

# Zur Rufaktivität des Uhus *Bubo bubo* unter mitteleuropäischen Bedingungen – Lehren aus 1101 Verhörungen 2014–2018 im Raum Freiburg, Baden-Württemberg

Christian Harms

Über fünf Jahre wurden in 12–16 Revieren von Uhus zwischen Oktober und März in der Abenddämmerung Verhörungen (akustische Erfassungen) durchgeführt, mit dem Ziel, die Rufaktivität unter mitteleuropäischen Bedingungen zu dokumentieren. Bei insgesamt 1101 Verhörungen wurde 531 Mal ein Uhu beobachtet, darunter 453 (85 %) Mal ein rufendes Männchen, häufig in Kombination mit Sichtung des Männchens sowie Rufen oder Sichtung des Weibchens. Zusätzlich wurden in 51 Fällen (9,6 %) nicht-rufende Uhumännchen festgestellt. Insgesamt gingen knapp 15 % aller Reviernachweise auf Verhörungen zurück, bei denen die Männchen nicht gerufen haben. Während der Hauptbalz (Januar – März) waren rufende Uhumännchen häufiger zu hören (bei 52,8 % der Verhörungen) als während der Herbstbalz (Oktober – Dezember; 30,5 %). Ein Großteil der Rufaktivität im Herbst dient der Markierung des Reviers, während im 1. Quartal des Jahres die Rufaktivität überwiegend im Zeichen der Fortpflanzung steht. Rufaktivität und Sichtungen waren häufiger bei klarem als bei bedecktem Himmel, vor allem im Herbstquartal. Temperatur, Windstärke, Regen oder Nebel hatten keinen merklichen Effekt auf die Rufaktivität von Uhumännchen. Ein stimulierender Effekt von Vollmondbeleuchtung, wie in einer Studie beschrieben, konnte nicht festgestellt werden. Fast ein Viertel aller Rufbeginne von Männchen fanden bereits vor Sonnenuntergang statt, vor allem im 1. Quartal; zumeist handelte es sich um Kontaktrufe des Männchens und nicht um Reviermarkierung. Der durchschnittliche Rufbeginn lag bei 12 Minuten nach Sonnenuntergang (Spannweite 51 Minuten vor Sonnenuntergang bis 74 Minuten danach). Bei bedecktem Himmel fingen die Männchen etwa 7 Minuten früher an zu rufen als bei klarem Himmel, und während der Hauptbalz etwa 10 Minuten früher als im Herbstquartal. Die Rufaktivität endete im Durchschnitt zwischen 31 Minuten (Hauptbalz) und 41 Minuten (Herbstquartal) nach Sonnenuntergang, und früher bei bedecktem als bei klarem Himmel. Unabhängig von Jahreszeit und Himmelsbedeckung lag die mittlere Rufdauer der Uhumännchen bei etwa 24 Minuten. Dabei wurden pro Verhörung durchschnittlich 3,3 Rufserien von 2,3 Sitzpositionen abgesetzt. Die Gesamtzahl der erfassten Rufe belief sich auf 21667, davon entfielen 57 % auf das 1. Quartal. Pro Verhörung waren zwischen 1 und 391 Rufe zu vernehmen (Mittelwert 58).

Verhörungen, also akustische Erfassungen, bilden die methodische Grundlage für die systematische Untersuchung des Vorkommens und die Bestandsschätzung von Vogelarten auf lokaler, regionaler oder nationaler Ebene. Ihren Niederschlag finden Untersuchungen dieser Art u.a. in Form eines nationalen Brutvogelatlas (Gedeon et al. 2014) sowie regelmäßiger regionaler Bestandserhebungen (Leditznig et al. 2001, Brandt 2003, Grüll et al. 2010, Jenny 2011, Pühringer 2018). Sie sind damit auch ein wichtiges Hilfsmittel des Artenschutzes zur Ermittlung von Populationstrends. Bei der artenschutzrechtlichen Relevanzprüfung im Rahmen von Planfeststellungsverfahren bei der Projektierung von Verkehrs- und anderen landschaftsplanerischen und infrastrukturellen Bauvorhaben (z.B. Straßen, Bahnlinien, Windkraftanlagen) spielen Verhörungen, insbesondere von kritischen (geschützten bzw. gefährdeten) Arten, ebenfalls eine bedeutende Rolle. Eine Diskussion methodischer Ansätze zur Bestandserfassung von Greifvögeln und Eulen findet sich bei Fuller und Mosher (1981). Wegen ihrer überwiegend nächtlichen Lebensweise gehören Eulen zu den schwieriger zu bearbeitenden Vogelarten (Zuberogoitia und Campos 1998). Zahlreiche populationsökologische Untersuchungen stützen sich auf Verhörungen als Methode der Bestandserfassung. Mit Blick auf den Uhu im europäischen Umfeld seien hier beispielhaft Arbeiten von Frey (1973), Mosimann-Kampe et al. (1998), Leditznig et al. (2001), Lourenço et al. (2002), Brandt (2003), Grüll et al. (2010), Jenny (2011), Görner (2016) sowie Pühringer (2018) genannt.

