal des Senders geortet werden. Trotz intensiver Suche konnte der Sender im Gelände jedoch nicht geborgen werden, da er sich möglicherweise im Geäst hochwüchsiger Bäume verfangen hat und nicht auffindbar war.

Am 01.11.2013 wurde das Revierweibchen aus dem Revier Großweil am Kochelsee (Landkreis TÖL) mit einem Peilsender ausgestattet und in sein Revier zurück entlassen. Der Vogel hatte sich zuvor in

einer Netzüberspannung eines Hühnergeheges im Ort selbst gefangen und musste befreit werden. Nach vorübergehender Pflege konnte der Vogel aber unverletzt entlassen werden.

Die nächtliche Aktivität des Vogels wurde nach seiner Freilassung umfassend dokumentiert. S. Biele sowie weitere Mitarbeiter des LfU übernahmen aufgrund der Nähe zwischen Uhrevier und der Vogelschutzwarte in Garmisch-Partenkirchen das Auslesen der Daten, die sie dann per Mail nach Hilpoltstein übermittelten, wo die Umwandlung und Auswertung vorgenommen wurde. Die Peildaten schlossen zunächst die Herbstbalz sowie die spätere Hochbalz und die Vor-Brutphase ein. Aufgrund der extrem großen Distanzen, die der Vogel während der einzelnen Peilnächte zurückgelegt hat, und der vergleichsweise kurzen Verweildauer im Nischenbereich während des vermuteten Brutbeginns ist davon auszugehen, dass nicht mit der Brut begonnen oder diese zumindest recht bald abgebrochen wurde.

Insgesamt hat das Uhuweibchen aus dem Alpenvorland über sechs Monate lang Daten geliefert. Die Senderlaufzeit wurde damit vollständig ausgeschöpft.

### 3.5 Überblick

Tabelle 1 stellt noch einmal vergleichend dar, welche Senderleistung im Vorfeld der Untersuchungen errechnet wurde, und welche Daten tatsächlich im Rahmen des Telemetrievehens erfasst wurden.

Es wird deutlich, dass bis auf Großweil in keinem weiteren Revier die Senderleistung vollständig ausgeschöpft werden konnte. Wie bereits in den einzelnen Revierabschnitten unter Punkt 3.4.3 beschrieben, sind die Ursachen dafür vorrangig im vorzeitigen Ausfall bzw. Verlust des jeweiligen Senders zu finden. Der außerplanmäßige Ausfall bzw. Verlust stellt ein unkalkulierbares Risiko für den Bearbeiter dar und kann auch bei zukünftigen Studien nicht ausgeschlossen werden.

Der Logger 2629 aus dem Revier Schellneck lieferte bis Ende Februar Daten. Aufgrund einer speziellen, im Logger integrierten Funktion, die die dreidimensionalen Bewegung des besenderten Tieres veranschaulicht, war jedoch erkenntlich, dass der Vogel seinen Sender bereits ab dem 24.02.2013 verloren haben musste. Es ist davon auszugehen, dass die Sollbruchstelle am Sendergeschirr gerissen ist und der Vogel den Sender abstreifen konnte.

Tab. 1: Logger-Charakteristika

	♀ Greiding	♀ Schellneck	♀ Großweil	♀ Tögging
Sender-ID	1693	2629	2630	2631
Peilnächte (Soll)	50	50	50	50
Peilungen/Nacht	29	42	42	42
Lokationen (Soll)	1450	2100	2100	2100
Besenderung am:	31.08.2012	02.02.2013	01.11.2013	07.03.2014
Ausfall / Verlust am:	07.10.2012	24.02.2013	03.05.2014	unbekannt
Peilnächte (Ist)	13	7	61	0
Lokationen (Ist)	308	207	2017	0
Lokationen (Ist%)	21,2	9,9	96	0
Ursache für Nichtaus-schöpfung des geplanten Datenrah-mens	technischer Defekt am Sender	Brutgeschehen (keine Daten am Horst erfasst), vorzeitiger Senderverlust	Brutgeschehen (keine Daten am Horst erfasst), Senderlaufzeit ausgeschöpft	technischer Defekt am Sender

## 4 Telemetriegestützte Raumnutzungsanalyse

### 4.1 Datenbasis

Grundlage für die dem vorliegenden Bericht zugrunde liegenden Untersuchungen bilden acht adulte Uhus aus zwei verschiedenen Naturräumen Bayerns (Abb. 9, Tab. 2).

Die Tiere wurden, wie unter Punkt 3.4 beschrieben, im Rahmen der Telemetriestudie im Auftrag des LfU besendet oder entstammen den bisherigen Uhu-Telemetriearbeiten des LBV (GEIDEL 2012). Methodische Ansätze beim Uhu fangen und der Sendertechnik (Tab. 5), die nicht unter 3.2 erläutert sind, entsprechen dem Vorgehen bei GEIDEL (2012).

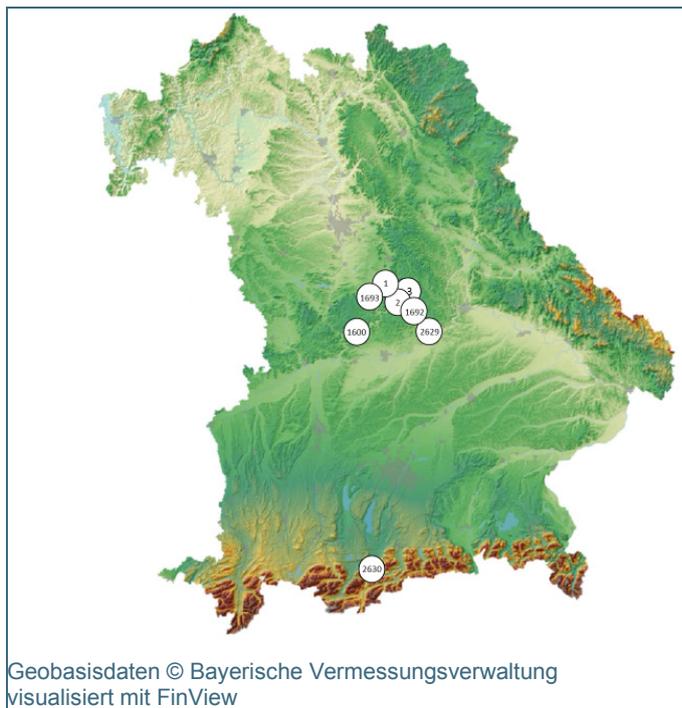


Abb. 9:  
Geografische Einordnung der in Bayern durchgeführten Telemetrieuntersuchungen am Uhu 2009-2014.  
Angegeben ist jeweils die ID-Nummer des jeweiligen Senders.

Tab. 2: Fang- und Besenderungsdetails in Bayern telemetrierter Uhus 2009–2014

ID-Nr. Sender	Revier (Landkreis)	♂ / ♀	Telemetriezeitraum	Fangart	Sendertyp	Peilnächte	Anzahl Lokationen
1	Staudenhof (NM)	♂	23.06.2009-14.10.2009	Kastenfalle	RI-2C	22	132
2	Beilngries (EI)	♂	23.06.2009-23.07.2009	Kastenfalle	RI-2C	3	30
3	Stetterhof (NM)	♀	13.08.2009-21.10.2009	Kastenfalle	RI-2C	17	171
1600	Wintershof (EI)	♂	23.03.2011-30.07.2011	Bow-net	2AA2	39	746
1692	Töging (NM)	♀	12.09.2011-15.12.2011	Bow-net	2AA2	9	664
1693	Greding (RH)	♂	31.08.2012-07.10.2012	Pflegling	2AA2	13	308
2629	Schellneck (KEH)	♀	02.02.2013-24.02.2013	Pflegling	2AA2	7	207
2630	Großweil (GAP)	♀	02.11.2013-03.05.2014	Pflegling	2AA2	61	2017

## 4.2 Flugdistanzen und Aktionsraumgrößen

Um das von Windenergieanlagen ausgehende Schlagrisiko für Uhus beurteilen zu können, ist es wichtig, zunächst die Distanzen zu kennen, die ein Uhu während seiner nächtlichen Beuteflüge zwischen seinem Horst oder Tageseinstand und dem Jagdgebiet zurücklegt. Ähnlich verhält es sich mit der Größe des Aktionsraums (home range), die er dabei nutzt. Beide Größen unterscheiden sich bei den Geschlechtern und hängen von der Jahreszeit, dem Brutstatus u. a. ab.

### 4.2.1 Flugdistanzen

Für alle erfassten Lokationen der besenderten Uhus wurde die Distanz zum jeweiligen, in der Datenbank des LBV erfassten Brutplatz des entsprechenden Reviers errechnet. Daraus abgeleitet wurde die durchschnittlichen Horstentfernungen pro Monat für die Uhus aus dem Frankenjura und den Einzelvogel aus dem Alpenvorland ermittelt (Abb. 10 bis 12). Detaillierte Angaben zu den errechneten monatlichen Minimal- und Maximaldistanzen der einzelnen Vögel finden sich in den Tabellen und Abbildungen des Anhangs.

Ergänzt wurden die Ausführungen zu den durchschnittlichen Flugdistanzen bayerischer Uhus durch die Daten von sechs niederländischen Vögeln aus Süd-Limburg (Abb. 13 und 14).

Abbildung 12 (siehe dazu auch Anhang) zeigt deutliche Schwankungen im Distanzverhalten des besenderten Uhuweibchens aus dem Voralpenraum, das keinem Muster zu folgen scheint. Lediglich im März hielt sich das Tier eine Zeit lang in Horstnähe auf. Es bleibt dabei jedoch unklar, ob sich der Vogel nur zu Balzzwecken im Horstbereich aufgehalten hat oder ob er tatsächlich mit der Brut begonnen und diese nach kurzer Zeit wieder abgebrochen hat. Im Unterschied zu der Datenreihe des Großweiler Uhus wirken sowohl die Datenreihen aus dem Frankenjura als auch aus den Niederlanden kompakt und folgen den aus der Literatur bekannten Angaben zur saisonalen Revierausdehnung des Uhus (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980, PIECHOCKI & MÄRZ 1985). Entsprechend dem Verlauf der Fortpflanzungssaison variieren die durchschnittlichen Distanzen der erfassten Lokationen zum Horst. Besonders deutlich werden dabei Unterschiede zwischen brütenden (SLB) und nicht-brütenden Vögeln bzw. Brutabbrechern (FRJ). Der Einzelvogel aus dem Voralpenraum stellt dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit jedoch nur ein Beispiel für das Distanzverhalten nicht-brütender Individuen dar und sollte aufgrund fehlender Vergleichsdaten nicht zur Verallgemeinerung herangezogen werden.

Abgeleitet von der Biologie des Uhus muss neben brütenden und nicht-brütenden Individuen vor allem zwischen den Geschlechtern unterschieden werden. Speziell während der Hochbalz und der sich daran anschließenden Brut- und Aufzuchtphase hält sich das Revierweibchen fast ausschließlich in Brutplätznähe auf, während es vom Männchen mit Beute versorgt wird. Größere Distanzflüge sind daher unwahrscheinlich und konnten weder im Frankenjura noch in den Niederlanden beobachtet werden (Abb. 10, 11, 13 und 14). Das Männchen hält sich zu den Balzzeiten und teilweise noch während der Brutphase ebenfalls horstnah auf – vermutlich um etwaige Konkurrenten um den Brutplatz zu vertreiben oder um das Weibchen zeitnah mit ausreichend viel Nahrung zu versorgen, um eine erfolgreiche Brut zu gewährleisten. Sobald der Nahrungsbedarf des Weibchens und der Jungvögel steigt, weiten sich die Distanzflüge des Männchens aus. Das Weibchen bewegt sich ab dem Sommer ähnlich weit vom Brutplatz weg und verringert seine Distanzflüge mit dem einsetzenden Winter wieder. Nicht-brütende Uhus legen mitunter deutliche Distanzen zurück, um einen geeigneten Fortpflanzungspartner zu finden. Speziell außerhalb der Fortpflanzungsperiode während der Sommermonate zeigen sie eine stark verminderte Brutplatztreue und suchen teilweise kilometerweit entfernte Jagdhabitats und Tageseinstände auf (pers. Beobachtung, GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980, LEDITZNIG 1999). Das Verhalten des Großweiler Uhus bestätigt das.

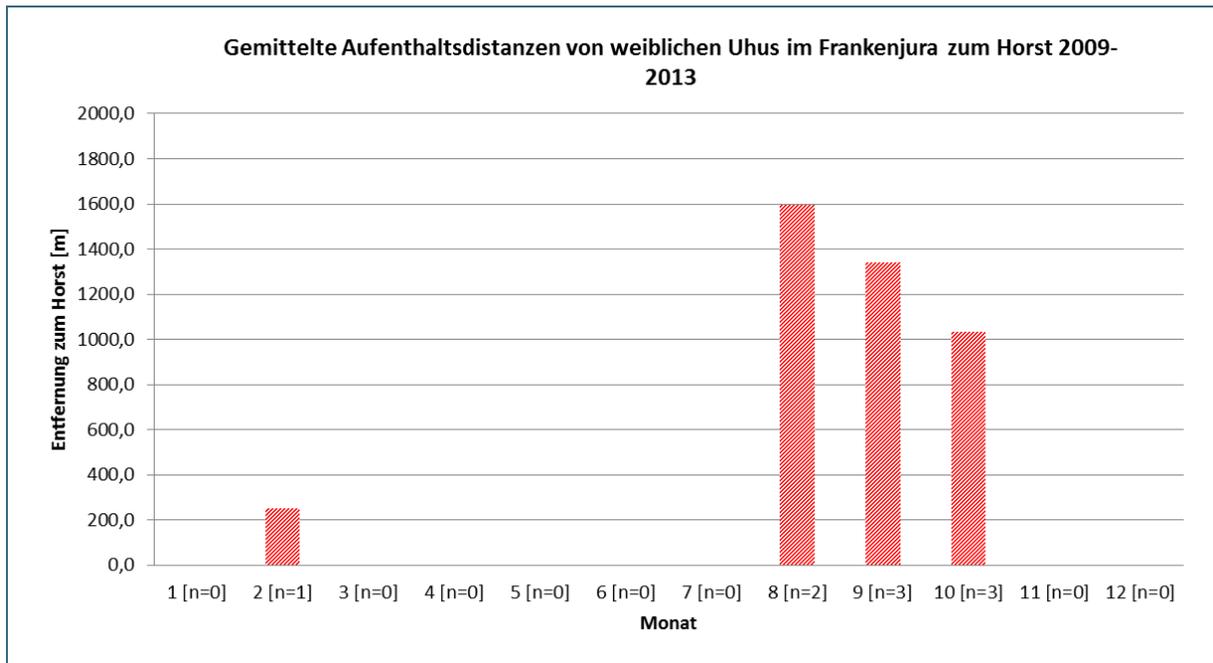


Abb. 10: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{x}$  aller Peilungen pro Monat) von weiblichen Uhus zu ihrem Horst im Frankenjura. Das n beschreibt die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsmonat besenderten Individuen.

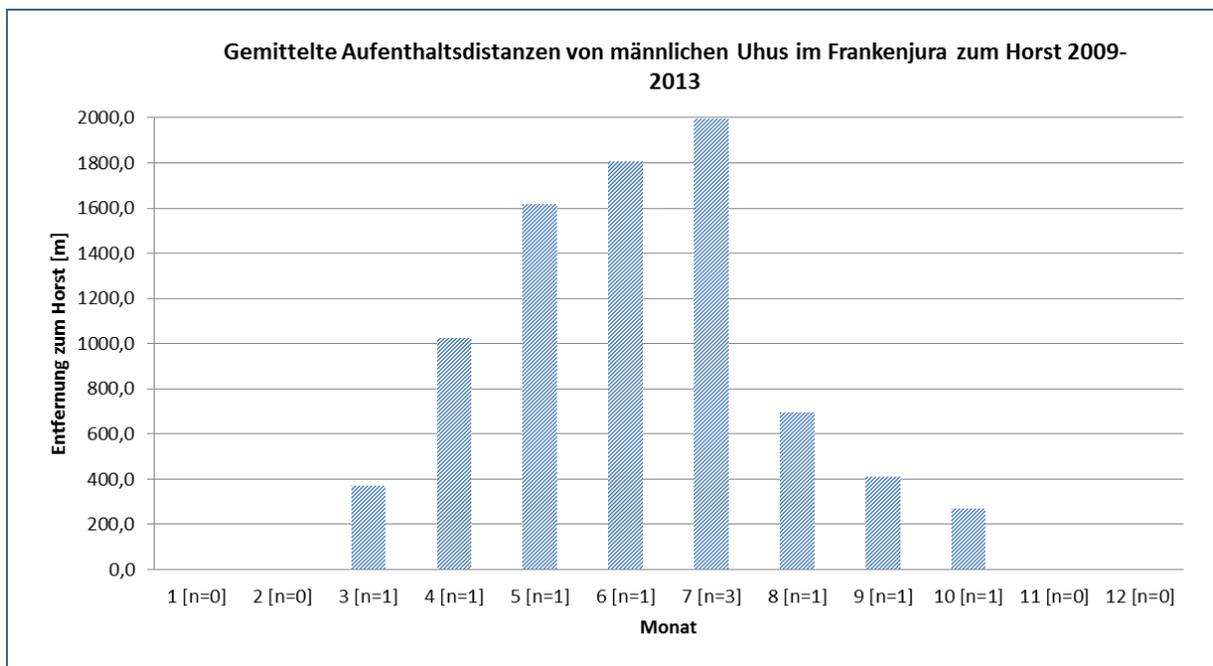


Abb. 11: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{x}$  aller Peilungen pro Monat) von männlichen Uhus zu ihrem Horst im Frankenjura. Das n beschreibt die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsmonat besenderten Individuen.