Nach der Beinahe-Ausrottung des Uhus im 19. und 20. Jahrhundert (Herrlinger 1973) haben wir es in Teilen Mitteleuropas gegenwärtig mit einer Wiederbesiedlung weiter Landstriche und einer langsamen Erstarkung von verbliebenen Restvorkommen zu tun (Rockenbauch 2005, Gedeon et al. 2014, Mebs 2016). Regional haben Wiederansiedlungsprojekte die Bestandentwicklung befördert (Herrlinger 1973, Förstel 1983, Scherzinger 1987, Bergerhausen und Radler 1989). Daneben spielte auch Zuwanderung eine Rolle (Mosimann-Kampe et al. 1998, Aebischer et al. 2010, Görner 2016, Rockenbauch 2018). In Baden-Württemberg wurde die Ausbreitung und Bestandszunahme des Uhus über mehr als 50 Jahre seit 1965 kontinuierlich durch die ehrenamtlichen Helfer der Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz dokumentiert (Harms et al. 2015, Rau et al. 2015, Rockenbauch 2018). Eigene Projekte mit unterschiedlichen Zielsetzungen und Fragestellungen konzentrierten sich auf eine Uhupopulation im Raum Freiburg (Harms et al. 2015, 2018, Harms 2016abc, 2017abc, 2018ab, Harms und Lühl 2017).

Untersuchungen zur Rufaktivität von Uhus gibt es vor allem aus dem mediterranen Raum (Martinez und Zuberogoitia 2002, 2003, Penteriani 2002, Penteriani et al. 2002, 2014, Delgado und Penteriani 2007, Penteriani und Delgado 2009). Daneben finden sich anekdotische Hinweise und Detailbeobachtungen in einer Vielzahl weiterer Publikationen. Mehrere der genannten Autoren verweisen darauf, dass ihre Beobachtungen nur bei trockenen und windstillen Bedingungen (Lourenço et al. 2002, Martinez und Zuberogoitia 2002, Penteriani et al. 2002, 2014), oder nur bei klarem Himmel (Penteriani 2002) durchgeführt wurden. Ohne Vorlage empirischer Daten wurde diese Beschränkung mit der schlechteren Wahrnehmung der Rufe bei Regen bzw. Wind begründet. Der Ausschluss trüber oder stark bewölkter Tage (ohne erkennbare Beeinträchtigung durch zusätzliche Faktoren) wurde nicht näher erläutert. Aus mitteleuropäischer Sicht stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit dieser mediterranen Schönwetterbefunde auf die hierzulande vorherrschenden und abweichenden Witterungsbedingungen. Obwohl zahlreiche populationsökologische Untersuchungen auf Verhörungen als Methode der Bestandserfassung zurückgreifen, gibt es aus dem mitteleuropäischen Raum nur wenige Arbeiten, die sich dezidiert mit der Rufaktivität von Uhus befassen (von Lossow 2010, Harms 2016ab, 2017a, Mollet 2019) und oftmals werden nur Teilaspekte behandelt. Insofern besteht zum Rufverhalten von Uhus unter mitteleuropäischen Bedingungen mangels systematischer empirischer Daten eine erhebliche Unsicherheit zu Einflussfaktoren wie Meteorologie, jahreszeitliche Ausprägung, individuelle Charakteristik, Bestandsdichte oder Habitatqualität. Robitzky (2009) behandelt die Rufaktivität im Zusammenhang mit der Brutbestandserfassung von Uhus unter den Bedingungen des norddeutschen Tieflands. Ein jüngerer Beitrag (Mollet 2019) nutzte automatische akustische Aufnahmen zur Ermittlung der zeitlichen Verteilung der Rufaktivität über die Nachtstunden – eine Art kontinuierliche Verhörung bei minimaler persönlicher Präsenz im Gelände.

Angesichts der Bedeutung von Verhörungen für die Bestandserfassung und die daraus resultierende Relevanz für die landschaftsplanerische Beschlussfassung habe ich eine mehrjährige Untersuchung zur Rufaktivität des Uhus in einem typischen Verbreitungsgebiet Süddeutschlands durchgeführt. Dabei sollte eine Reihe von Erkenntnislücken zu bislang vernachlässigten Aspekten geschlossen werden. Die folgenden Fragen und Zielsetzungen wurden in diesem Projekt bearbeitet: (1) Bestandserfassung des Uhus in bekannten und potenziellen Revieren, (2) Monitoring der Rufaktivität im Hinblick auf den Verlauf der Balz sowie Ermittlung des Brutbeginns, (3) Ermittlung charakteristischer Parameter der Rufaktivität, (4) Erfassung der Besonderheiten von Herbst- und Hauptbalz, (5) Einfluss von Witterung,

Himmelsbedeckung und Mondphase, (6) Bestimmung des optimalen Verhörzeitraums, (7) Charakterisierung von individuellem Rufverhalten, (8) Konstanz bzw. Variabilität des Rufverhaltens über mehrere Jahre, sowie (9) Ermittlung empirischer Antreffwahrscheinlichkeiten im Hinblick auf die Kalibrierung von Site-Occupancy-Modellen.

## 1. Methoden

### 1.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im mittleren Bereich des Regierungsbezirks Freiburg (Südbaden) und umfasst Teile der Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald, Emmendingen und Lörrach (Abb. 1). Das Kerngebiet erstreckt sich von 48° 18' bis 47° 48' N und 7° 30' bis 8° 00' O. Naturräumlich beinhaltet das Untersuchungsgebiet die westliche Vorbergzone des Schwarzwalds (geologisch: Granit, Sandstein) sowie das angrenzende Oberrheintal einschließlich Kaiserstuhl (vulkanisch, Löss) und Tuniberg (Jura) mit einer Höhererstreckung von 170 bis 400 m ü.M. Die meisten der bearbeiteten Uhuorkommen liegen in klimatisch begünstigter Lage am Rand von reich strukturierten, zumeist landwirtschaftlich geprägten Landschaften mit angrenzenden Waldflächen (Harms et al. 2015). Die Untersuchung in den Jahren 2014–2018 konzentrierte sich auf 12–16 dauerhaft oder mehrjährig besetzte Reviere. Daneben wurden potenzielle (d.h. geeignete, aber bislang nicht dokumentierte) Reviere in die Verhörungen einbezogen.

Uhus sind sowohl revier- als auch partnertreu. Die besetzten Reviere werden oft über viele Jahre genutzt. Die Brutplätze der Revierpaare im Untersuchungsgebiet liegen vor allem in vormaligen oder noch aktiven Steinbrüchen, in Naturfelsen, einem ehemaligen Nistkasten für Wanderfalken *Falco peregrinus* sowie drei Burgruinen; Abbildungen finden sich bei Harms et al. (2015), Harms (2016c, 2018a) sowie Harms und Lühl (2017). Baum- und Bodenbruten, wie sie in anderen Verbreitungsgebieten des Uhus vorkommen (Robitzly 2009), wurden in unserer Region nicht festgestellt. Manche der Brutplätze werden wiederholt genutzt; in anderen Revieren wird an wechselnden Plätzen gebrütet, bedingt u.a. durch instabile Felsstruktur. Auch Prädationsdruck (Harms 2018ab) und zwischenartliche Konkurrenz (Harms et al. 2018, Harms 2020b) spielen bei der Brutplatzwahl eine Rolle. Die Brutplätze wurden daher jedes Jahr aktuell neu ermittelt, ebenso der Brutbeginn im Hinblick auf die Beringung der Nestlinge (Harms und Lühl 2017, Harms 2018a).

### 1.2. Methoden der Verhörung

Der Begriff Verhörung wird hier gleichbedeutend verwendet für «Besuch vor Ort mit dem Ziel eines Reviernachweises und zur Datenerfassung über die Rufaktivität». Uhus können zu verschiedenen Zeiten während der ganzen Nacht rufen (Mollet 2019, eigene Beobachtungen). Die frühen Abendstunden bilden dabei einen Schwerpunkt mit besonders ausgeprägter Rufaktivität; anschliessend sind meist über einen Zeitraum von ein bis drei Stunden keine Rufe zu vernehmen (Mollet 2019, eigene Beobachtungen) – vermutlich nutzen die Uhus diese Zeit zur Jagd (Penteriani 2002). Der klar umrissene und charakteristische Rufschwerpunkt in der Abenddämmerung wird üblicherweise bei Bestandserhebungen verwendet und wurde daher in unserer Untersuchung gezielt bearbeitet.

Die Verhörungen fanden zwischen Januar 2014 und Dezember 2018 statt. Verhörungen zwischen dem 1. Oktober und 31. Dezember (4. Quartal) wurden der «Herbstbalz» zugeordnet; Verhörungen zwischen 1. Januar und 31. März (1. Quartal) wurden als «Hauptbalz» definiert (Harms 2017b). Die Verhörungen während der Hauptbalz wurden am 31. März oder mit dem Beginn der Brut beendet (je nachdem, was zuerst eintraf). Als Brutbeginn wurde im Untersuchungsgebiet über mehrere Jahre der Zeitraum letzte Januarwoche bis Mitte April ermittelt (Harms und Lühl 2017, Harms 2018a). Revierbesuche nach Brutbeginn dienten dem Brutmonitoring und der Überwachung.