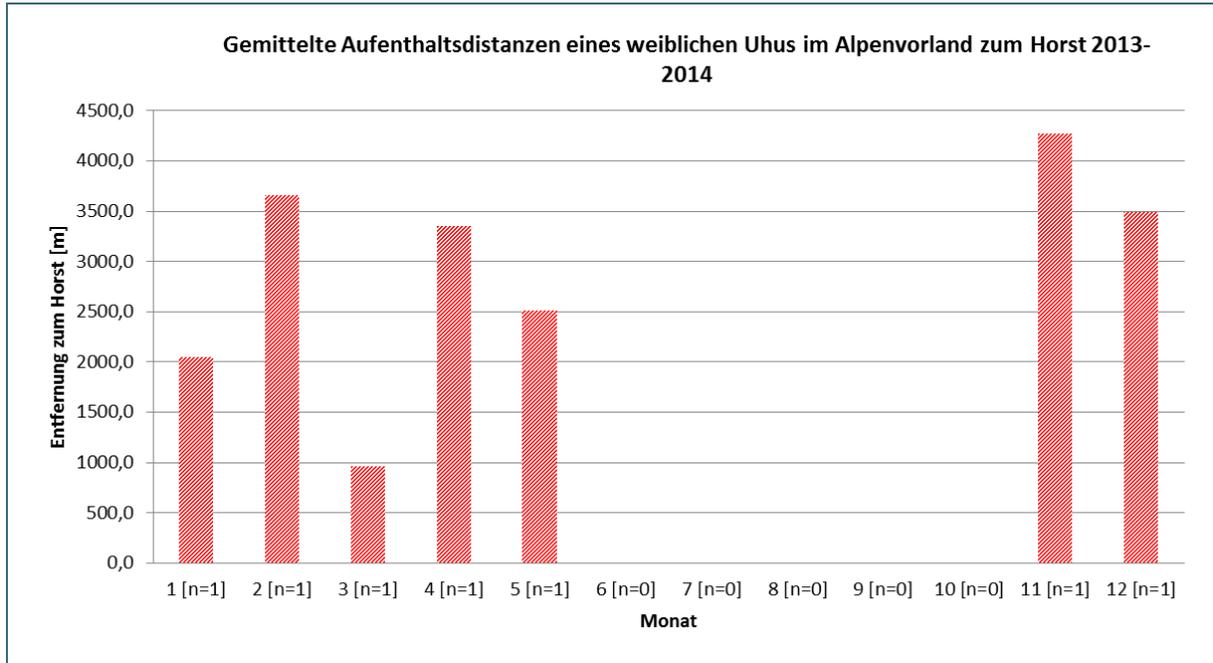


Abb. 12: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{x}$  aller Peilungen pro Monat) eines weiblichen Uhus zu ihrem Horst im Alpenvorland. Das n beschreibt die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsmonat besenderten Individuen.

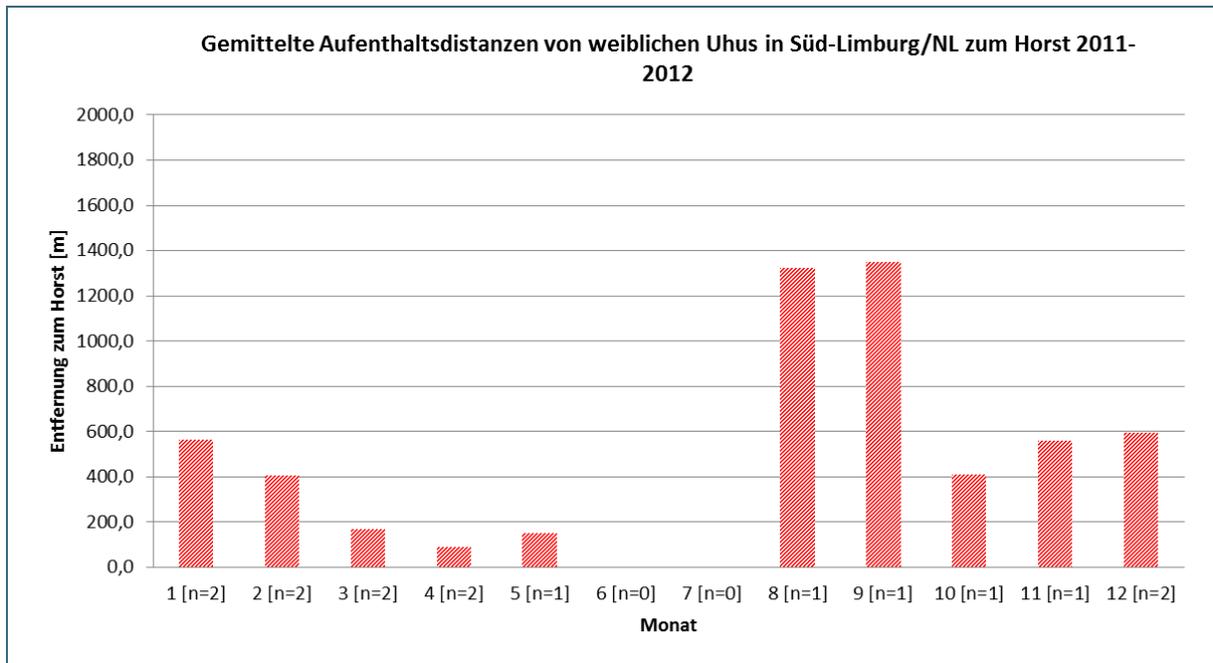


Abb. 13: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{x}$  aller Peilungen pro Monat) von weiblichen Uhus zu ihrem Horst in Süd-Limburg / Niederlande. Das n beschreibt die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsmonat besenderten Individuen.

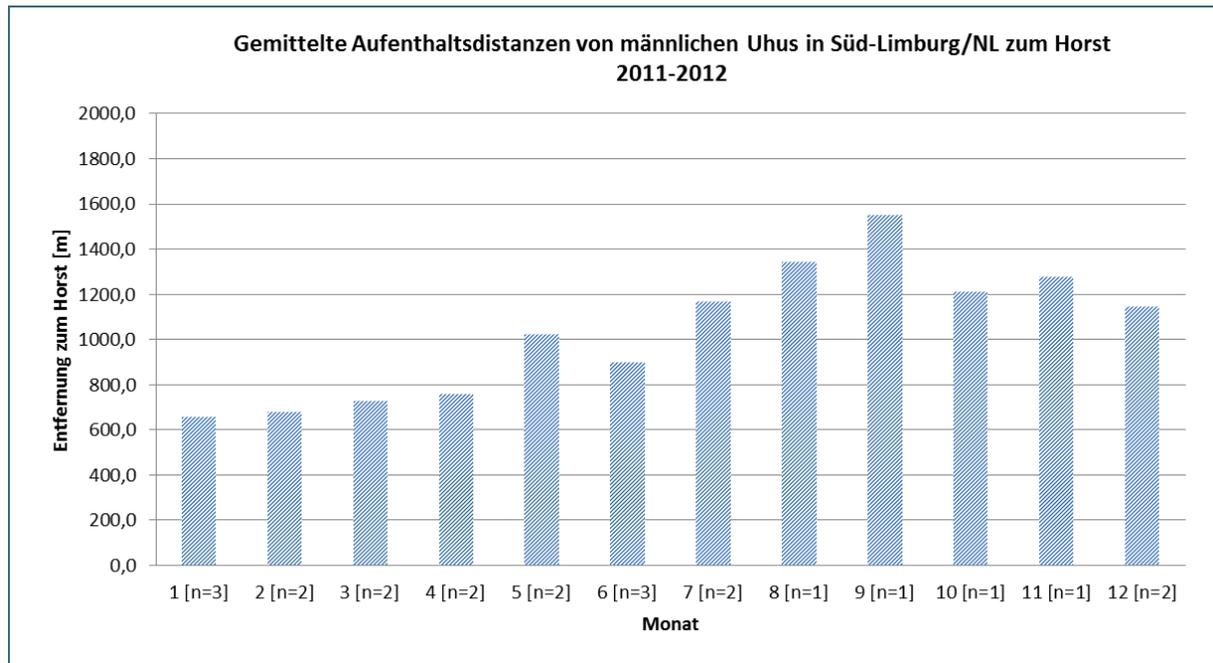


Abb. 14: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{x}$  aller Peilungen pro Monat) von männlichen Uhus zu ihrem Horst in Süd-Limburg / Niederlande. Das n beschreibt die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsmonat besenderten Individuen.

Die oben beschriebenen Beobachtungen während des Jahresverlaufs spiegeln sich ebenfalls in den anteiligen Häufigkeiten der erfassten Lokationen nach Distanzklassen wider. Den Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten folgend wurden daher die Häufigkeiten aller in den jeweiligen Untersuchungsräumen ermittelten Peilungen jeweils im 1.000 m Bereich, im 3.000 m Bereich und im 6.000 m Bereich um den Horst ermittelt. Die Ergebnisse sind detailliert in den Tabellen des Anhangs dargestellt. Zusammengefasst wurden im Frankenjura 54,4 % aller erfassten Lokationen im 1.000 m Radius, 87,0 % im 3.000 m Radius und 98,5 % im 6.000 m Radius um den Horst festgestellt. In den Niederlanden lagen diese Zahlen mit 71,6 % für den 1.000 m Radius und 95,7 % im 3.000 m Radius (99,3 % im 6.000 m Radius) noch einmal deutlich höher und rechtfertigen damit für Brutvögel in vollem Maß die von der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten empfohlenen Prüfradien für Windenergieanlagen. Sowohl für den Frankenjura als auch für die Niederlande wurden, mit Ausnahme des Reviervogels 1600, ausschließlich brütende Revierinhaber oder zumindest solche Vögel untersucht, die im Untersuchungszeitraum zumindest mit der Brut begonnen haben. Das nicht-brütende Weibchen aus dem Alpenvorland, für welches die Ursache der ausgebliebenen Brut bis dato nicht geklärt werden konnte, belaufen sich die ermittelten Lokationen im 1.000 m Radius auf 26,5 %, im 3.000 m Radius auf 58,1 % und im 6.000 m Radius auf 83,6 %.

#### 4.2.2 Aktionsraum (home range)

Wie bereits die ermittelten Distanzen zwischen den einzelnen Lokationen der untersuchten Uhus und ihrem Horst (siehe Anhang) vermuten lassen, weisen auch die Aktionsräume der einzelnen Tiere und vor allem der einzelnen Untersuchungsgebiete Unterschiede auf.

In der vorliegenden Studie wurde für alle untersuchten Individuen zunächst die flächenhafte Ausdehnung des *minimum convex polygon* (MCP100) berechnet. Das ist die Fläche, die durch die am weitesten voneinander entfernt liegenden Lokationen eines Vogels umspannt wird. Um der Möglichkeit der Verfälschung der Aussagekraft des Datenmaterials durch Ausreißer zuvorzukommen, wurde das MCP95 berechnet, bei dem die 5 % am weitesten vom Brutplatz entfernt liegenden Peilungen unbe-

rücksichtigt bleiben (Tab. 3). Die niederländischen Daten wurden auf die gleiche Weise analysiert und sind in Tabelle 4 dargestellt.

Die Größen des Aktionsraums (Tab. 3 und 4) variieren teilweise erheblich zwischen den einzelnen Individuen und den Geschlechtern. Auffällig ist, dass die konventionell telemetrierten Individuen 1 und 2, die im Spätsommer bzw. Herbst untersucht worden sind, deutlich kleinere Aktionsraumgrößen aufweisen als andere Vögel eines vergleichbaren Untersuchungszeitraumes, die mit den modernen GPS-Loggern der Firma e-obs ausgestattet waren. Hier treten die begrenzten Möglichkeiten der mittlerweile veralteten Sendertechnik deutlich zutage: zum einen, weil durch die manuelle Peilung wesentlich größere Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der exakten Lokation zu erwarten sind, zum anderen, weil ein durchgängiges Verfolgen des besenderten Tieres aufgrund der Geländetopographie sowie fehlender Fahrwege nicht möglich war. Es ist anzunehmen, dass diese beiden Vögel wesentlich größere Aktionsraumgrößen aufweisen würden, wären sie ebenfalls mit einem GPS-Logger ausgestattet gewesen.

Die geringe Aktionsraumgröße des Revierweibchens 2629 ist auf den sehr kurzen Untersuchungsumfang sowie den Zeitpunkt der Untersuchung – die Brutphase – zurückzuführen (Abb. 15).

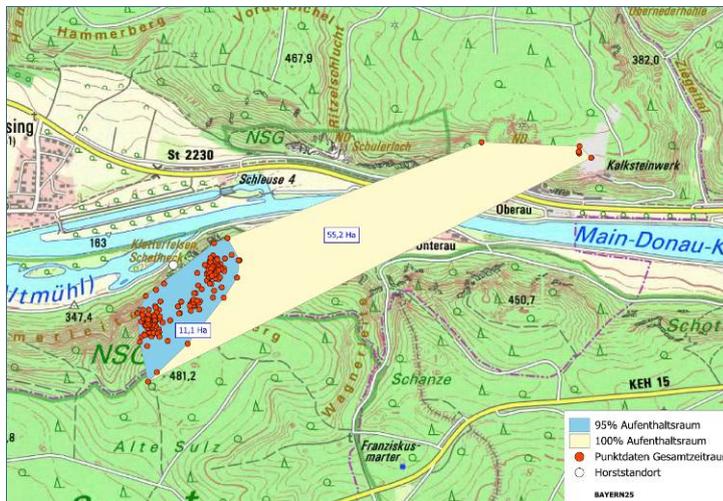


Abb. 15:  
Aktionsraumgröße des Senderweibchens 2629 bei Schellneck im Februar 2013.  
(Geobasisdaten: DTK 1: 25.000  
© Bayerische Vermessungsverwaltung  
visualisiert mit FinView)

In der Betrachtung der MCP95-Flächen fällt auf, dass eine Verringerung des Datenumfanges um 5 % nicht automatisch mit einer Verringerung der Aktionsraumgrößen um den gleichen Betrag einhergeht. Die Zahlen in den Tabellen 3 und 4 verdeutlichen vielmehr, dass die 5 % der Lokationen, die pro Vogel in der MCP95-Analyse unberücksichtigt geblieben sind, Ausreißer darstellten, die nur wenige Male von den betrachteten Individuen aufgesucht worden sind. Besonders deutlich wird das bei den drei Weibchen 3, 1692 und 2629 (siehe hierzu auch Anhang). Diese Vögel haben in Einzelfällen „Ausflüge“ mit erheblichen Distanzen unternommen, so dass die MCP95-Größen nur 41,4 %, 50,1 % oder 20,1 % des Gesamtaktionsraumes ausmachen. Vor allem die Männchen der Reviere 1 und 1600 haben dagegen weniger deutliche „Ausflüge“ unternommen. Obwohl auch diese Vögel teilweise erhebliche Distanzen zwischen dem Horst und dem Jagdhabitat zurückgelegt haben, wurden diese Flüge jedoch regelmäßig durchgeführt.

Tab. 3: Aktionsraumgrößen der in Bayern untersuchten Uhus (kursiv: Tiere mit sehr kurzer Besenderungszeit)

Sender-ID	Revier (Landkreis)	♂ / ♀	Telemetrie-zeitraum	MCP100 [ha]	MCP95 [ha]	Anteil MCP95 an MCP100 [%]
1	Staudenhof (NM)	♂	23.06.2009-14.10.2009	335,7	270,3	80,5
2	Beilngries (EI)	♂	23.06.2009-23.07.2009	277,9	188,3	67,8
3	Stetterhof (NM)	♀	13.08.2009-21.10.2009	1297,0	649,4	50,1
1600	Wintershof (EI)	♂	23.03.2011-30.07.2011	1928,5	1615,3	83,8
1692	Töging (NM)	♀	12.09.2011-15.12.2011	1708,5	707,1	41,4
1693	Greding (RH)	♀	31.08.2012-07.10.2012	1834,6	1355,7	73,9
2629	Schellneck (KEH)	♀	02.02.2013-24.02.2013	55,2	11,1	20,1
2630	Großweil (GAP)	♀	02.11.2013-03.05.2014	4006,0	3299,0	82,4

Tab. 4: Aktionsraumgrößen der in Süd-Limburg untersuchten Uhus

Sender-IDr	Revier	♂ / ♀	Telemetrie-zeitraum	MCP100 [ha]	MCP95 [ha]	Anteil MCP95 an MCP100 [%]
1166	Limburg 1	♂	16.08.2010-31.12.2010	4019,6	2472,9	61,5
1299	Limburg 2	♂	25.06.2010-10.08.2010	2478,1	1633,9	65,9
1544	Limburg 1	♀	22.12.2010-06.06.2011	1387,8	951,6	66,0
1545	Limburg 3	♀	22.01.2011-24.05.2011	218,4	120,2	55,0
1546	Limburg 3	♂	21.01.2011-20.07.2011	3923,6	1386,0	35,3
1547	Limburg 2	♀	13.12.2010-19.04.2011	705,9	387,3	54,9

### 4.3 Habitatnutzung

Die Habitatnutzung bei der Nahrungssuche durch den Uhu ist in hohem Maß von verfügbaren Ansitzmöglichkeiten bei entsprechendem Beutetierangebot sowie dessen Erreichbarkeit abhängig (vgl. GEIDEL 2012). Die regional vorherrschende Landnutzung mit den dazugehörigen Strukturen spiegelt sich daher stark in den genutzten Biotopstrukturen der untersuchten Vögel wider (Tab. 5). Gleiches gilt für die jahreszeitlich bedingte Vegetationshöhe, die entsprechend der Vegetationsperiode bestimmte potenzielle Jagdhabitats für den Uhu unattraktiv macht. Details hierzu finden sich in den Tabellen des Anhangs.

Allgemein wird deutlich, dass im Voralpenraum, dessen Offenflächen weitgehend durch eine Wiesen- und Weidewirtschaft geprägt sind (Abb. 16), dieser Biotoptyp den größten Anteil aller genutzten Offenlandstrukturen des Sendervogels 2630 ausmacht, wohingegen Ackerland oder Strukturen zwischen den Feldern wie Grünwege vor allem bei den Senderuhus aus dem agrarisch geprägten Frankenjura (Abb. 17) eine bedeutende Rolle als Jagdhabitat spielen (Tab. 5). Im niederländischen Süd-Limburg, wo sich ackerbaulich genutzte Flächen mit Bereichen großflächiger Grünlandnutzung abwechseln, dominieren diese beiden Biotoptypen die Habitatstatistik der untersuchten Vögel (Tab. 5).



Abb. 16:  
Durch Grünland- und Weidewirtschaft geprägte Landschaft des Voralpenraumes



Abb. 17:  
Ackerbauliche Landnutzung dominiert im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1692

Ebenfalls von nicht unerheblicher Bedeutung als Jagdhabitats waren, speziell im Frankenjura und den Niederlanden, Siedlungsbereiche, angefangen von kleinen Dörfern, über Kreis- oder Großstädte mit ihren Industrie- und Gewerbeflächen sowie der entsprechenden Ver- und Entsorgungsinfrastruktur (Straßen, Kläranlagen, Mülldeponien etc.), die in den folgenden Abbildungen beispielhaft vorgestellt sind.

Die Nutzung von Siedlungsstrukturen als Jagdhabitat gewährleistet dem Uhu ganzjährig ein verfügbares und umfangreiches Beutetierangebot, dass in Umfang und Vielfalt in der offenen Kulturlandschaft aufgrund der oft intensiven Nutzung und fehlender Rückzugs- oder Lebensräume kaum mehr bzw. nur sehr kleinräumig erreicht wird.