Verhörungen wurden bevorzugt in der Nähe bereits identifizierter oder vermuteter Brutplätze, d.h. im Revierzentrum durchgeführt. Auf diese Weise wurden der Balzverlauf und der Zeitpunkt des Brutbeginns gut erfassbar. Rufaktivität in den Randbereichen des Uhureviers (zur Abgrenzung des Reviers) wurde damit jedoch potenziell weniger gut erfassbar. Erfahrungsgemäß verlagern sich Tageseinstände und Rufaktivität während der Balz in den Nahbereich des Brutplatzes (Harms 2017b). In den meisten Revieren lag der Tageseinstand außerhalb der Brutzeit weniger als 700 m vom Brutplatz entfernt. Der mittlere Verhörabstand für 16 Reviere mit insgesamt 46 Verhörpositionen betrug 145 (38–500) m vom Brutplatz bzw. einer präferenziell vom Männchen genutzten brutplatznahen Singwarte. Bevorzugt wurden Verhörstandorte mit Blick auf die Singwarten, um Sichtungen zu begünstigen. Vorteilhaft (wenngleich nicht überall realisierbar) waren Standorte, bei denen die Singwarten mit dem Abendhimmel kontrastierten, was Sichtbeobachtungen noch lange nach Sonnenuntergang ermöglichte. Die Uhrzeit des Sonnenuntergangs wurde bei [www.sunrise-and-sunset.com](http://www.sunrise-and-sunset.com) abgefragt und bezieht sich auf Freiburg.

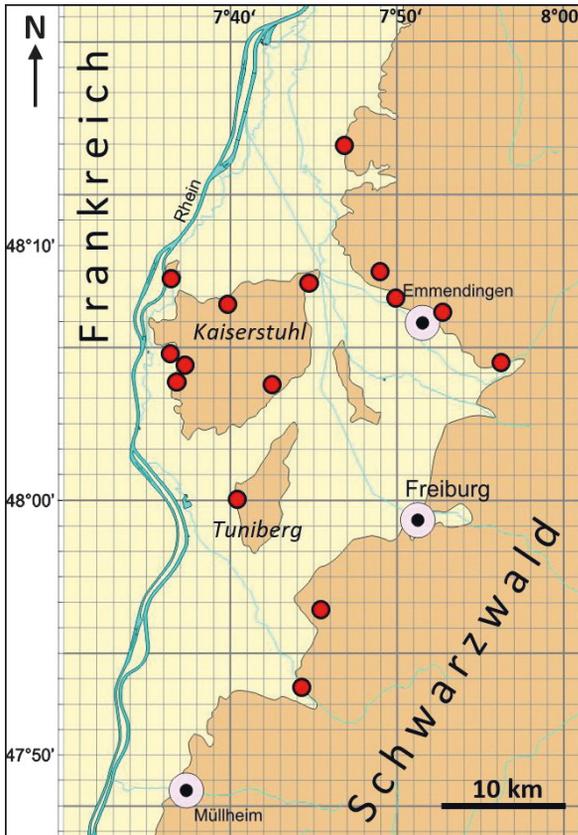


Abb. 1. Untersuchungsgebiet und Lage der bearbeiteten Uhereviere.  
*Study area and location of the Eurasian Eagle-owl territories covered in this study.*

Anfänglich erstreckte sich der abendliche Verhörzeitraum von etwa 30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 1–1,5 Stunden nach Sonnenuntergang, entsprechend Empfehlungen aus der Literatur (Martinez und Zuberogoitia 2002, 2003, Penteriani 2002, von Lossow 2010). Mit zunehmender Erfahrung aus den durchgeführten Verhörungen wurde die Verhördauer angepasst und gegebenenfalls verkürzt (Kapitel 2.5.4). Auf den vielfach propagierten und praktizierten Einsatz von Klangattrappen (Zuberogoitia und Campos 1998, Lourenço et al. 2002, Martinez und Zuberogoitia 2002, 2003) wurde in dieser Untersuchung verzichtet, um einen natürlichen, ungestörten Verlauf der Rufaktivität zu gewährleisten.

In einem standardisierten Protokoll wurden folgende Parameter erfasst, getrennt für Männchen und Weibchen: Uhrzeit Rufbeginn, Rufort bzw. -richtung und Distanz, Uhrzeit Ruf-Ende, Rufintensität (Anzahl Rufe pro Minute), Wechsel der Sitz- bzw. Rufposition (Zeitpunkt, Richtung bzw. neuer Aufenthaltsort), Duett (Wechselgesang von Männchen und Weibchen) sowie

Hinweise zum Verhalten und zu qualitativen Besonderheiten der Rufe. Der am häufigsten gehörte Gesang der Uhumännchen besteht aus einer Aneinanderreihung von Einzelrufen typischerweise im Abstand von 20 bis 3 Sekunden. In der Regel werden 3 bis 12 Rufe pro Minute produziert. Diese Rufserien können unterschiedlich lang sein, die Spanne reicht von 1 bis etwa 250 Rufen in ununterbrochener Abfolge. Wird die Ruffolge länger als 1 Minute unterbrochen, gilt dies als Beginn einer neuen Rufserie (Penteriani 2002). Neben diesem Gesangsmodus verfügen Uhumännchen über ein reichhaltiges Repertoire zusätzlicher Lautäußerungen, die besonders während der Balz sehr variabel und vielfältig moduliert zur Anwendung kommen (Harms in Vorbereitung). Sowohl die Anzahl der Rufe insgesamt als auch die der Rufserien wurde per Strichliste oder Handzählgerät ermittelt. Die Rufaktivität galt als beendet, wenn über mindestens 10 Minuten keine weitere Lautäußerung folgte, oder wenn durch Sichtung der Abflug des Uhus in die Jagdgebiete festgestellt wurde.

Zusätzlich wurden folgende Umgebungsparameter erfasst: Ankomst und Abgangszeit des Verhörers, Zeit vor Ort, Temperatur, Himmelsbedeckung, Windstärke, Niederschlag, mögliche Störfaktoren (z.B. Geräuschpegel aus Verkehr) sowie Präsenz anderer Arten (z.B. Mäusebussard *Buteo buteo*, Rabenkrähe *Corvus corone corone*, Waldkauz *Strix aluco*). Bei der Himmelsbedeckung wurde grob zwischen klarem und bedecktem Himmel unterschieden. Bei der Windstärke wurde unterschieden zwischen Windstille (W0, entsprechend Beaufort 0), leichtem (W1, Beaufort 1–2) und kräftigem Wind (W2, Beaufort 3–4).

Im Interesse einer guten Vergleichbarkeit waren meine Mitarbeitenden und ich bestrebt, die infrage stehenden Reviere möglichst gleichwertig und regelmäßig, aber nicht nach schematischen Vorgaben zur Verhörung aufzusuchen. In einem der untersuchten Reviere herrschte zu bestimmten Zeiten während der Verhörungen Schiessbetrieb eines Schützenvereins in unmittelbarer Nähe des Uhubrutplatzes. Bei den Verhörungen wurde darauf geachtet, dass Tage ohne und mit Schiessbetrieb etwa gleichwertig beprobt wurden. Eine Bearbeitung der Reviere streng nach Zufallsprinzip konnte nicht durchgängig eingehalten werden. Oftmals mussten sich die Revierbesuche nach persönlichen Präferenzen und den Möglichkeiten der Mitarbeitenden orientieren oder anderen opportunistischen Prioritäten unterordnen.

Die individuellen Verhörprotokolle der Mitarbeitenden wurden in einem Masterprotokoll (Excel) zusammengeführt, die Auswertung erfolgte in Excel. Sofern Datenlücken für einzelne Parameter bestanden, wird immer die Anzahl der Verhörungen angegeben, auf die sich die jeweilige Auswertung bezieht.



Abb. 2. Rufendes Uhumännchen (Auskoppelung aus Videoaufnahme, Christian Harms, 5. Februar 2019). *Male Eagle-owl calling display (extract from a video recording).*

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Beobachtungsaufwand

Über 5 Jahre 2014–2018 wurden Verhörungen jeweils im 1. Quartal («Hauptbalz») und 4. Quartal («Herbstbalz») auf insgesamt 1101 Revierbesuchen durchgeführt, entsprechend 91–137 Revierbesuchen pro Quartal. Insgesamt 527 Verhörungen (48 %) entfielen auf die Wintermonate (1. Quartal), 574 (52 %) auf die Herbstmonate (4. Quartal). Für 1092 Verhörungen addieren sich die Zeiten vor Ort auf 1280 Stunden, das entspricht einer mittleren Revierpräsenz (Verhördauer) von etwa 70 Minuten. 736 Verhörungen (67 %) habe ich selbst durchgeführt, 101 (9,2 %) hat Rudolf Lühl beigesteuert, weitere 98 (8,9 %) gehen auf das Konto von Andrea und Mark Rosenberger (häufig zusammen mit Sabine Ambs) und für weitere 63 (5,7 %) lieferte Josef Hipp die Daten. Weitere Mitarbeitende haben Daten zu jeweils 1–15 Verhörungen beigetragen (siehe Dank).

### 2.2. Lage der Reviere im Untersuchungsgebiet

Abb. 1 zeigt das Untersuchungsgebiet im südlichen Oberrheintal und die Lage der bei dieser Untersuchung häufiger besuchten Uhreviere. Die Besiedlungsdichte hängt maßgeblich vom örtlichen Angebot geeigneter Brutmöglichkeiten ab, wobei im Untersuchungsgebiet eine starke Präferenz für Felsstrukturen vorherrscht. Baum- oder Bodenbruten waren in der Region im Untersuchungszeitraum nicht dokumentiert. Für benach-

barte Reviere wurde der mittlere Abstand der Brutplätze mithilfe des Distanztools in Google Earth ermittelt («nearest neighbour distance» NND, Clark und Evans 1954). Für den Kaiserstuhl als abgrenzbare regionale Aggregation von Uhrevieren errechnet sich ein mittlerer Brutplatzabstand von 7,7 km (Mittelwert aller Abstände) bzw. von 6,0 km, wenn jeweils nur der kleinste Abstand berücksichtigt wird. Daraus ergibt sich eine Bestandsdichte von etwa 3,5 Revierpaaren pro 100 km<sup>2</sup> in diesem Gebiet (Harms 2020a). Der geringste Abstand zwischen gleichzeitig genutzten Brutplätzen in benachbarten Revieren beträgt im Kaiserstuhl derzeit 1,4 km. Bildliche Darstellungen einiger Brutplätze finden sich bei Harms und Lühl (2017) sowie Harms (2018a).