Abb. 18:  
Offen zugängliche Silos, Lagerplätze und Misthaufen bieten dem Uhu im Frankenjura ein umfangreiches Beutetierangebot und sind als Jagdgrund ganzjährig attraktiv. Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1600



Abb. 19:  
Kleintierhaltung prägt regelmäßig die vom Uhu zur Jagd aufgesuchten dörflichen Strukturen. Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1600



Abb. 20:  
Holz- oder Baustofflager werden vom Uhu als Ansitz und Jagdraum genutzt. Sie bieten einer Vielzahl von Beutetieren der Art Rückzugs- und Versteckmöglichkeiten in der ansonsten häufig strukturarmen Kulturlandschaft. Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1692

Neben Gebäuden und Lagerstätten nutzt der Uhu noch weitere Strukturen als Ansitzwarten, wie sich bei der manuellen Zuweisung der Biotoptypen anhand von Luftbildern zu den einzelnen Lokationen gezeigt hat. Höhe und verfügbare Häufigkeit der gewählten Warte scheinen dabei keine Rolle zu spielen. Als wichtigste Ansitzwarten haben sich dabei folgende Strukturen herausgestellt:

Waldrandbereiche (Abb. 21),

(exponierte) Einzelbäume (Abb. 22),

Einzelgebäude (Abb. 23),

Hoch- und Mittelspannungsmasten (Abb. 24) und

Funkmasten (Abb. 25).



Abb. 21:  
Waldrandbereiche stellen typische Ansitzwarten und Jagdhabitats für Uhus dar. Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1693



Abb. 22:  
In strukturarmen Landschaftsbereichen dienen Einzelbäume dem Uhu als Ansitz. Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 1692



Abb. 23:  
In strukturarmen Landschaftsbereichen dienen zudem einzeln stehende Gebäude dem Uhu als Ansitz.  
Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 2630



Abb. 24:  
In strukturarmen Landschaftsbereichen dienen Hoch- und Mittelspannungsmasten dem Uhu als Ansitz.  
Aufnahme im Uhu-Revier von Sender-Nr. 2630

Speziell im Revier 2630 haben sich Strommasten außerdem als wiederholt genutzte Leitstrukturen herausgestellt, deren Leitungsverlauf der Uhu während seiner nächtlichen Jagdflüge gefolgt ist.

Abgesehen von den häufigen Nachweisen in den klassischen Jagdhabitaten Grünland, Ackerland, Siedlungen (Tab. 5) fallen die hohen Anteile genutzter Waldstrukturen mit insgesamt 41,1 % im Frankenjura und 50,7 % im Alpenvorland auf. In Limburg wurden dagegen nur 16 % aller erfassten Peilungen Waldbereichen zugeordnet. Die Peilpunkte in Waldbereichen können methodisch bedingt nicht zweifelsfrei in Jagdhabitats und Tageseinstände unterschieden werden, da nicht sicher geklärt werden kann, wann genau der Uhu am Tageseinstand weilt oder tatsächlich im Wald jagt. Aufgrund der fest definierten Erfassungszeiten der Lokationen, die möglicherweise erst nach Beginn der nächtlichen Jagdflüge eingesetzt haben, kann es sein, dass ein vermuteter Tageseinstand in Waldrandnähe in Wirklichkeit bereits einen Jagdansitz darstellt. Umgekehrt kann es ein, dass ein vermuteter Jagdansitz während der Nacht in Wirklichkeit einen Ruhepunkt darstellt, an den sich der Uhu nach erfolgreicher Jagd zurückgezogen hat. Zumindest bei den Vögeln aus dem Frankenjura und dem Uhuweibchen aus dem Alpenvorland ist aber davon auszugehen, dass zumindest ein Teil der Lokationen im Wald als Jagdphase anzusehen und der Wald somit als Jagdhabitat zu bewerten ist. Die Waldbereiche, die bei diesen Vögeln wiederholt aufgesucht worden sind, charakterisieren sich im Frankenjura durch eine offene, hallenartige Struktur. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um alte Buchen- oder Buchenmischwälder, die sich zum Teil durch hohe Siebenschläferdichten und das (zumindest temporäre)

Vorkommen anderer Hauptbeutetiere des Uhus beschreiben lassen (Geidel, pers. Beobachtung). Die Nutzung als Jagdhabitat scheint hier auf der Hand zu liegen. Im Voralpenraum lassen sich die genutzten Waldbereiche oftmals ebenfalls durch lückige Bestände charakterisieren. Zum einen ist die lückige Struktur der Höhenlage verschuldet, zum anderen der forstlichen Auflichtung bzw. Freistellung. Speziell in diesen Bereichen kann ebenfalls davon ausgegangen werden, dass der Uhu die geschaffenen Offenbereiche aktiv zur Jagd nutzt.

Tageseinstände befinden sich, soweit bekannt oder anhand des Datenmaterials nachvollziehbar, in der Regel in Dickungen oder im Kronenbereich alter Nadelbäume. Diese können sich ebenfalls im Bereich von Freistellungen oder in Waldrandlagen befinden.



Abb. 25:  
Funkmast als Ansitzwarte im Uhu-Revier mit Sender-Nr. 2630

Tab. 5: Vom Uhu nachts genutzte Biotopstrukturen in Alpenvorland (AVL), Frankenjura (FRJ) und Süd-Limburg/Niederlande (SLB): berücksichtigt sind alle erfassten Peilungen, inklusive der Einstände und Brutplätze. Angaben in % der Peilungen (vgl. Abschn. 3.2.2).

	<b>FRJ [n=6]</b>	<b>AVL [n=1]</b>	<b>SLB [n=6]</b>
Siedlung	13	1,9	11,6
Ackerflächen	13,5	0,3	19,7
Grünland	10,9	26,8	16,3
Wald	41,1	50,7	16
Strauch-Wald-Übergangsbereiche	1,7	4,5	1,3
Felsbereiche	17	10,9	30,7
Gewässer	0,5	4,9	3,5
nicht bestimmt	2,2		1,1

#### 4.4 Flughöhen und Flugaktivität

Die Ermittlung der erreichten Flughöhen ist beim Uhu theoretisch durch den Einsatz der GPS-Logger vom Typ 2AA2 der Firma e-obs erstmals möglich, wenngleich das Unternehmen bereits im Vorfeld auf etwaige Messungenauigkeiten hingewiesen hat, die nicht genau quantifizierbar sind.

Entsprechend der Standortbestimmung inklusive Höhenmessung, wie sie in handelsüblichen GPS-Geräten Anwendung findet, erfassen auch die seit dem Frühjahr 2010 verwendeten GPS-Logger die Höhe des besenderten Tieres während der Lokalisierung mit. Die Höhe wird dabei nicht barometrisch, sondern anhand von Satellitendaten ermittelt. Sie wird als Meterangabe über dem Bezugsellipsoid WGS84 in der Attributtabelle eines jeden GPS-Fixes vermerkt.

Parallel zur Erfassung der Aufenthaltsorte der besenderten Vögel zu vordefinierten Zeiten wurde bei allen in Bayern mit dem Sendertyp 2AA2 ausgestatteten Uhus während der Dauer der jeweiligen Telemetriephase ein Bewegungsprofil erstellt. Möglich war dies durch einen im GPS-Logger integrierten Beschleunigungssensor (ACC), der – vereinfacht erklärt – das Bewegungsmuster des jeweiligen Tieres anhand von drei Achsen beschreibt (Abb. 26) und unter Punkt 4.4.4 näher erläutert ist.

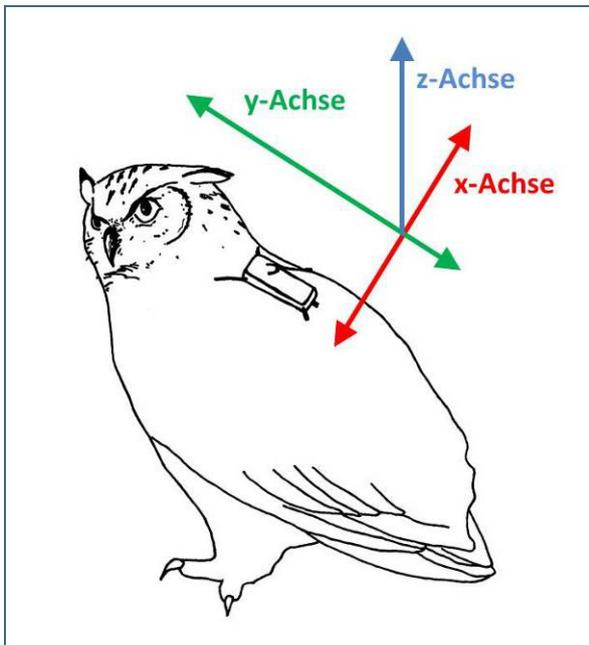


Abb. 26:  
Arbeitsweise des Acceleration-Sensors (ACC)  
mit Ausrichtung der Bewegungsachsen beim Uhu

##### 4.4.1 Höhenberechnung

Vor einer weiteren Auswertung musste die vom Logger gespeicherte Höhenangabe zunächst in „m ü. NN“ umgerechnet werden, um die Aufenthaltshöhe des besenderten Vogels zu ermitteln. Für Bayern müssen dazu lediglich 46 m von der im Logger vermerkten Höhe abgezogen werden. Zur Kontrolle bzw. für die Ermittlung des Umrechnungsfaktors für andere Regionen im In- und Ausland ist unter <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm96/intpt.html> ein Umrechnungswerkzeug frei verfügbar.

Die errechneten Aufenthaltshöhen aller GPS-Peilungen des jeweiligen Vogels wurden in einem Folgeschritt mit dem digitalen Geländemodell für Bayern verschnitten, um die topografische Höhe über dem Meeresspiegel an jedem Peilpunkt zu ermitteln.

Die so erhaltene Geländehöhe wurde dann von der zuvor errechneten Aufenthaltshöhe subtrahiert, um die tatsächliche Aufenthaltshöhe des Vogels zu bestimmen.

Da die Höhendaten mit nicht quantifizierbaren Ungenauigkeiten belastet sind, wurde eine Auswertung zunächst nur exemplarisch für einen Vogel, das Revierweibchen 2630 aus Großweil, durchgeführt. Es sollte dadurch sichergestellt werden, dass die errechneten Höhenwerte plausibel und nachvollziehbar sind und als Teil einer Handreichung für die planerische Praxis mögliche gerichtliche Prüfungen bestehen.

#### 4.4.2 Plausibilitätsprüfung

Bei der Berechnung der Höhenwerte aller verfügbaren 1991 GPS-Peilungen des Senderuhus 2630 aus Großweil ergaben sich „tatsächliche“ Aufenthaltshöhen von -1.158,1 m bis zu 2.117,1 m. Dieses Spektrum macht deutlich, dass ein bedeutender Teil der Höhenangaben nicht zutreffen kann.

Es war also notwendig, eine Plausibilitätsprüfung der Daten vorzunehmen und den zu erwartenden Abweichungsfehler der errechneten tatsächlichen Aufenthaltshöhe von der realen Aufenthaltshöhe des Tieres zu bestimmen. Hierzu wurden jene GPS-Peilungen herangezogen, deren Peilort in Form von klar bestimmbar Landschaftselementen mit definierter Höhe charakterisiert ist. Konkret handelt es sich dabei um Lokalisationen des Sendervogels auf Heustadeln und jeglicher Art von Masten (Hochspannungsmasten, Mittelspannungsmasten, Funkmasten, Telefonmasten) in freiem Gelände, bei denen sichergestellt war, dass der Vogel tatsächlich auf dem Objekt gesessen hat. Da in bewaldeten oder bergigen Geländestrukturen aufgrund eines möglicherweise abgeschwächten Satellitenempfangs von vorn herein mit Erfassungsungenauigkeiten des GPS-Gerätes auszugehen ist, wurden solche Bereiche zunächst bewusst ausgeschlossen. Insgesamt konnten 71 Peilpunkte analysiert werden, die die oben genannten Kriterien erfüllten.

Für die einzelnen Ansitzelemente wurden nach Rücksprache mit S. Biele und umfangreicher Internetrecherche die folgenden Bau- bzw. Sitzhöhen definiert:

Hochspannungsmasten:	40 m, 30 m, 20 m, 10 m
Mittelspannungsmasten:	10 m
Funkmasten:	4 m
Telefonmasten:	5 m
Heustadel:	5 m

Für Hochspannungsmasten wurden vier verschiedene Höhenszenarien angenommen und durchgerechnet, je nachdem in welcher Höhe der Uhu auf dem entsprechenden Mast gesessen haben könnte.

Alle definierten Objekthöhen wurden dann noch einmal von den zuvor errechneten tatsächlichen Aufenthaltshöhen der 71 Peilungen abgezogen. Der Wert der Abweichung vom Ansitzobjekt wurde bestimmt. Die so ermittelten Abweichungen wurden in ihrem Betrag gemittelt und die dazugehörige Standardabweichung für den Stichprobenumfang von  $n=71$  errechnet.

Es ergeben sich folgende Werte:

Gemittelte Abweichung ( $n=71$ ) inkl. 11 Hochspannungsmasten mit Ansitzhöhe 40 m =  $9,7 \text{ m} \pm 13,4 \text{ m}$

Gemittelte Abweichung ( $n=71$ ) inkl. 11 Hochspannungsmasten mit Ansitzhöhe 30 m =  $9,4 \text{ m} \pm 13,2 \text{ m}$

Gemittelte Abweichung ( $n=71$ ) inkl. 11 Hochspannungsmasten mit Ansitzhöhe 20 m =  $9,9 \text{ m} \pm 14,0 \text{ m}$

Gemittelte Abweichung ( $n=71$ ) inkl. 11 Hochspannungsmasten mit Ansitzhöhe 10 m =  $11,2 \text{ m} \pm 15,8 \text{ m}$

Die Abweichungen liegen für alle vier betrachteten Ansitzszenarien auf Hochspannungsmasten in ähnlichen Wertebereichen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass es sich deshalb um die Ungenauigkeit des Senders halten muss, die unter idealen Peilbedingungen vorliegt.

Als Gegenprobe bzw. zur Überprüfung dieser Annahme wurde analog zum oben beschriebenen Verfahren eine Stickprobe von 195 Waldpunkten untersucht, an denen der Uhu ebenfalls definitiv im Tageseinstand oder am Jagdansitz gesessen hat (Erläuterung im Abschnitt 4.4.4). Als mögliche Ansitzhöhen wurden jeweils 40 m, 30 m, 25 m, 20 m, 10 m und 5 m angenommen.

Es ergeben sich für die Waldpunkte folgende Abweichungswerte:

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 40 m = 57,3 m ± 69,1 m

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 30 m = 49,1 m ± 62,4 m

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 25 m = 45,4 m ± 59,4 m

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 20 m = 42,2 m ± 56,6 m

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 10 m = 37,2 m ± 52,2 m

Gemittelte Abweichung (n=195) bei angenommener Sitzhöhe 5 m = 35,4 m ± 50,6 m

Es wird deutlich, dass die durchschnittliche Abweichung unter deckungsreichen Sitzbedingungen im Vergleich zum Idealfall drei- bzw. viermal so hoch ausfällt. Der Fehler bzw. die Ungenauigkeit pro Peilung lässt sich dabei nicht pauschalisieren.

#### 4.4.3 Prüfung von Aufenthaltshöhen > 80 Meter bzw. > 40 Meter

Da die Peilungen unter Idealbedingungen vergleichsweise konstante Fehlerwerte aufwiesen, wurden in einem weiteren Prüfschritt alle die Aufenthaltshöhen näher betrachtet, die Höhenwerte von 80 m bzw. 40 m und mehr aufwiesen und möglicherweise Flugphasen darstellen könnten. Während des Fluges sollten die Erfassungsbedingungen (freier Standort ohne Beschattung bzw. Störeinfluss höherer Objekte oder Höhenzüge) den bereits geprüften des Idealfalls gleichen.

Es wurden daher zunächst alle GPS-Peilungen ermittelt, in denen der Vogel in Höhen > 80 m erfasst wurde. Das sind die Höhen, bei denen – sollte sich der Vogel im Flug befinden – ein gewisses Kollisionsrisiko mit Windkraftanlagen besteht und die deshalb speziell im Hinblick auf die Windenergieanlagen-Thematik von besonderer Relevanz sind.

Insgesamt befinden sich 75 Peilungen des Großweiler Uhuweibchens in dieser Höhenklasse: 46 davon über Wald, 29 über offenen Biotopstrukturen (Grünland, Gewässer, Fels). Alle Punkte wurden wie unter Kapitel 4.4.4 beschrieben im Hinblick auf eine mögliche Flugaktivität bewertet. Unglücklicherweise sind 73 der 75 Peilungen in Höhen > 80 m statische Punkte, in denen sich der Vogel nicht bewegt hat. Die übrigen drei Punkte konnten nicht zuverlässig interpretiert werden, weisen aber auf jeden Fall keine Flugphase mit aktivem Flügelschlag auf. Dennoch werden Aufenthaltshöhen von bis zu 301,7 m angegeben – völlig utopische Werte vor dem Hintergrund der verfügbaren Höhen möglicher Ansitzwarten.

Es ist daher festzuhalten, dass eine zuverlässige Höhenmessung von Uhus mit den Sendern vom Typ 2AA2 der Firma e-obs und den unter Kapitel 3.2.3 beschriebenen Settings aus technischen Gründen nicht möglich ist. Lokationen statischer Punkte weisen aufgrund des unzureichenden Satellitenempfangs in deckungsreichen Strukturen (Geäst, Wald, Talflanken) zum Teil erhebliche vertikale und horizontale Abweichungen in der Verortung der tatsächlichen Position des Vogels auf. Lokationen, die

während einer Flugphase des jeweils untersuchten Vogels erfasst wurden, sollten im Hinblick auf die exakte Position des Vogels dagegen weitgehend plausibel sein. Aufgrund der nur sehr kurzen Aktivitätsphasen der untersuchten Vögel sind diese aber quasi nicht verfügbar und können deshalb nicht statistisch ausgewertet werden (Näheres siehe Kap. 5).

#### 4.4.4 Interpretation der Beschleunigungsdaten

Wie bereits weiter oben beschrieben, bestand bei allen GPS-Loggern vom Typ 2AA2 die Möglichkeit, parallel zu den Lokationen Beschleunigungsdaten (ACC) zu erfassen und damit ein Bewegungsprofil des jeweiligen Tieres zu erstellen. Diese relativ junge und bislang nur selten in biologischen Freilandstudien angewandte Technik nutzt dreidimensionale Veränderungen im Bezug zur Erdbeschleunigung, um ein Bewegungsmuster zu visualisieren. Es werden dabei die Achsen X, Y und Z, in der Regel rot, grün und blau dargestellt, beschrieben (Abb. 26). Je nach Position und Körperhaltung des betrachteten Uhus nehmen diese unterschiedliche räumliche Beziehungen zueinander ein, die entsprechend interpretiert werden müssen.

In der vorliegenden Studie wurde die ACC-Funktion bei allen zwischen 2010 und 2014 in Bayern besenderten Uhus so programmiert, dass die Bewegungen des Tieres mit Aktivierung des jeweiligen Loggers im Minutentakt jeweils für fünf Sekunden aufgezeichnet wurden. Im Programm *Acceleration Viewer* kann dieses Bewegungsmuster eingesehen und manuell interpretiert werden. Eine automatische Zuordnung von Flugverhalten, Ruhen, Nahrungsaufnahme etc. ist ohne ein entsprechendes Programm nicht möglich. Ein solches Programm existiert jedoch nicht. Es müsste der Studie individuell angepasst und entwickelt werden. Die technischen Voraussetzungen dafür sind im LBV aktuell nicht gegeben. Vor diesem Hintergrund fand die Interpretation der ACC-Daten in mühsamer und zeitintensiver Detailarbeit von Hand statt (Abb. 27).

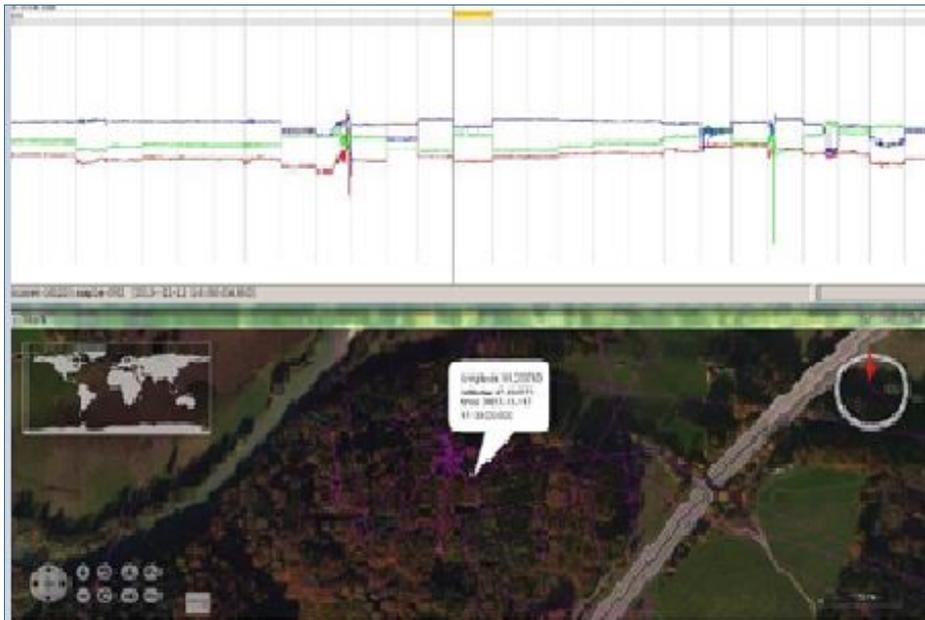


Abb. 27: Abgleich und Interpretation von Uhubewegungen während eines GPS-Fixes (Screenshot, GoogleEarth©)

Es wurde dabei schnell deutlich, wie kompliziert sich die Interpretation von bestimmten Bewegungsmustern gestaltet, da auf keinerlei Vergleichswerte zurückgegriffen werden konnte. In enger Abstimmung mit H. Röhl, die sich beim LBV derzeit mit der Interpretation von Bewegungsmustern beim Schwarzstorch beschäftigt, konnten dennoch einige grundlegende Muster erkannt und für die weiteren Analysen definiert werden. Einen kleinen Überblick dazu geben die Abbildungen 28 bis 30.

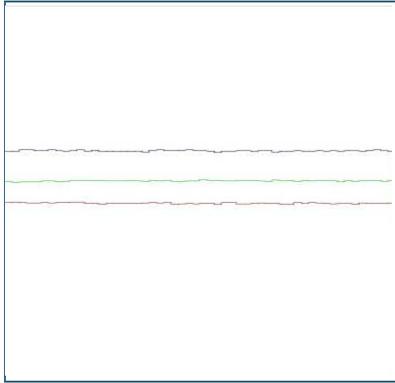


Abb. 28: ACC-Darstellung des aufrechten Sitzens beim Uhu (Screenshot AAC-Viewer©)

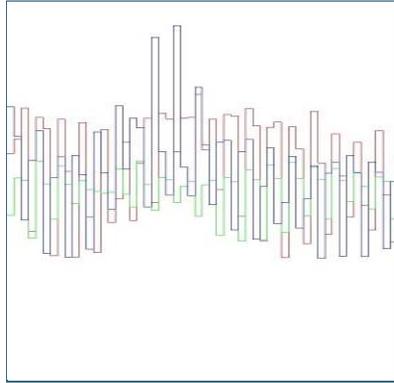


Abb. 29: ACC-Darstellung einer Flugphase mit Flügelschlag beim Uhu (Screenshot AAC-Viewer©)

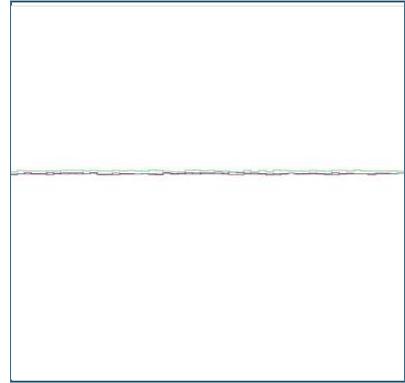


Abb. 30: ACC-Darstellung mit unklarem Verhalten des besenderten Uhus (Screenshot AAC-Viewer©)

## 5 Bewertung

Ziel der Telemetriestudie war es, die Datenbasis zum Reviernutzungs- und Höhenflugverhalten von Uhus nach vorangegangenen Studien (u. a. GEIDEL 2012) noch einmal zu erhöhen und Empfehlungen für Behörden und Planungsbeteiligte zu einer besseren Berücksichtigung von Uhuvorkommen bei Windenergieanlagen-Planungen zu erarbeiten.

Im Folgenden sollen Methodik und Datenlage diskutiert und ein Fazit im Hinblick auf das Gefährdungsrisiko von Windenergieanlagen an unterschiedlichen Standorten für Uhus getroffen werden.

### 5.1 Fangmethodik

Frühere Studien belegen, dass der Uhufang schwierig und zeitaufwändig ist (GEIDEL 2012, LEDITZNIG 1999, SITKEWITZ 2005, 2007). Es gibt jedoch auch andere Wissenschaftler, die, bei Nutzung gleicher oder analoger Fangtechnik wie bei GEIDEL (2012), von gut kalkulierbaren Fangchancen berichten (Janssen, Miosga, Penteriani, jeweils mündlich).

Beim Fang der Uhus kamen in den unterschiedlichen Studien verschiedene Fangmethoden und Fallentechniken zum Einsatz. Diese haben sich im Hinblick auf Kosten sowie personellen und zeitlichen Aufwand in unterschiedlicher Weise bewährt. Der in der vorliegenden Arbeit beschriebene Uhufang mit *Bownets* hat sich nach langjähriger Erfahrung der Autorin und nach Rücksprache mit anderen Uhu-Experten als die geeignetste Methode erwiesen, Uhus verletzungsfrei und mit dem geringstmöglichen Zeit-, Material- und Personalaufwand zu fangen.

Trotz dieser Vorteile wiegen dennoch auch einige Nachteile schwer, die im Folgenden beschrieben sind:

- Es ist eine Prägung der revierinhabenden Altvögel auf den späteren Fangplatz nötig. Hierzu ist es unumgänglich, die Gewohnheiten der Tiere zu kennen, die gefangen werden sollen. Die Kenntnis um Tageseinstände und regelmäßig genutzte Rufwarten und Rupfkanzeln ist essenziell für den Fangerfolg. Sofern diese Plätze nicht ohnehin bereits bekannt sind, bspw. aus früheren Kartierungen, kann sich die Suche zeitintensiv gestalten.
- Zur Anködierung und dem späteren Fang werden tote Tiere als Köder verwendet. In Revieren, in denen die Nahrungsversorgung des Uhus gut ist, greifen die revierinhabenden Vögel nur bedingt auf Aas als Nahrung zurück. Es ist daher möglich, dass die Tiere nicht auf den Fangplatz geprägt werden können, siehe Foto Revier „Graben“, da sie die angebotenen Beutetiere schlichtweg nicht annehmen. Ein weiterer Nachteil der Nutzung toter Ködertiere stellt speziell im Winter deren Körpertemperatur dar. Tote Köder gefrieren bei Minusgraden in der Regel umgehend und können bei Schneefall relativ bald für den Uhu nicht mehr zugänglich sein. Sie müssen dann regelmäßig manuell freigeschipppt werden, was je nach Geländezugänglichkeit des Köderplatzes mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein kann.
- Das *Bownet* ist bei Frost witterungsanfällig. Die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass es speziell in Frostperioden zur Gefrierung und damit zum Festhaften des Netzes am Boden kommen kann. Im Falle einer Fallenauslösung kann die Funktionstüchtigkeit des Netzes somit beeinträchtigt sein oder im schlimmsten Fall ganz ausfallen. Fangaktionen während Frostphasen sind daher unbedingt auf ihre Notwendigkeit bzw. Effektivität zu überprüfen.

## 5.2 Sendertechnik

Eine Beurteilung der verwendeten Sendertechnik (siehe Kap. 3.2.2) ist über eine Diskussion der Funktionsweise der GPS-Logger möglich. Ziel war es die Flughöhen der besenderten Tiere möglichst genau zu erfassen. Es war vorgesehen, Peilungen in sekundlichen Abständen während der Aktivitätsphasen der Vögel, also speziell im Flug, vorzunehmen. Diese sollten automatisch erfolgen und nächtliche, manuelle Peilungen ersetzen. Außerdem wurde vor Beginn der Untersuchungen eine möglichst lange Batterielaufzeit bei gleichzeitig geringstmöglichem Loggergewicht gefordert, um das besenderte Tier nicht unnötig zu belasten. Es sollte außerdem die Möglichkeit vorgesehen sein, die Settings der Sender auch nach der Anbringung am Vogel noch einmal verändern bzw. den Projektgegebenheiten anpassen zu können. Nach Rücksprache mit der Herstellerfirma e-obs kamen GPS-Logger vom Typ 2AA2 zum Einsatz, die bereits zuvor von GEIDEL (2012) zur Telemetrie von Uhus eingesetzt worden waren. Sie erfüllten zwar einen Teil der Anforderungen, die an die Technik gestellt waren, konnten aber leider wesentliche Fragestellungen nicht bzw. nur unzureichend beantworten. So war es beispielsweise nicht möglich, nur dann die Position des Vogels zu erfassen, wenn dieser auch tatsächlich in Bewegung war. Es mussten auf feste Peilintervalle zurückgegriffen werden, die aufgrund der voraussichtlichen Batterieleistung des Loggers jedoch recht weit gewählt wurden. Eine manuelle Anpassung der Sendersettings war nur vor der Anbringung des jeweiligen Loggers am Vogel im Büro am Rechner, nicht jedoch im Gelände, das heißt nach der Anbringung am Vogel, möglich.

Es ist festzuhalten, dass die Sender durchaus zur Telemetrie von Uhus geeignet sind, wenn es darum geht, Aktionsraumgrößen und besondere Habitatstrukturen zu erforschen. Zur Untersuchung des Flugverhaltens haben sie sich – zumindest unter den angewandten Settings – als ungeeignet erwiesen, da sie nicht automatisch zwischen Ruhe- und Aktivitätsphasen des besenderten Individuums unterscheiden und die Peilungsfrequenz anpassen können. Da die Genauigkeit der ermittelten Aufenthaltshöhen zum Teil ebenfalls extrem unscharf ausfällt, sollten in etwaigen Anschlussprojekten andere Sender mit entsprechenden Einstellungsoptionen Anwendung finden. Ein Beispiel hierfür liefert Miosga (mündlich) mit einer derzeit laufenden Studie im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) in Nordrhein-Westfalen, der allerdings wesentlich schwerere GPS-Logger der Firma e-obs verwendet hat (*Bird 2A*, 88 g).

## 5.3 Habitatnutzung

Die Habitatnutzung eines Tieres wird neben Parametern, wie dem Nahrungs- oder Brutplatzangebot, die das Habitat selbst definieren, maßgeblich durch vier Faktoren bestimmt:

- dem Geschlecht des besenderten Tieres,
- seinem Verpaarungs- bzw. Brutstatus,
- dem Besenderungszeitpunkt (Balz, Brutzeit, etc.) und
- der Besenderungsdauer.

Entsprechend dieser Faktoren fällt die monatliche Aktionsraumgröße verschieden groß aus. Die Auswirkungen der einzelnen Punkte sind im Folgenden erläutert.

### 5.3.1 Geschlecht des besenderten Tieres

Beim Uhu ist die Habitatnutzung speziell während der Brut- und frühen Aufzuchtphase durch deutliche Unterschiede in der Revierausdehnung der Geschlechter geprägt (GEIDEL 2012). Da das Weibchen allein brütet und den Horst während der ersten Lebenswochen der Jungvögel nicht bzw. nur selten verlässt, ist die Aktionsraumgröße der weiblichen Vögel während der Monate Februar bis April sehr gering (GEIDEL 2012). Der Aktionsraum des Männchens umfasst, da es das Weibchen und etwai-

ge Jungvögel alleine versorgen muss, eine deutlich größere Ausdehnung, wenngleich es sich während dieser Zeit auch immer vergleichsweise horstnah bewegt (GEIDEL 2012). Sobald der Nahrungsbedarf der Jungvögel mit fortschreitendem Alter steigt, beteiligt sich auch das Weibchen an der Nahrungssuche. Die Aktionsraumgröße nimmt zu. Gleichzeitig weitet auch das Männchen seine Jagdflüge aus und erreicht im Spätsommer bzw. Herbst die größte Revierausdehnung (GEIDEL 2012). Zur Herbstbalz im Oktober / November finden sich beide Revierpartner wieder in Brutplatznähe ein, die Aktionsraumgröße nimmt ab.

### 5.3.2 Verpaarungs- bzw. Brutstatus des besenderten Tieres

Verpaarte Uhus folgen dem unter 5.3.1 beschriebenen zeitlichen Muster der Ausdehnung des Aktionsraums. Dagegen weisen unverpaarte Individuen in der Regel zu jeder Zeit deutliche größere Aktionsraumgrößen auf. Jedes unverpaarte revierinhabende Individuum ist darauf bedacht, möglichst schnell einen Fortpflanzungspartner zu finden. Dabei patrouillieren die Tiere die Grenzen ihres Revieres systematisch ab und rufen von bestimmten Rufwarten aus, um einen Partner anzulocken. Je nachdem wie erfolgreich sich dieses Werben gestaltet, kann das Suchgebiet auch ausgeweitet werden (Geidel persönliche Beobachtung), was einen sehr großen Aktionsraum zur Folge haben kann.

Auch außerhalb der klassischen Balzphasen und der Paarungszeit weisen unverpaarte Individuen deutlich größere Aktionsräume auf als verpaarte Tiere. Da keine Jungvögel versorgt werden müssen, halten sich die Alttiere während der Sommermonate nicht täglich in Horstnähe auf. Sie haben auf der Suche nach Beute so die Möglichkeit, einen deutlichen größeren Jagdraum zu durchstöbern, was sich in den entsprechenden Aktionsraumgrößen widerspiegelt.

### 5.3.3 Besenderungszeitpunkt

Die Senderlaufzeit betrug in der vorliegenden Studie theoretisch fünf bis sechs Monate. Je nachdem, wann der Vogel besendert wurde, konnte somit nur ein bestimmter Ausschnitt des Jahres als Aktionsraum abgebildet werden (Vgl. Tab. 2). Bei einer Beurteilung der ermittelten Ergebnisse ist deshalb unbedingt darauf zu achten, dass beispielsweise kleine Aktionsraumgrößen, die während der Wintermonate ermittelt worden sind, nicht auf die Sommermonate übertragbar sind.

### 5.3.4 Besenderungsdauer

Als letzte wichtige Größe, die den Aktionsraum eines besenderten Individuums bestimmt, ist die Telemetriedauer zu nennen. Vögel, die nur vergleichsweise kurz am Sender waren, wie z. B. das Revierweibchen 2629 aus dem Revier Schellneck, liefern nur einen begrenzten Datenumfang. Der Aktionsraum wird erwartungsgemäß kleiner ausfallen, als bei Vögeln, die – zum gleichen Zeitpunkt besendert – deutlich mehr Peilnächte aufweisen. Da Uhus geschlechts- und saisonunabhängig nur während 10 % der Nacht aktiv sind (Geidel unveröff., Miosga mündlich), ist es unbedingt nötig, möglichst viele Peilnächte in eine Aktionsraumanalyse einzubeziehen. Sollen Vögel bewertet werden, die nur wenige Nächte telemetriert werden konnten, empfiehlt sich eine monatliche Auswertung, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Tieren zu gewährleisten.

### 5.3.5 Fazit

Um das Aktionsraummuster eines Tieres im Jahresverlauf exakt bewerten und interpretieren zu können, ist es nötig, geschlechtsspezifisch alle Jahreszeiten telemetrisch abzudecken. Das heißt, dass jedes Individuum theoretisch zweimal besendert werden müsste, um Daten für alle Monate oder zumindest für alle wichtigen Jahresabschnitte (Balz, Brut, Jungenaufzucht) zu erhalten. Da das aus finanziellen und technischen Gründen – ein Wiederfang ist nur schwer vorhersehbar – unmöglich ist, ist eine Verallgemeinerung von Jahresausschnittsdaten und deren Übertragung auf das Gesamtjahr unzulässig. Ebenso muss die Übertragung von Daten anderer Vögel, die teilweise aus entfernteren Naturräumen stammen können, kritisch geprüft und diskutiert werden.