### 2.3. Reviernachweise 2014–2018 im Überblick

Präsenznachweise (n = 531) gelangen bei knapp der Hälfte der Verhörungen aufgrund von Rufen und Sichtungen, mit erheblichen Unterschieden zwischen den Revieren. Die häufigste Nachweisursache waren rufende Männchen bei 453 von insgesamt 1101 Verhörungen (41,1 %), gefolgt von Sichtung des Männchens bei 29,3 % der Verhörungen. Rufe des Weibchens trugen mit 21,5 % zum Nachweis bei, auf Sichtungen des Weibchens entfielen lediglich 14,9 % der Nachweise. Diese Werte sind nicht additiv, da jede Nachweisart getrennt ermittelt wurde und oftmals mehrere Nachweise zusammen auftraten. Details zu den Kombinationen und ihrer Häufigkeit werden in Kapitel 2.6 behandelt.

Tab. 1. Präsenznachweise (Verhörungen mit akustischer oder visueller Beobachtung eines Uhus) 2014–2018 im Untersuchungsgebiet (Q1 = 1. Quartal, Januar bis März, Hauptbalz; Q4 = 4. Quartal, Oktober bis Dezember, Herbstbalz).  
*Presence of Eurasian Eagle-owls in the study area as confirmed by acoustic (Rufe) or visual (Sichtung) observation (Präsenznachweise = number of surveys with observation of an Eagle-owl; Männchen = males; Weibchen = females; Q1 = first quarter, January–March, main courting and mating period; Q4 = fourth quarter, October–December, autumn calling period).*

	Q1	Q4	Q1 + Q4	
Anzahl Verhörungen	527	574	1101	
alle Präsenznachweise	316	215	531	48,2 %
– Rufe Männchen	278	175	453	41,1 %
– Rufe Weibchen	138	99	237	21,5 %
– Sichtung Männchen	195	127	322	29,3 %
– Sichtung Weibchen	97	67	164	14,9 %



Abb. 3. Rufendes Uhumännchen während der Hauptbalz (IR-Überwachungskamera, Christian Harms, 20. März 2018).  
*Male Eagle-owl calling from a call post during the mating period (captured by IR-camera).*

Für alle Nachweisarten ist auffällig (wenngleich nicht überraschend), dass sie während der Hauptbalz im 1. Quartal deutlich häufiger dokumentiert wurden. Während der Herbstbalz (4. Quartal) waren im Mittel der Jahre 2014–2018 bei 30,5 % der Verhörungen rufende Männchen anzutreffen. Während der Hauptbalz (1. Quartal) erhöhte sich dieser Anteil auf 52,8 %. Über die Unterschiede im Rufverhalten der Revierpaare wird gesondert berichtet (Harms in Vorbereitung).

Abb. 2 zeigt ein rufendes Uhumännchen während einer meiner Revierbesuche. Die Federrohren sind beim Rufen immer aufgestellt (was einen erhöhten Erregungs- oder Aufmerksamkeitsgrad anzeigt); während der Balz wird zudem der Schwanz gestelzt (Abb. 3). Beim Rufen wird der weiße Kehlfleck aufgeplustert, von dem eine starke Signalwirkung bei der innerartlichen Kommunikation ausgeht (Penteriani et al. 2006, 2007, Penteriani und Delgado 2009).

## 2.4. Einfluss von Umweltfaktoren auf die Rufaktivität von Uhumännchen

### 2.4.1. Himmelsbedeckung

Im Untersuchungszeitraum 2014–2018 war bedeckter Himmel bei etwa 60 % der Verhörungen vorherrschend (Tab. 2), etwa gleich häufig im Winterquartal (1. Quartal) wie im Herbstquartal (4. Quartal). Im Herbstquartal wurden rufende Uhumännchen an klaren Tagen häufiger gehört als an bedeckten Tagen; während der Hauptbalz (1. Quartal) war dieser Unterschied weniger ausgeprägt.

Tab. 2. Einfluss der Himmelsbedeckung auf die Rufaktivität der Uhumännchen im Untersuchungsgebiet.  
*Effects of sky cover on the calling activity (number of surveys with acoustic observation) of male Eagle-owls in the study area during quarters 1 and 4.*

	Q1		Q4		Q1 + Q4	
	klar	bedeckt	klar	bedeckt	klar	bedeckt
Anzahl Verhörungen	201	326	247	327	448	653
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	114	164	90	85	204	249
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen	56,7	50,3	36,4	26,0	45,5	38,1

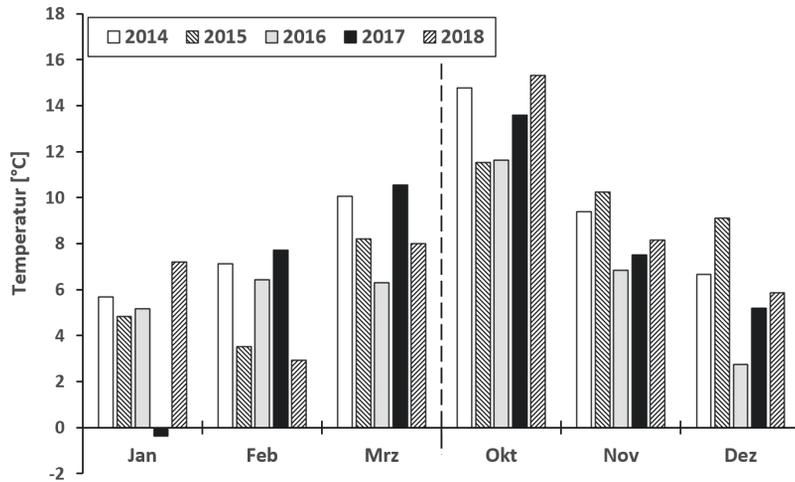


Abb. 4. Mittlere Monatstemperatur während der Verhörungen 2014–2018. *Average monthly temperatures during the listening sessions of the surveys 2014–2018.*

## 2.4.2. Temperatur während der Verhörungen

Über alle Revierbesuche gerechnet wurde eine mittlere Temperatur von 7,2 °C während der Verhörungen ermittelt (n = 1078), mit einem Minimum bei -6 °C und einem Maximum bei 23 °C (Median 7 °C). Die Monatsmittel der Temperatur während der Verhörungen 2014–2018 sind aus Abb. 4 ersichtlich. Auffällig ist dabei, dass mit einer Ausnahme (Januar 2017) die mittlere Temperatur auch in den Wintermonaten stets im positiven Bereich lag. Früher übliche Wintertemperaturen deutlich unter -10 °C wurden bei den Verhörungen in den Jahren 2014–2018 im Untersuchungsgebiet nicht erreicht.

Tab. 3 zeigt die Rufaktivität der Uhumännchen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur. Die Häufigkeitsverteilung bezieht sich auf 1069 Verhörungen, davon 442 (41,3 %) mit rufendem Männchen. Im Temperaturbereich oberhalb 10 °C wurden deutlich weniger ruf-positive Verhörungen festgestellt als zwischen -5 und 10 °C (Tab. 3). Hier zeigt sich weniger ein Temperatureffekt als der Einfluss der Jahreszeit: Die höheren Temperaturen gab es nur in den Herbstmonaten (vor allem im Oktober, Abb. 4), wenn die Rufaktivität insgesamt deutlich geringer war als im 1. Quartal (siehe Kapitel 2.3).

## 2.4.3. Wind

Bei unseren Verhörungen war es erstaunlich häufig windstill (n = 549 Verhörungen; 49,9 %); kräftige, zumeist böige Winde (Kategorie 2, entsprechend Beaufort 3–4) wurden nur bei 195 von 1101 Verhörungen (17,7 %) registriert. Auf die Rufaktivität der Uhus hatte die Windstärke keinen erkennbaren Einfluss (Tab. 4): Die Uhumännchen riefen bei mäßigem und kräftigem Wind kaum weniger häufig als bei Windstille. Dies galt gleichermaßen für das Herbst- und das Winterquartal.

## 2.4.4. Niederschlag

Als Niederschlag wurden die Witterungstypen Regen und Nebel (Sichtweite unter 100 m) gewertet. Die Befunde zur Rufaktivität von Uhumännchen unter diesen Witterungsverhältnissen sind in Tab. 5 zusammengestellt. Zum Vergleich wurde die Teilmenge der Verhörungen bei bedecktem Himmel herangezogen. Die Regenereignisse bei den Verhörungen waren durchweg leichter Natur, es gab keine Fälle von prasselndem Starkregen, dessen Geräusch die Verhörungen behindert hätte.

Während die Regentage annähernd gleichmäßig auf die Herbst- und Wintermonate verteilt waren (48 bzw. 53), lagen 31 der 39 Nebeltage (d.h. knapp 80 %) im Herbstquartal. Bei dem auffallend niedrigeren Anteil von ruf-positiven Verhörungen an Nebeltagen (Tab. 5) handelt es sich klar um einen saisonalen Effekt, denn von den 12 ruf-positiven Verhörungen bei Nebel entfielen 9 auf die Herbstmonate mit inhärent geringerer Rufaktivität (siehe Kapitel 2.3). Weder Regen noch Nebel hatten also in dieser Untersuchung einen erkennbaren Einfluss auf die Rufaktivität der Uhumännchen.

Tab. 3. Rufaktivität von Uhumännchen in unterschiedlichen Temperaturbereichen.

*Calling activity (number of surveys with acoustic observation) of male Eagle-owls in different temperature ranges.*

Temperaturbereich	<-5 °C	-5 - 0 °C	0 - 5 °C	5 - 10 °C	10 - 15 °C	15 - 20 °C	>20 °C
Anzahl Verhörungen	7	71	332	417	202	47	2
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	2	34	157	172	64	15	2
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen		47,9	47,3	41,3	31,7	31,9	

Tab. 4. Rufaktivität von Uhumännchen bei unterschiedlichen Windstärken.