## 5.4 Standortempfehlungen für Windenergieanlagen

Für die Beurteilung des Schlagrisikos für Uhus an Windenergieanlagen sind die von den einzelnen Tieren während der nächtlichen Jagd- und Balzflüge genutzten Biotope bzw. Habitatstrukturen von Bedeutung. Die Abbildungen 10 bis 14 auf den Seiten 18 ff. verdeutlichen dabei, dass die nächtlichen Aktionsradien von Uhus zu einem großen Anteil in 1.000 m um den Nistplatz reichen. Speziell während der kritischen Phase der Balz, Brut und Nestlingszeit bewegen sich die Altvögel nur selten in größeren Distanzen zu ihrem Horst. Die vorgestellten Zahlen bestätigen damit den von der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten vorgeschlagenen Ausschlussradius von 1.000 m um Uhu-Brutplätze.

Unabhängig vom vorherrschenden Landnutzungstyp (Acker, Grünland, Wald) sollten Windenergieanlagen im weiteren Umkreis von Uherevieren in keinem Fall als Gittermasten ausgeführt werden. Es ist bereits ein Uhu-Schlagopfer belegt, welches auf die vorherige Sitzplatznutzung der Querstreben eines solchen Gittermastes zurückzuführen ist. Dass Uhus selbst Rufwarten in Höhen > 100 m nutzen, belegen beispielsweise Bildnachweise der Großeule in Wanderfalkenkästen an Kühltürmen. Gittermasten mit Nabenhöhen > 100 m stellen attraktive Rufwarten dar, da sie die Kronenschicht älterer Baumbestände weit überragen und somit gut geeignet erscheinen, den Brutplatz als Revierzentrum akustisch gegen andere Reviere abzugrenzen. Sie sind demnach nicht nur während des nächtlichen Jagdansitzes kollisionsrelevant, sondern ebenso während der Balzphase.

Obwohl Uhus als nächtlichen Jägern nur eine begrenzte Zeit für ihre Beuteflüge zur Verfügung steht, sind sie zu mehr als 90 % der Nachtstunden inaktiv. Sie verbringen diese Zeit mit Ruhen oder mit dem Ansitz auf potenzielle Beute. In nur knapp 10 % der Nachtstunden führen sie, mit Ausnahme brütender oder hudernder Weibchen tatsächlich aktive Jagdflüge aus, die durch eine Punkt-Stopp-Bewegung charakterisiert sind (GEIDEL 2012, Miosga mündlich). Der Uhu bewegt sich dabei entlang von Geländemarken bzw. Leitstrukturen wie Baumreihen, Waldrändern oder Stromleitungen (GEIDEL 2012, MIOSGA mündlich). Die Kenntnis um dieses Bewegungsverhalten lässt eine Beurteilung von Offenland- und Waldstandorten von Windenergieanlagen hinsichtlich eines möglichen Vogelschlagrisikos zu.

### 5.4.1 Windenergieanlagen in der offenen Feldflur

Windenergieanlagen wurden bislang überwiegend in die offene Feldflur geplant. Problematisch für den Uhu erscheinen derartige Standorte nur dort, wo Streckenflüge der revierinhabenden Vögel zu erwarten sind bzw. da, wo lukrative Jagdgründe in Kombination mit einem dichten Angebot an Ansitzwarten den geplanten Anlagenstandort kennzeichnen. In der Regel sind das reich strukturierte Landschaftsbereiche, die in unserer ausgeräumten Kulturlandschaft jedoch großräumig fehlen.

Die bisher vorliegenden Studien zeigen, dass die offene Feldflur weitestgehend gemieden wird. Großflächige Ackerschläge werden nach diesen Erkenntnissen eher nicht über-, sondern entlang von Leitstrukturen wie Straßengraben umflogen. (GEIDEL 2012) Die besenderten Vögel nutzten zur Überwindung größerer Distanzen zwischen den Brutplätzen oder Tageseinständen außerdem Baumreihen, Heckenzüge, Ackerraine oder sonstige lineare Landschaftselemente.

Das Vogelschlagrisiko für Uhus an Windenergieanlagen, die in größerer Entfernung (ab 200 m) zu den oben genannten Sitzwarten errichtet werden sollen oder wurden, ist daher vermutlich gering. Ackerschläge, die durch Strukturarmut und monotone Intensivbewirtschaftung charakterisiert sind, weisen in der Regel weder Ansitzmöglichkeiten in den zentralen Bereichen der Anbaufläche noch ein entsprechendes Angebot an Beutetieren auf. Sie sind für den Uhu als Jagdhabitat ungeeignet und werden deshalb nur ausnahmsweise während der Jagdflüge an- oder überflogen.

### 5.4.2 Windenergieanlagen in Waldrandlagen

Im Gegensatz zu Anlagen, die in der freien Feldflur errichtet werden und keinen direkten Kontakt zu topografischen Reliefstrukturen oder potenziellen Ansitzwarten (Bäume, Heckenzüge usw.) aufweisen, können Windenergieanlagen, die in Waldrandlage errichtet werden, durchaus mit einem gewissen Kollisionsrisiko für den Uhu behaftet sein. Waldränder und vergleichbare Strukturen sind bevorzugte Warten zum Ansitz auf seine Beute (GLUTZ VON BLOTZHEIM 1980). Wie bisherige Studien (u. a. GEIDEL 2012) sowie die vorliegende Arbeit belegen, stellen die in Bayern untersuchten Tiere da keine Ausnahme dar. Oftmals befinden sich diese Randstrukturen außerdem genau dort, wo das Geländere relief ansteigt oder abfällt und mit einer entsprechenden Thermik zu rechnen ist, die vom Uhu gelegentlich genutzt werden könnte.

Die Daten zeigen, dass Waldrandlagen, Hecken, Feldgehölze und vergleichbare Ansitzstrukturen im 1.000 m-Radius um Uhuhorste regelmäßig zur Jagd aufgesucht werden.

### 5.4.3 Windenergieanlagen im Wald

Wälder spielen für den Uhu als Jagdhabitat eine wichtige Rolle (vergleiche Tab. 5). Selbst in Süd-Limburg (Niederlanden) mit seinem geringen Waldanteil werden sie oft genutzt. Ungeklärt ist, ob Uhus oberhalb der Baumgrenzen fliegen und wie sie sich auf kleinen Lichtungen (z. B. Mastfußbereiche von Windenergieanlagen) verhalten.

Daher kann bezüglich Wäldern im Moment keine Standortempfehlung abgegeben werden.

### 5.4.4 Fazit

Insgesamt konnten in dieser Studie acht Uhus unterschiedlichen Geschlechts aus verschiedenen bayerischen Naturräumen in die Analysen und Bewertungen der vorliegenden Arbeit einbezogen werden, wobei der Naturraum „Frankenjura“ mit sieben Tieren deutlich hervorsticht. Ergänzt wurden Teilanalysen durch sechs niederländische Tiere. Der Datenumfang ist trotz der 14 betrachteten Uhus immer noch sehr gering und nur bedingt dazu geeignet Verallgemeinerungen zu formulieren. Die Erfahrungen bei GEIDEL (2012) und in anderen Publikationen (LEDITZING 1999, SITKEWITZ 2005, 2007) zeigen, dass jedes untersuchte Individuum sein Revier tatsächlich individuell nutzt und Parallelen allenfalls im Überblick dargestellt werden können. So ist es legitim, die zurückgelegten Distanzen der telemetrierten Vögel geschlechtsspezifisch im Jahresverlauf darzustellen und zusammenzufassen.

Diese Studie bestätigt andere aktuelle Untersuchungen zur Reviernutzung des Uhus, dass die Vögel

- zur Jagd bevorzugt Waldränder und ähnliche Strukturen mit Ansitzwarten einschließlich Ortsränder aufsuchen,
- sich die Landschaft und Lebensraumelemente im Revier in der Habitatnutzung widerspiegeln,
- Wälder dabei eine bedeutende Rolle als Nahrungshabitate und Tageseinstände spielen,
- sich ein großer Teil der Aktivität zwar im 1.000 m Radius um den Brutplatz abspielt, allerdings jahreszeitlich und in Abhängigkeit vom Geschlecht und Brutstatus stark schwankt (97,1 % im Februar bis 25,1 % im Juni, bei 1890 Lokationen von sechs Uhus aus dem Frankenjura).

Leider konnte die Untersuchung nicht klären, welches Flugverhalten Uhus in der Nacht zeigen und welche Flughöhen sie in welcher Situation erreichen:

- Wann kommt es zu Streckenflügen in größerer Höhe (um 100 m – 200 m)?
- Gibt es unter bestimmten Wetterbedingungen nachts Thermik und nutzen die Vögel wie andere Großvögel diese durch Aufkreisen?

- Erkunden Uhus technische Bauten wie Masten auf der Suche nach Ansetzmöglichkeiten oder Rufplätzen?

Solange diese Fragen nicht beantwortet sind und in Anbetracht der praktischen Schwierigkeiten und des Aufwandes, Telemetriestudien durchzuführen (andere Möglichkeiten für Raumnutzungsanalysen gibt es nicht), ist es zweckmäßig, den im bayerischen Windkrafteffekt für den Uhu angeführten Prüfbereich von 1.000 m um Brutvorkommen als Abstand zu nehmen, in dem keine Windenergieanlagen errichtet werden sollten. Hier kann von der Regelvermutung ausgegangen werden, dass in diesem Bereich das Kollisionsrisiko erhöht ist.

Außerhalb des 1.000 m Abstandes zum Brutplatz und im Prüfbereich für regelmäßig aufgesuchte Nahrungshabitate gemäß bayerischem Windkrafteffekt sollten Windenergieanlagen nicht am Waldrand, Feldgehölzen, Hecken, Gebüsch und ähnlichen Strukturen errichtet werden, sondern möglichst in freier Landschaft in Entfernungen von größer 200 m von geeigneten Ansetzorten. Mit der Gewährleistung eines solchen Abstandes ist nach fachlichem Ermessen ausgeschlossen, dass zur Jagd ansitzende Uhus versehentlich mit Windenergieanlagen in Kontakt kommen. Die Distanzen der Flüge von den Ansetzorten erstreckten sich bei den telemetrisch untersuchten Vögeln in der Regel weniger als 100m in die Landschaft.

## 5.5 Forschungsbedarf

Eine Bewertung der Höhendaten war im Rahmen der vorliegenden Studie, wie im Kapitel 5.4.4 bereits beschrieben, nicht möglich. Es hat sich herausgestellt, dass die verwendete Sendertechnik mit den der vorliegenden Studie zugrunde liegenden Settings nur bedingt bzw. nicht zur Beantwortung der Fragestellungen hinsichtlich des Flugverhaltens (Aktivität) und der Flughöhen taugt. Das Aktivitätsverhalten des Uhus macht die Erhebung von Flugdaten nahezu unmöglich, wenn nicht technisch gewährleistet werden kann, dass die GPS-Position des besenderten Tieres immer nur dann bestimmt wird, wenn der Vogel auch tatsächlich fliegt. Die technischen Möglichkeiten der Höhenerfassung mit GPS-Modulen erfahren zudem in bewaldetem und bergigem Gelände ihre Grenzen. Da das aber die Bereiche sind, in denen der Uhu verstärkt unterwegs ist, können von dort keine verlässlichen Daten bezogen werden. Es ist nicht möglich, den Grad der Ungenauigkeit innerhalb der ermittelten Höhen zu bestimmen. Unter Idealbedingungen (vergleiche Kap. 4.4.2) ist das vielleicht gerade eben möglich. Sobald sich der Uhu aber im Wald aufhält oder sich in der Nähe von Bergflanken oder Taleinschnitten bewegt, ist eine zuverlässige Beurteilung schlichtweg nicht möglich.

Als weiteres Problem hat sich die verschwindend geringe Zahl an Flugpunkten (Aktivität ist an drei Fundpunkten zu verzeichnen) innerhalb der ermittelten Peilpunkte erwiesen. Die Definition von Flugpunkten oder Punkten, an denen der Uhu regungslos sitzt, muss händisch vorgenommen werden und geht daher mit einem extrem hohen personellen Aufwand einher. Sie erfordert zudem eine gewisse Erfahrung bei der Bewertung der ACC-Bewegungsmuster, ist keinesfalls immer eindeutig und mit möglichen Fehlinterpretationen behaftet. Die Interpretation der Beschleunigungsdaten gestaltet sich deshalb so aufwändig, da keine Referenzwerte vorliegen und damit eine automatisierte Auswertung nicht vorgenommen werden kann. Es ist außerdem nicht möglich, einzelne, „gewünschte“ GPS-Peilungen im ACC automatisch herauszusuchen zu lassen. Die Suche muss in jedem Fall händisch erfolgen.

Zusammenfassend betrachtet reichen die technischen Möglichkeiten der in der vorliegenden Studie verwendeten Sender nicht aus, um die vom LfU aufgeworfenen Fragestellungen zum Thema Windkraft abschließend zu beantworten. Zusätzliche Erhebungen mit einer weiterentwickelten Technik und in weiteren Naturräumen sind zwingend erforderlich.

## 6 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der Energiewende und dem damit verbundenen Neu- bzw. Ausbau von Windenergieanlagen führte das bayerische Landesamt für Umwelt in Zusammenarbeit mit dem Landesbund für Vogelschutz (LBV) eine Telemetriestudie am Uhu (*Bubo bubo*) durch, um das Schlagrisiko für diese Art besser beurteilen bzw. einschätzen zu können.

Während des Untersuchungszeitraumes 2012 bis 2014 konnten insgesamt vier Uhus im Frankenjura (3) und Alpenvorland (1) gefangen und mit speziellen GPS-Sendern ausgestattet werden. Für die Auswertungen standen Daten weiterer Uhus (vier aus dem Frankenjura, sechs aus den Niederlanden) zur Verfügung. Mit den gewonnenen Daten (Peilrhythmus aller drei Nächte im 20-Minutentakt) konnten zuverlässige Aussagen zum Aktionsraum sowie zur Habitatnutzung gemacht werden.

Deutliche Unterschiede in den Aktionsräumen zeigen sich zwischen brütenden und nicht-brütenden Individuen und vor allem zwischen den Geschlechtern in Abhängigkeit vom Besenderungszeitpunkt. Während der Hochbalz und der Brut- und Aufzuchtphase halten sich die Weibchen fast ausschließlich in Horstnähe auf und werden vom Männchen mit Beute versorgt. Die Weibchen zeigen erst ab dem Sommer größere Distanzflüge.

Für den Frankenjura konnte festgestellt werden, dass ca. 54 % aller Lokalisationen im Bereich von 1.000 m um den vermuteten Nestbereich gemacht wurden (87 % im 3.000 m Radius; 99 % im 6.000 m Radius). In den Niederlanden lagen die Werte mit 72 %, 96 % und 99 % deutlich über denen des Frankenjuras. Im Alpenvorland lagen die Werte bei 27 %, 58 % und 84 %, wobei hier aber nur ein Weibchen Daten lieferte.

Die ermittelten Aktionsräume verschiedener Tiere spiegelten eine noch größere Abhängigkeit vom Geschlecht, Besenderungszeitpunkt und der –dauer sowie vom Verpaarungszustand wider. So zeigte das brütende Weibchen aus dem Revier Schellneck (besendert Anfang Februar 2013) ein Aktionsraum von ca. 11 ha. Das nicht-brütende Weibchen aus dem Alpenvorland (Revier Großweil, besendert Anfang November 2013) hatte einen Aktionsraum von ca. 3.300 ha.

Die Habitatnutzungsanalyse lieferte neben den häufigen Nachweisen der klassischen Jagdgebiete Grünland, Ackerland und Siedlung auch einen bemerkenswert hohen Anteil an genutzten Waldstrukturen in allen Untersuchungsgebieten. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Wälder im Frankenjura und Alpenvorland als Jagdhabitat genutzt werden.

Die wichtigste Fragestellung der Untersuchung war die Ermittlung der Flughöhen des Uhus. Mithilfe spezieller GPS-Sender konnten Bewegungsprofile und Flughöhen der Tiere ermittelt werden. Bei der Höhenmessung konnte ein Fehler von  $\pm 16$  m unter Idealbedingungen (freier Standort, guter Satellitenempfang) bestimmt werden. Unter suboptimalen Bedingungen (Hangkante, Waldgebiete) stieg der errechnete Fehler auf  $\pm 70$  m, welcher für die Fragestellung und Auswertung nicht mehr tragbar ist.

Der Vergleich des Bewegungsprofils mit den aufgenommenen GPS-Punkten ermöglicht eine Abschätzung von Flugereignissen. Aufgrund des sehr hohen personellen Aufwandes, eine automatisierte Auswertung war nicht möglich, konnte nur ein Uhu aus dem Alpenvorland untersucht werden, welcher knapp sechs Monate lang Daten lieferte. Leider kam es aufgrund der geringen Stichprobe zu keiner zeitlichen Übereinstimmung eines Flugereignisses mit einem gemessenen GPS-Punkt, sodass die durchgeführte Studie keine Aussagen hinsichtlich der Flughöhen von Uhus liefert.

Als Empfehlung für die Planungen von Windenergieanlagen können folgende Hinweise gegeben werden:

- (Rand-) Strukturen werden als Leitlinien und Ansitzwarten genutzt – diese Bereiche sollten von Windenergieanlagen großflächig ausgespart werden (200 m).
- Großflächige Ackerschläge werden regelmäßig entlang von Leitstrukturen umflogen.
- Bereiche von bis zu 1.000 m um den Horst werden verstärkt genutzt und untermauern somit die Einschätzung der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten diesen Bereich frei von Windenergieanlagen zu halten.
- Wälder spielen eine wichtige Rolle als Tageseinstand und Jagdhabitat, hinsichtlich der Standortwahl von Windenergieanlagen in Wäldern können aufgrund der unzureichenden Datenlage bislang aber keine Aussagen getroffen werden.
- Nach den Daten aus dieser Studie nutzen Uhus die Landschaft relativ unspezifisch: Gründland, Acker- und Waldflächen sowie Siedlungsbereiche stellen, je nach Verfügbarkeit im Revier, die wichtigsten Nahrungshabitate des Uhu dar. Wichtige Lebensraumelemente stellen jedoch Ansitzwarten wie Gebäude, Bäume oder Masten dar.

## 7 Literatur

- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT: AgrarMeteorologie Bayern,  
<http://www.wetter-by.de/Internet/AM/inetcntrBY.nsf/cuhome.xsp?src=L941ES4AB8&p1=K1M7X321X6&p3=10VER48553>
- BAYERISCHER WINDENERGIE-ERLASS (2016) (BAYWEE): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE). Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr, für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, für Umwelt und Verbraucherschutz, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Gesundheit und Pflege vom 19. Juli 2016: AllmBl. Nr. 10/2016, 2129.1-W: 1642-1672,  
<https://www.verkuendung-bayern.de/files/allmbl/2016/10/allmbl-2016-10.pdf> (Abruf am 15.05.2017).
- DEUTSCHE WIND GUARD (2012): Status des Windenergiezubaues 2012. Statusbericht im Auftrag des Bundesverbands WindEnergie (BWE) und Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA). Varel, 10 S.
- DIERSCHKE, V. & D. BERNOTAT (2012): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Brutvogelarten. BfN-Gutachten, 175 S.
- GEIDEL, C. (2012): Entwicklung neuartiger Schutzkonzepte für den Uhu (*Bubo bubo*). DBU-Abschlussbericht.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas: Band 9, *Columbiformes - Piciformes*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT DER VOGELSCHUTZWARTEN (LAG-VSW) (2014): Abstandsregelungen für Windkraftanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten.
- LANGEMACH, T. & T. DÜRR (2012): Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Stand 22.05.2012. (unveröff.).
- LEDITZNIG, C. (1999): Zur Ökologie des Uhus im Südwesten Niederösterreichs und den donaanahen Gebieten des Mühlviertels. Nahrungs-, Habitat- und Aktivitätsanalysen auf Basis von radiotelemetrischen Untersuchungen. Diss. Univ. Bodenkultur Wien.
- LOSSOW VON, G. (2010): Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. Entdeckung der erfolgreichsten bayerischen Uhu-Population. Ornithol. Anz., 49: 1–24.
- PIECHOCKI, R. & R. MÄRZ (1985): Der Uhu (*Bubo bubo*). 5., überarbeitete Auflage. Neue Brehm-Bücherei 108, Lutherstadt Wittenberg, Ziemsen-Verlag, 128 S.
- ROCKENBAUCH, D. (2012): Vor 50 Jahren begann die Wiederkehr des Uhus nach Baden-Württemberg. In: Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz im NABU (Hrsg., 2012): Jahresbericht 2012. Ostfildern, S. 7-8.
- SITKEWITZ, M. (2005): Telemetrische Untersuchung zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus *Bubo bubo* im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weißenstephan, Abteilung Triesdorf, Fachbereich Umweltsicherung. 92 S.
- SITKEWITZ, M. (2007): Telemetrische Untersuchung zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus (*Bubo bubo*) in den Revieren Thüngersheim und Retzstadt im Landkreis Würzburg und Main-Spessart mit Konfliktanalyse bezüglich des Windparks Steinhöhe. Abschlussbericht.

## 8 Anhang

Tab. 6: Prozentuale Nachweishäufigkeit von Uhus aus dem Frankenjura (n=6) in Distanzklassen zum Horst: einbezogen sind alle erfassten Peilungen (grau unterlegt)

	Jan	Feb [207]	Mrz [46]	Apr [152]	Mai [225]	Jun [175]	Jul [208]	Aug [87]	Sep [507]	Okt [283]	Nov	Dez	Gesamt [1890]
0m-500m		97,1	73,9	43,4	28,4	4,0	6,3	34,5	33,1	43,5			37,4
>500m-1000m		97,1	95,7	63,8	36,9	25,1	26,9	51,7	49,5	73,1			54,4
>1000m-1500m		100	100	80,9	51,6	66,9	43,8	64,4	68,6	77,7			70,1
>1500m-2000m				84,2	60,4	69,1	52,9	78,2	80,3	77,7			76,3
>2000m-2500m				85,5	65,8	72,6	63,5	100	84,4	82,7			81,4
>2500m-3000m				87,5	66,7	73,1	67,3		96,6	93,3			87,0
>3000m-3500m				93,4	99,6	85,7	87,0		97,2	93,3			94,9
>3500m-4000m				98,0	100	90,9	93,8		97,6	93,3			96,7
>4000m-4500m				100		100	100		98,0	93,3			98,5
>4500m-5000m									98,0	93,3			98,5
>5000m-5500m									98,2	93,3			98,5
>5500m-6000m									98,2	93,3			98,5
>6000m-6500m									98,4	93,3			98,6
>6500m-7000m									98,4	93,3			98,6
>7000m-7500m									100	93,3			99,0
>7500m-8000m										93,3			99,0
>8000m-8500m										93,3			99,0
nicht bestimmt										6,7			1,0

Tab. 7: Prozentuale Nachweishäufigkeit eines Uhus aus dem Voralpenraum in Distanzklassen zum Horst: einbezogen sind alle erfassten Peilungen (grau unterlegt)

	Jan [289]	Feb [330]	Mrz [308]	Apr [374]	Mai [39]	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov [335]	Dez [368]	Gesamt [2043]
0m-500m	4,8	6,1	15,6	0,5							8,1	9,8	7,2
>500m-1000m	17,0	14,5	65,3	23,3							17,3	26,9	26,5
>1000m-1500m	34,6	15,8	89,9	50,0							18,5	34,2	39,4
>1500m-2000m	60,2	17,0	91,2	55,6							18,5	37,0	44,9
>2000m-2500m	61,9	23,9	91,9	55,6	30,8						18,8	45,4	48,5
>2500m-3000m	74,4	52,4	100	55,6	100						18,8	49,2	58,1
>3000m-3500m	74,4	63,6		55,6							19,1	61,7	62,2
>3500m-4000m	74,4	64,5		55,6							19,1	64,4	62,8
>4000m-4500m	76,8	66,7		55,6							33,4	65,5	66,1
>4500m-5000m	86,2	70,0		55,6							48,4	65,5	70,4
>5000m-5500m	88,9	73,0		64,7							80,6	65,5	78,2
>5500m-6000m		73,9		79,9							95,2	65,5	83,6
>6000m-6500m		75,2		84,5							100	65,8	85,4
>6500m-7000m		98,8		87,4								77,2	91,8
>7000m-7500m		100		91,4								81,0	93,4
>7500m-8000m				99,7								94,6	97,4
>8000m-8500m				100								94,6	97,4
nicht bestimmt	11,1											5,4	2,5

Tab. 8: Prozentuale Nachweishäufigkeit niederländischer Uhus (n=6) in Distanzklassen zum Horst: einbezogen sind alle erfassten Peilungen (grau unterlegt)

	Jan [1433]	Feb [1458]	Mrz [1026]	Apr [877]	Mai [1019]	Jun [459]	Jul [483]	Aug [457]	Sep [723]	Okt [647]	Nov [643]	Dez [1101]	Gesamt [10326]
0m-500m	58,5	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5	64,5	65,5	66,5	67,5	68,5	69,5	70,5
>500m-1000m	80,0	86,0	84,1	78,9	74,4	70,2	55,7	43,1	45,0	62,9	63,0	68,8	71,6
>1000m-1500m	91,5	93,8	90,0	86,5	81,7	79,5	66,3	53,8	53,9	80,7	77,9	77,1	81,2
>1500m-2000m	94,3	95,0	91,9	91,3	87,0	83,0	73,3	73,5	64,6	86,7	86,6	85,5	86,8
>2000m-2500m	98,0	97,5	93,4	94,0	91,1	93,7	89,0	88,0	80,2	99,1	95,3	96,0	93,8
>2500m-3000m	98,5	97,6	95,7	95,0	92,1	95,2	94,4	94,5	84,6	99,2	97,7	98,5	95,7
>3000m-3500m	99,2	98,1	96,2	95,3	93,1	96,1	97,5	98,7	96,0	99,5	98,9	99,2	97,3
>3500m-4000m	99,7	98,7	96,4	96,1	93,5	97,2	99,0	99,8	100	99,5	99,5	99,3	98,1
>4000m-4500m	99,8	99,0	97,0	96,8	94,2	97,8	99,8	100		100	99,8	100	98,6
>4500m-5000m	99,9	99,7	97,7	96,9	95,0	98,5	100				100		98,9
>5000m-5500m	99,9	99,7	98,0	97,4	95,7	98,7							99,0
>5500m-6000m	99,9	99,7	98,2	98,1	97,3	99,6							99,3
>6000m-6500m	100	99,8	98,8	99,0	98,6	100							99,6
>6500m-7000m		100	100	99,8	99,9								100
>7000m-7500m				100	100								
>7500m-8000m													
>8000m-8500m													
nicht bestimmt													

Tab. 9: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Januar

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	289	276,7	2052,7	5489,1
SLB 1545 ♀	132	71,4	412,1	973,9
SLB 1547 ♀	447	20,5	608,4	2121,5
SLB 1299 ♂	245	19,9	1197,6	6322,1
SLB 1544 ♂	453	4,2	352,2	1602,9
SLB 1546 ♂	156	11,6	707,0	1414,7

Tab. 10: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Februar

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	330	205,4	3658,3	7045,6
FRJ 2629 ♀	207	83,1	250,3	1709,1
SLB 1545 ♀	348	66,2	403,3	2050,7
SLB 1547 ♀	366	20,3	412,2	1400,3
SLB 1544 ♂	393	5,9	239,6	1032,7
SLB 1546 ♂	351	20,0	1176,8	6928,0

Tab. 11: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im März

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	308	383,8	964,4	2784,0
FRJ 1600 ♂	46	3,4	370,9	1344,2
SLB 1545 ♀	70	4,9	140,1	524,8
SLB 1547 ♀	106	11,9	189,5	1771,7
SLB 1544 ♂	456	9,2	750,7	6813,1
SLB 1546 ♂	394	8,9	703,2	4992,7

Tab. 12: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im April

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	374	464,9	3358,0	8019,7
FRJ 1600 ♂	152	9,0	1023,2	4368,2
SLB 1545 ♀	87	2,5	92,5	428,2
SLB 1547 ♀	16	31,3	74,8	220,1
SLB 1544 ♂	395	9,9	899,2	7113,9
SLB 1546 ♂	379	4,8	616,9	2630,3

Tab. 13: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Mai

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	39	2412,3	2513,3	2583,0
FRJ 1600 ♂	225	8,4	1619,2	3703,8
SLB 1545 ♀	189	5,7	151,3	910,0
SLB 1544 ♂	467	6,8	1170,2	7110,3
SLB 1546 ♂	363	10,1	835,9	3324,4

Tab. 14: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Juni

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
FRJ 1600 ♂	175	22,3	1807,5	4476,5
SLB 1299 ♂	53	88,3	710,9	3265,6
SLB 1544 ♂	82	10,7	1193,8	6057,9
SLB 1546 ♂	324	16,8	856,6	4928,9

Tab. 15: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Juli

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
FRJ 1 ♂	30	31,4	1073,8	2832,8
FRJ 2 ♂	30	501,0	1531,6	2306,5
FRJ 1600 ♂	148	234,8	2275,8	4101,2
SLB 1299 ♂	306	32,0	1330,2	4525,9
SLB 1546 ♂	177	69,9	895,7	2415,6

Tab. 16: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im August

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
FRJ 3 ♀	38	683,0	1660,3	2488,7
FRJ 1693 ♀	2	350,0	360,0	370,0
FRJ 1 ♂	47	24,4	693,7	2231,2
SLB 1166 ♀	217	33,8	1322,6	4144,2
SLB 1299 ♂	240	27,7	1344,9	3961,6

Tab. 17: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im September

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
FRJ 3 ♀	45	21,0	961,3	3807,0
FRJ 1692 ♀	168	52,2	991,1	7768,4
FRJ 1693 ♀	234	0,0	1667,0	3520,0
FRJ 1 ♂	60	27,1	409,3	1431,7
SLB 1166 ♀	426	4,3	1351,3	3935,6
SLB 1299 ♂	297	25,9	1553,0	3586,3

Tab. 18: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Oktober

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
FRJ 3 ♀	88	16,4	869,3	2084,1
FRJ 1692 ♀	59	8,3	165,5	2047,7
FRJ 1693 ♀	91	430,0	1666,8	3140,0
FRJ 1 ♂	45	54,1	269,5	941,8
SLB 1166 ♀	349	21,5	412,3	2194,8
SLB 1299 ♂	298	37,5	1211,9	4207,1

Tab. 19: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im November

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	335	333,5	4270,7	6451,7
SLB 1166 ♀	353	9,1	560,4	1817,2
SLB 1299 ♂	290	10,2	1279,9	4692,5

Tab. 20: Aufenthaltsdistanzen von Uhus aus Frankenjura (FRJ), Alpenvorland (AVL) und Süd-Limburg (SLB) zu ihrem Horst im Dezember

tag ID	Anzahl analysierter Peilungen	Geringste Distanz zum Horst [m]	Durchschnittliche Distanz zum Horst [m]	Größte Distanz zum Horst [m]
AVL 2630 ♀	368	125,3	3488,3	7926,0
SLB 1166 ♀	391	15,1	727,1	3198,8
SLB 1547 ♀	259	14,6	395,2	2022,0
SLB 1299 ♂	310	11,5	1566,6	4214,4
SLB 1544 ♂	141	7,2	224,8	994,7

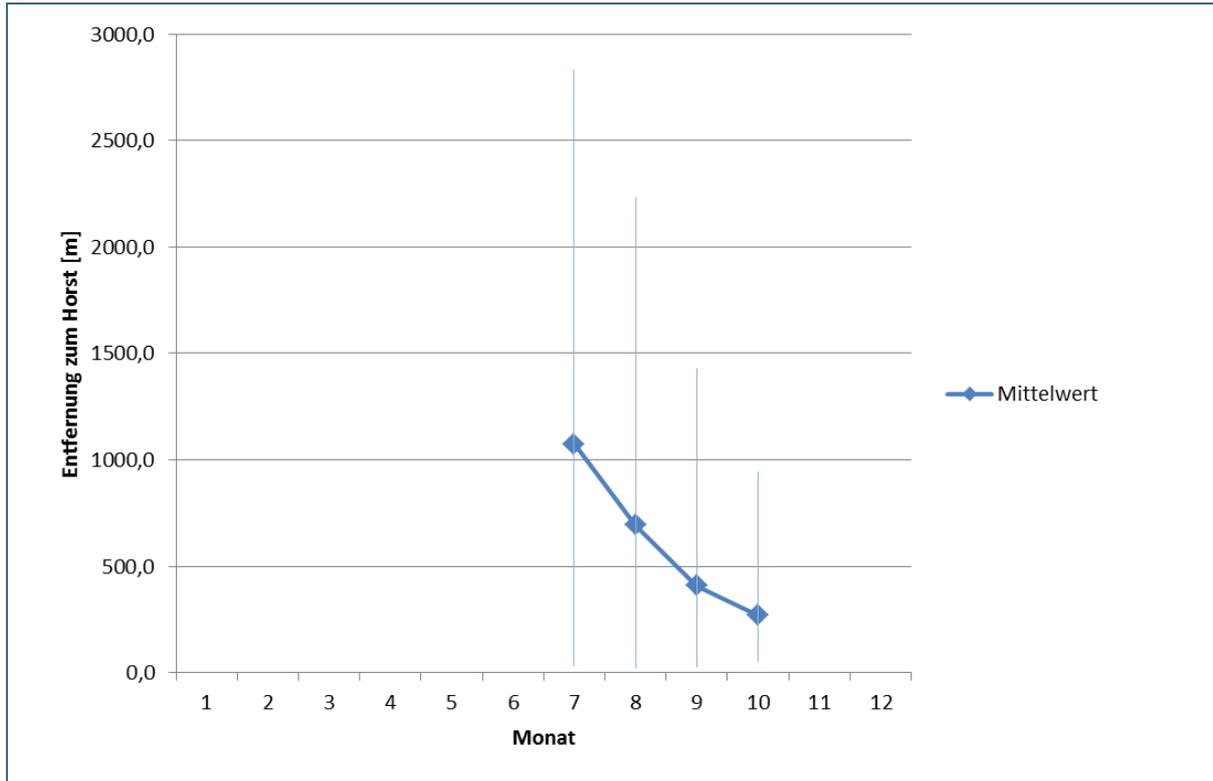


Abb. 31: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\emptyset$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1 bei Staudenhof (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

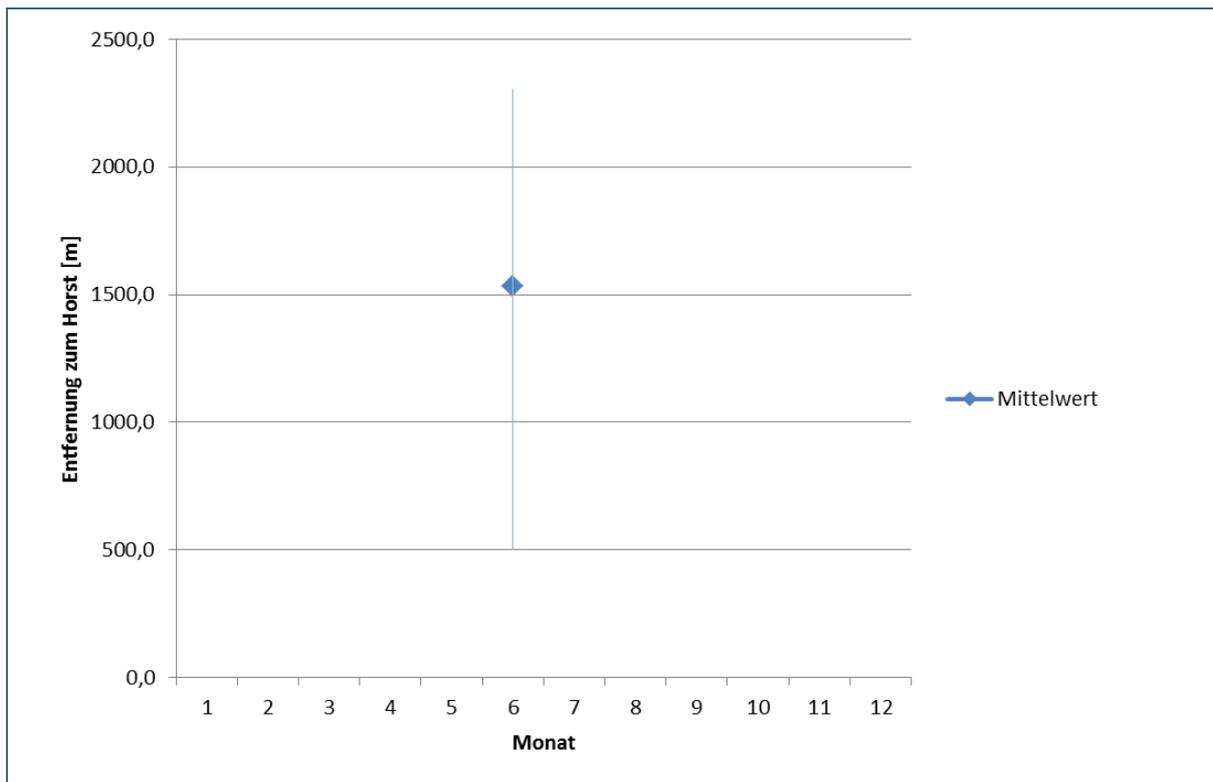


Abb. 32: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\emptyset$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 2 bei Beilingries (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

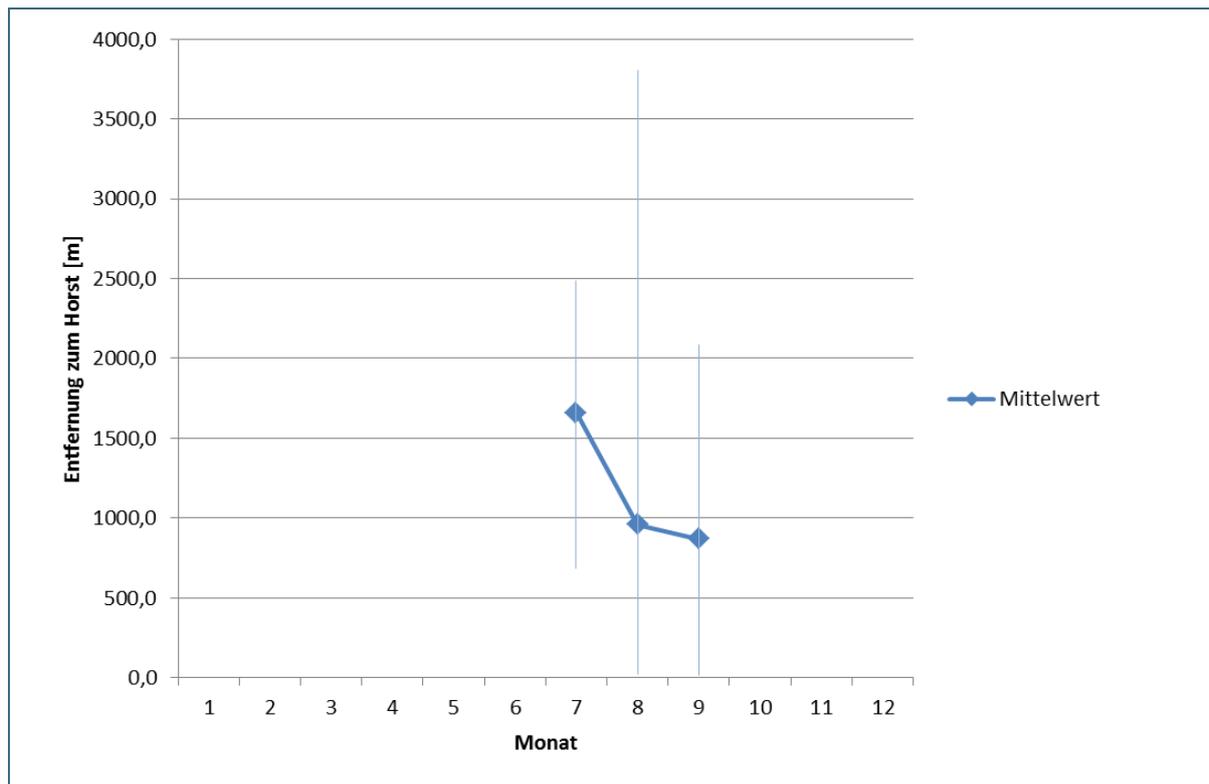


Abb. 33: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 3 bei Stetterhof (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

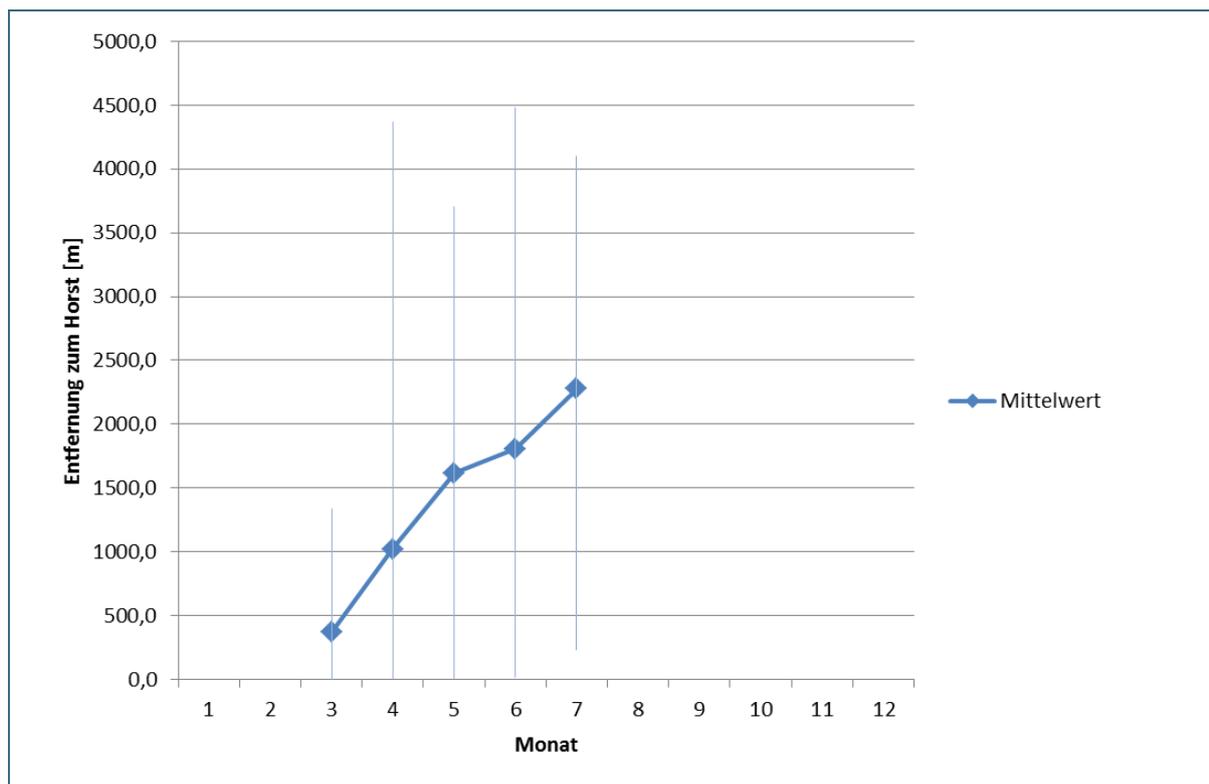


Abb. 34: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1600 bei Wintershof (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

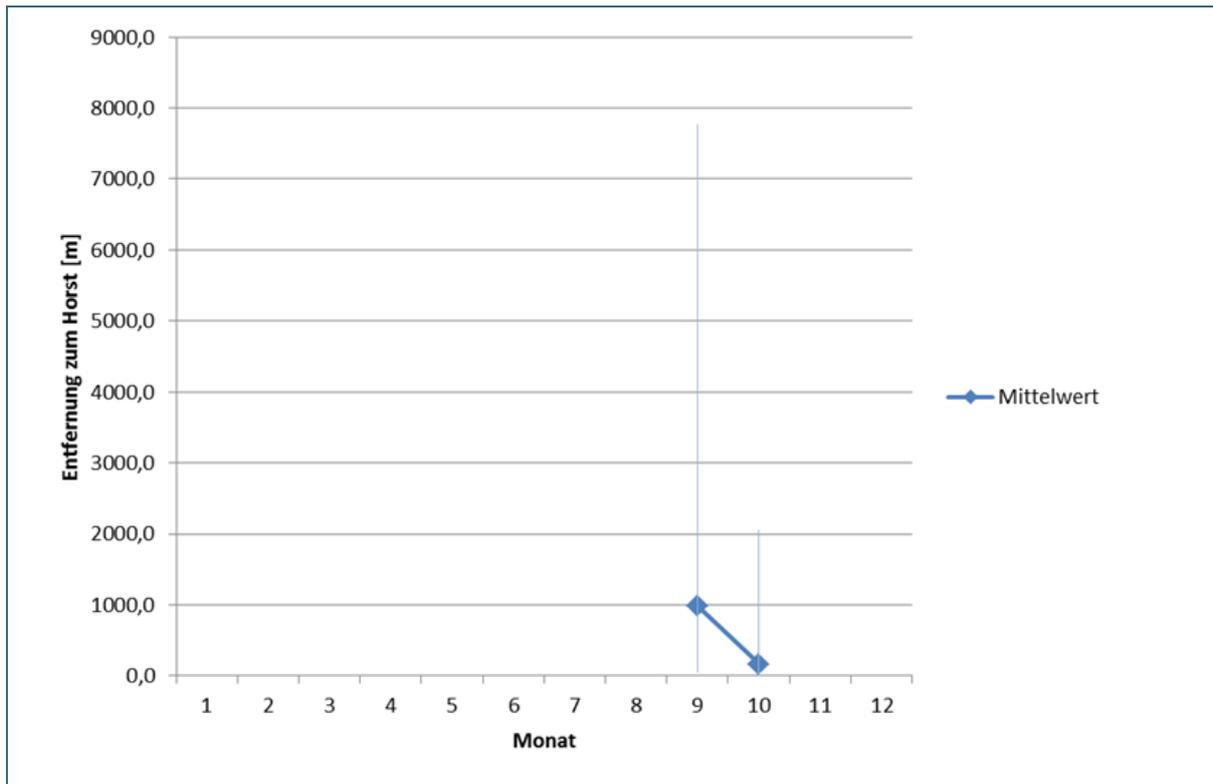


Abb. 35: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\varnothing}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1692 bei Töging (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

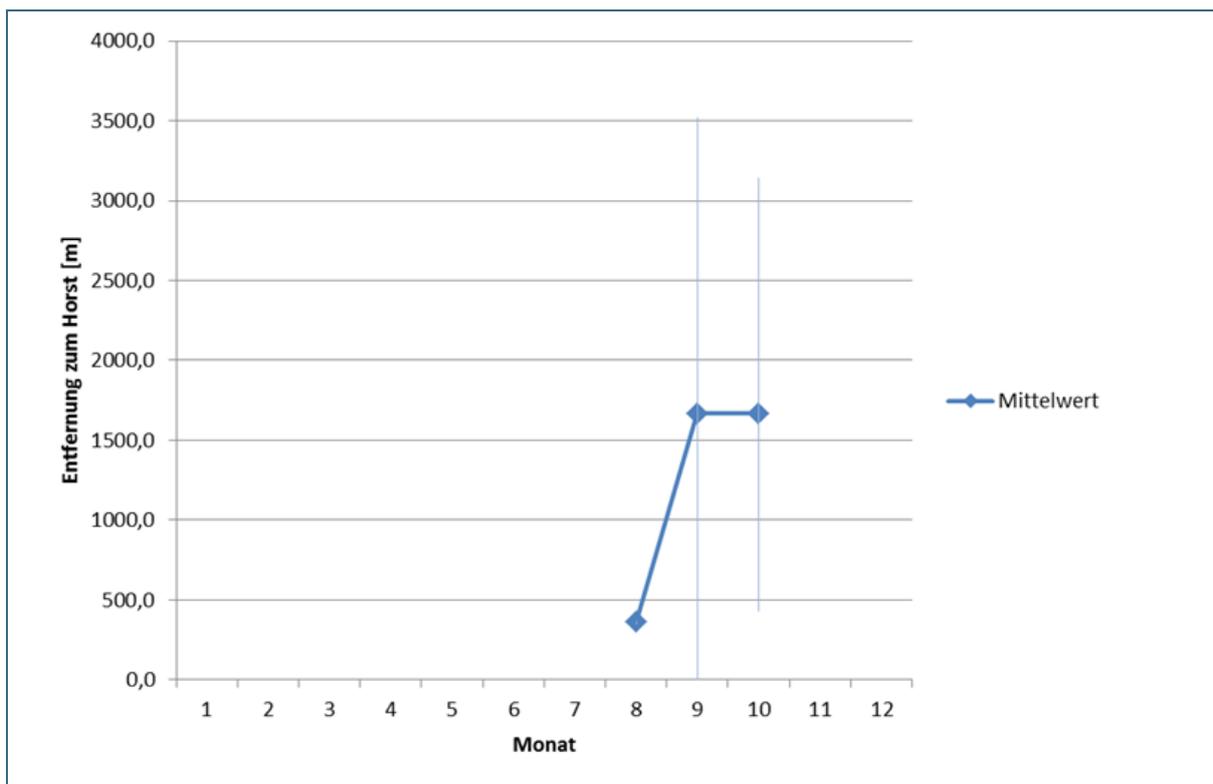


Abb. 36: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\varnothing}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1693 bei Greding (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

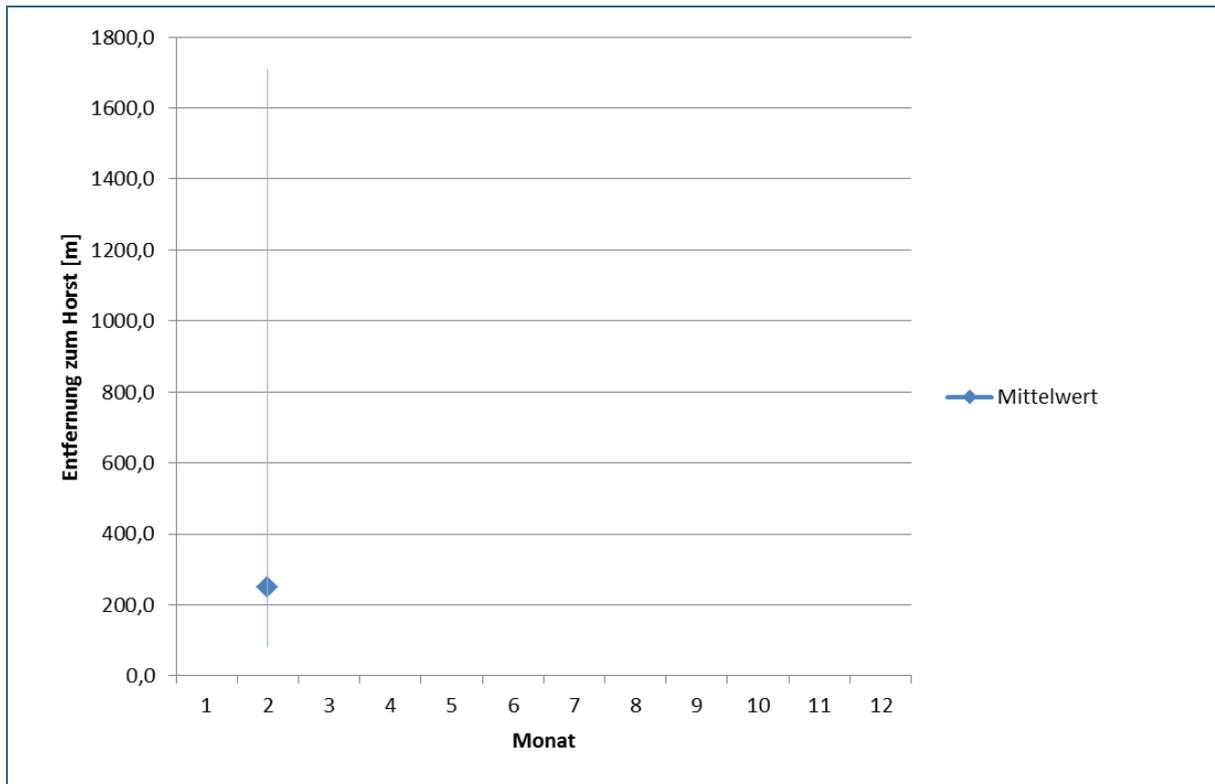


Abb. 37: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\varnothing}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 2629 bei Schellneck (FRJ), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

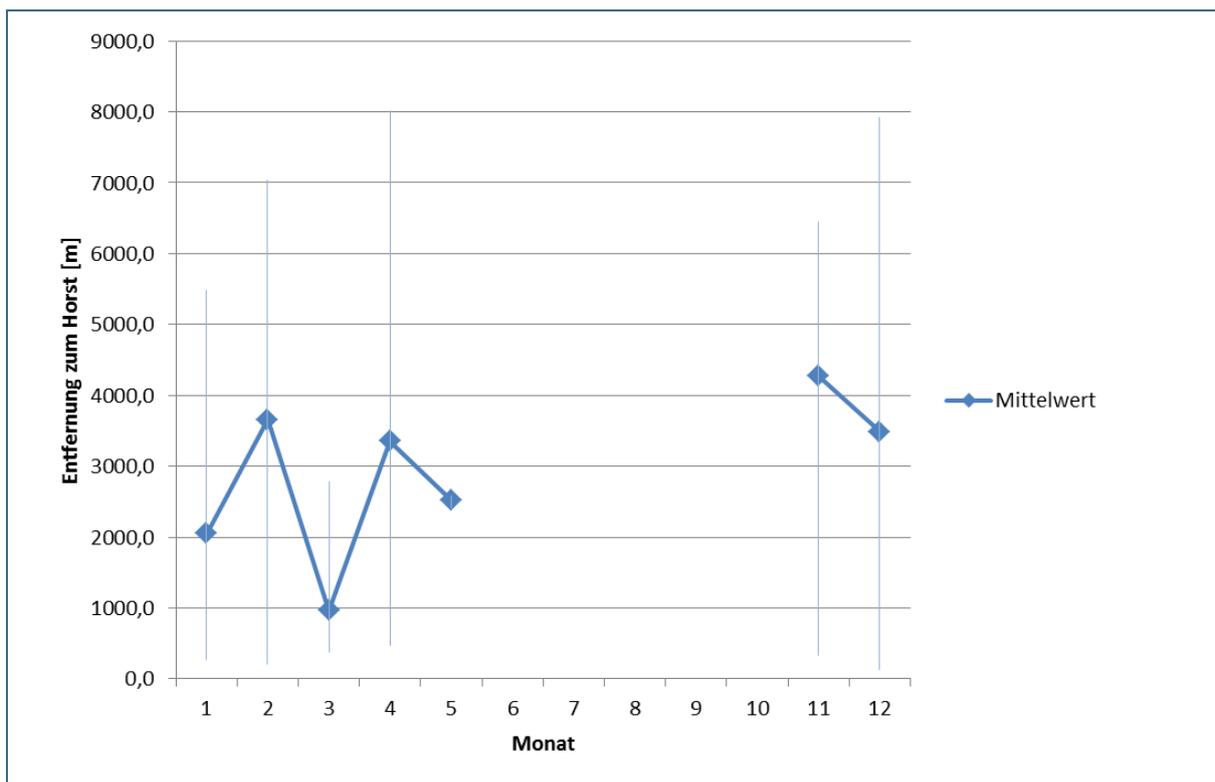


Abb. 38: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\varnothing}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 2630 bei Großweil (AVL), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

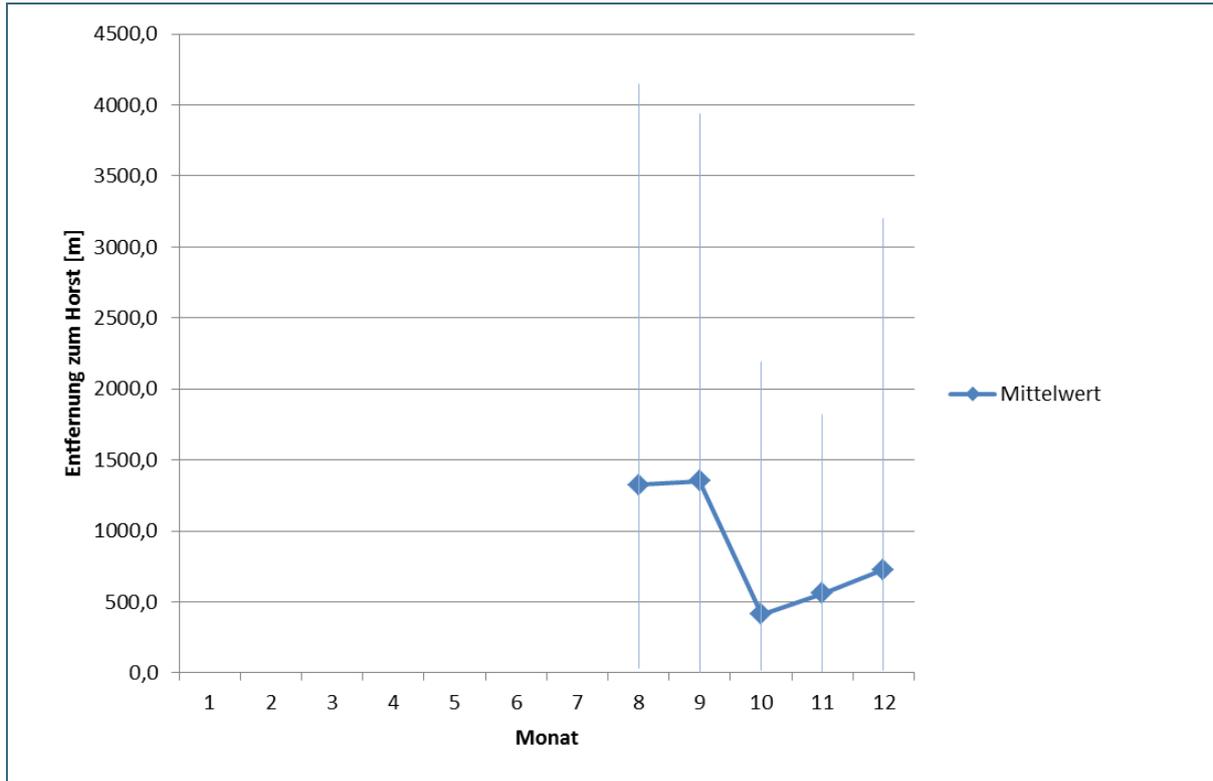


Abb. 39: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1166 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

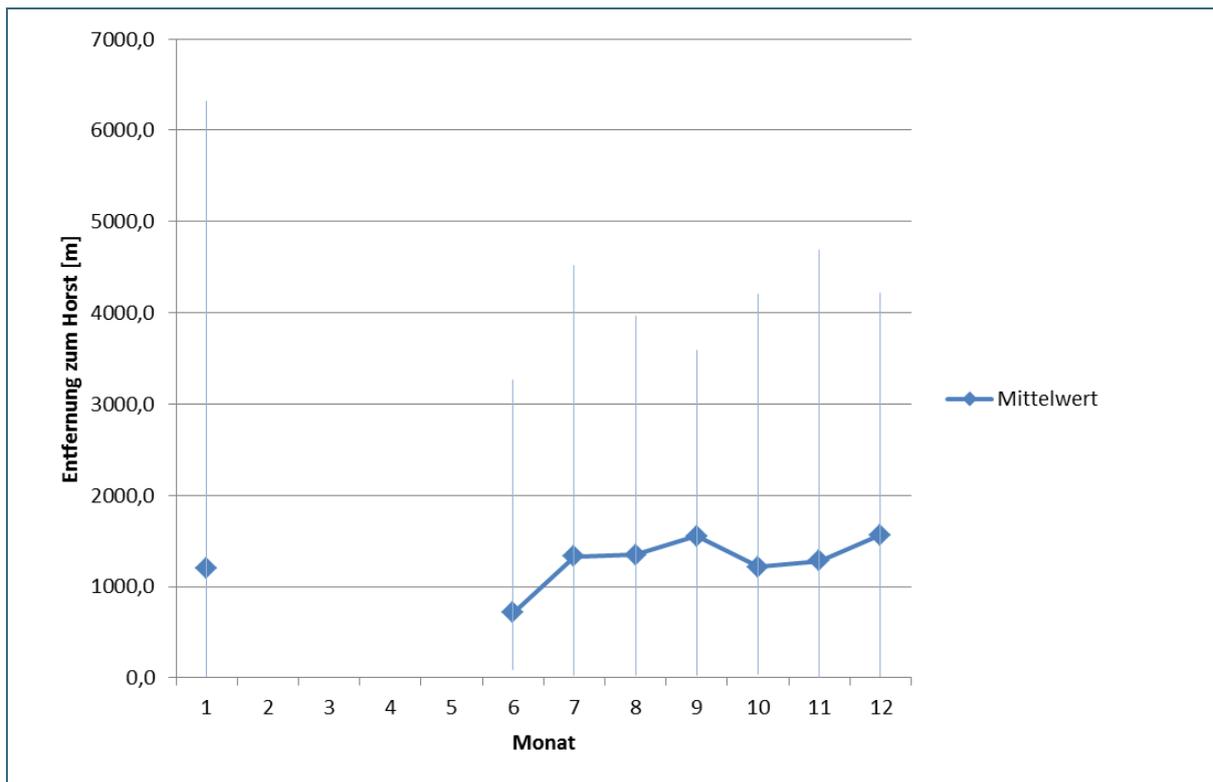


Abb. 40: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1299 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

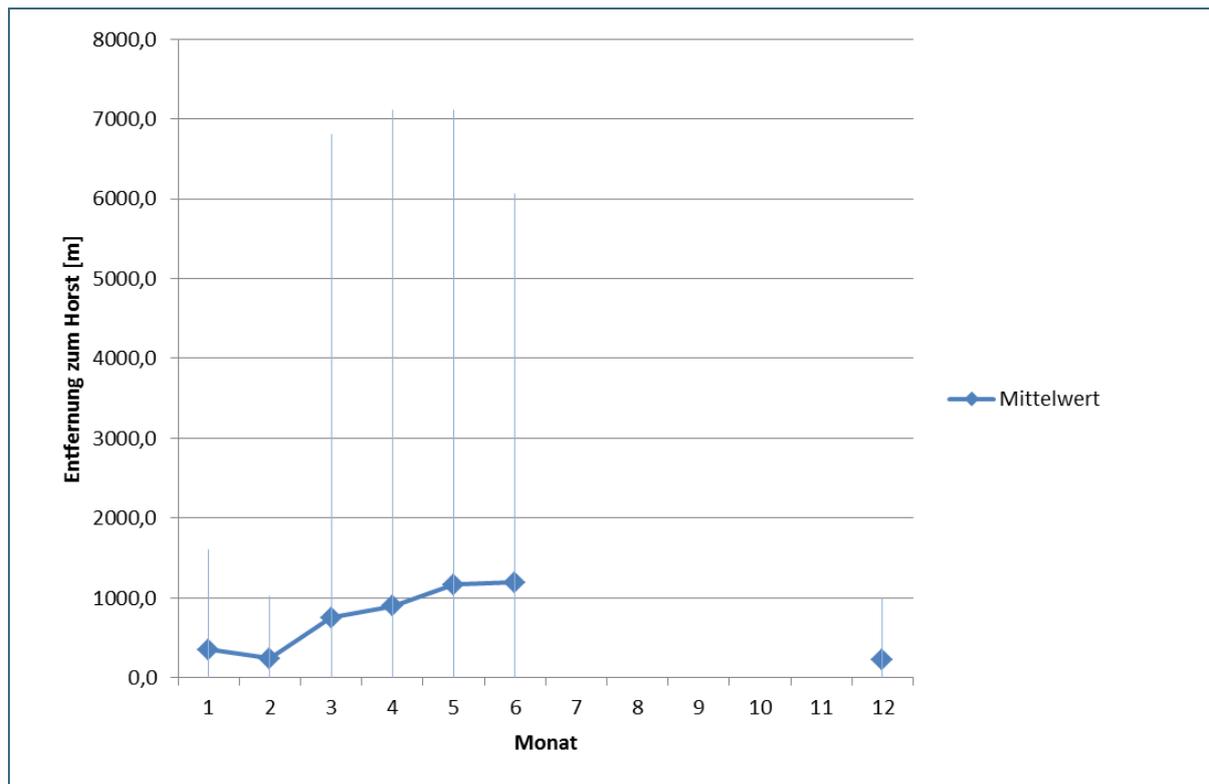


Abb. 41: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1544 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

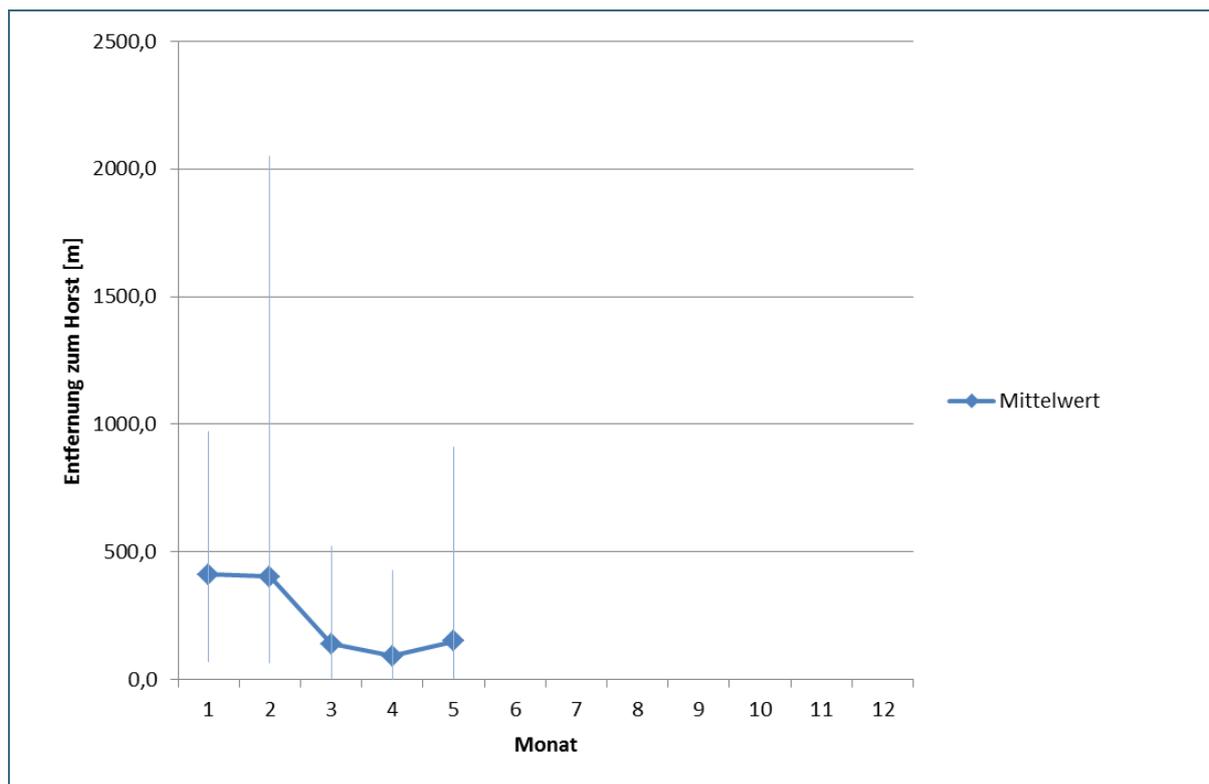


Abb. 42: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1545 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

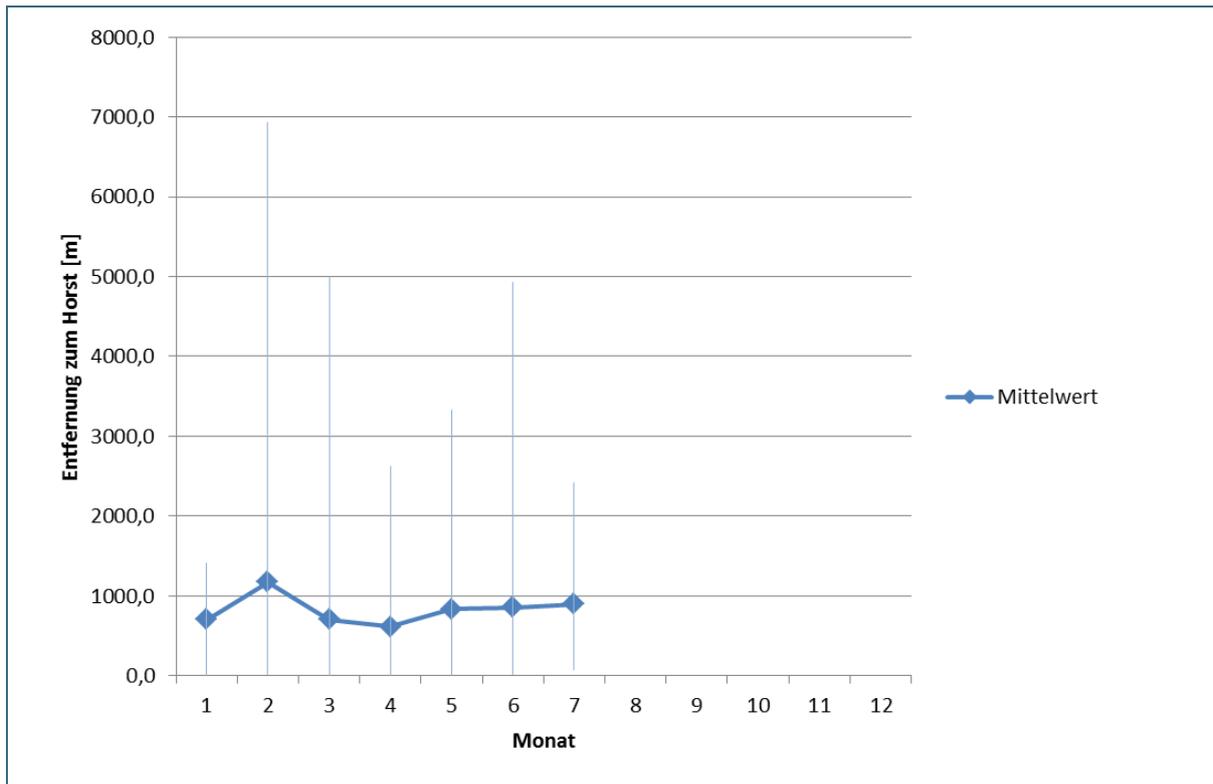


Abb. 43: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1546 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

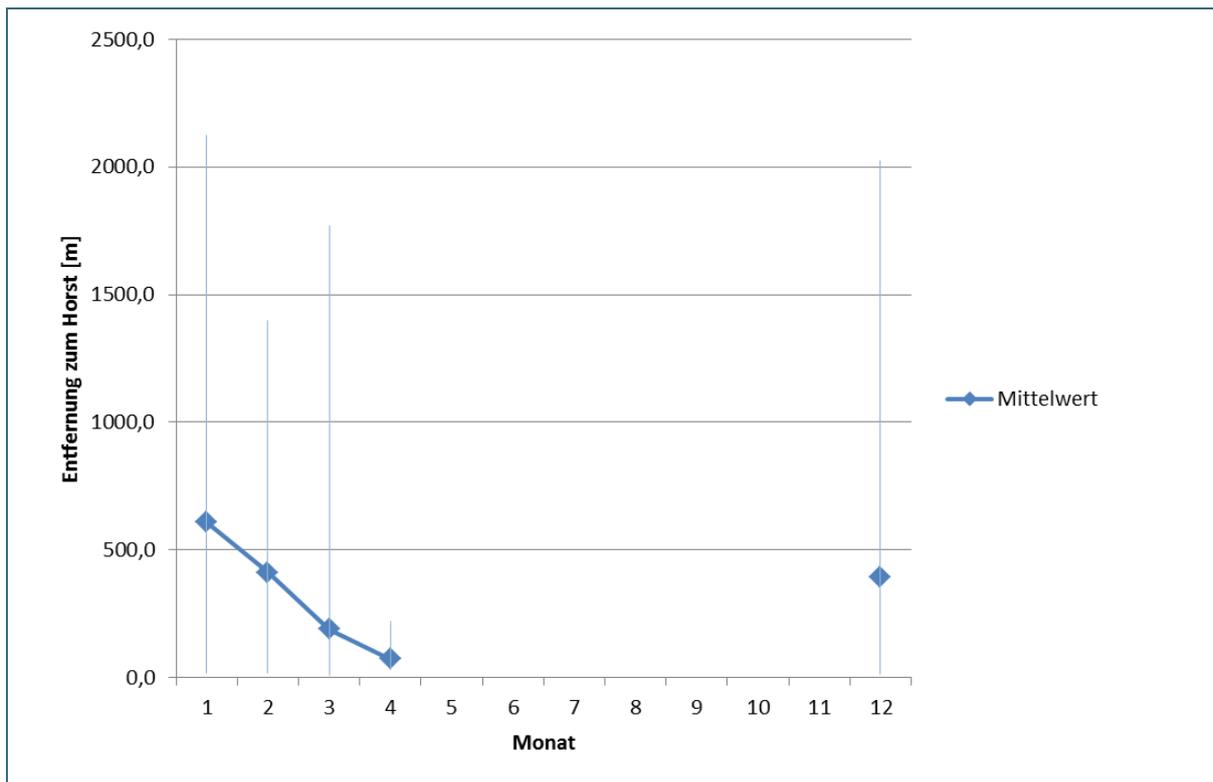


Abb. 44: Saisonale Aufenthaltsdistanzen ( $\bar{\emptyset}$  aller Peilungen pro Monat) des Sendervogels 1547 aus Süd-Limburg (SLB), inklusive der monatlich nachgewiesenen Minimal- und Maximaldistanzen zum Horst.