*Calling activity (number of surveys with acoustic observation) of male Eagle-owls at different wind speeds.*

Windkategorie	W0	W1	W2
Beaufort Windskala	0	1-2	3-4
Anzahl Verhörungen	549	357	195
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	231	144	78
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen	42,1	40,3	40,0

Tab. 5. Rufaktivität von Uhumännchen bei Regen und Nebel.

*Calling activity (number of surveys with acoustic observation) of male Eagle-owls in rain and fog.*

Witterungstyp	bedeckt	Regen	Nebel
Anzahl Verhörungen	653	101	39
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	249	39	12
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen	38,1	38,6	30,8

Tab. 6. Rufaktivität von Uhumännchen unter gegensätzlicher Mondlichtbeleuchtung bei klarem und bedecktem Himmel. Die beiden untersuchten Zeitfenster umfassten jeweils 3 Tage (siehe Text).

*Calling activity of male Eagle-owls under bright moonlight (full moon) as compared to new moon without moonlight, both with clear vs. covered sky. The data cover the target days full moon and new moon plus the two preceding days.*

	Zeitfenster	klar	bedeckt
Anzahl Verhörungen	Vollmond	48	59
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	Vollmond	20	19
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen	Vollmond	41,7	32,2
Anzahl Verhörungen	Neumond	25	42
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen	Neumond	14	15
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen	Neumond	56,0	35,7

## 2.4.5. Mondphase

Verhörungen fanden naturgemäß auch an Tagen mit Vollmond bzw. Neumond statt. Wir haben also eine Datenbasis zur Untersuchung der Frage, ob Uhus bei Vollmond häufiger rufen als bei Neumond, wie von Penteriani et al. (2010) berichtet. Als Begründung wird dort angeführt, dass der beim Rufen geplusterte weiße Kehlfleck (Abb. 2) unter Vollmondbeleuchtung besonders gut zur Geltung kommt (Penteriani et al. 2006, 2007, Penteriani und Delgado 2009).

Im Interesse einer breiteren Datenbasis wurden hier neben den gegensätzlichen Zieltagen Vollmond und Neumond auch Verhörungen jeweils an den zwei vor Vollmond und Neumond liegenden Abenden in die Berechnungen einbezogen; diese Tage zeigen eine nur

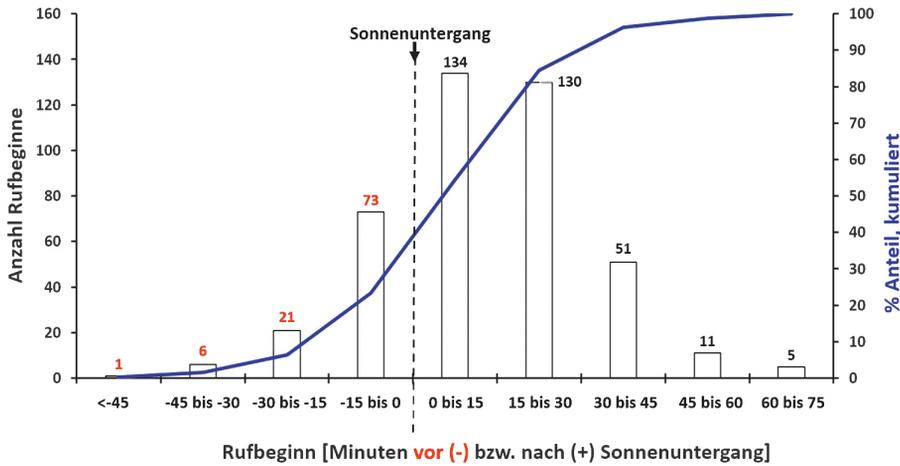


Abb. 5. Häufigkeitsverteilung der erfassten Rufbeginne (n = 432) von Uhumännchen. *Frequency distribution of all recorded calling start times of male Eagle-owls before and after sunset.*

unwesentliche Abweichung (<10 %) bei der maximalen bzw. minimalen Beleuchtungsintensität des Mondlichts und eignen sich daher ebenfalls zur Ermittlung eines möglichen Mondlichteffekts. Wegen des vorauslaufenden Mondaufgangs an den beiden Tagen vor Vollmond herrscht Mondlicht bereits in der Dämmerung, also während der üblichen abendlichen Rufzeit der Uhus. Die Tage nach Vollmond eignen sich hingegen nicht zur Erfassung eines Mondlichteffekts, da der Mond erst erscheint, wenn die Rufaktivität der Uhus in der Abenddämmerung bereits vorüber ist. Eine ausführliche Darstellung dieses und anderer Aspekte der Thematik Uhurufe bei Mondlicht findet sich bei Harms (2017a). Für die Verhörungen der Jahre 2014–2018 ergab sich die in Tab. 6 dargestellte Rufaktivität der Uhumännchen in Abhängigkeit von der Mondphase.

Der Himmelsbedeckung wurde besondere Beachtung geschenkt, da ein Vollmondeffekt nur bei klarem Himmel zu erwarten wäre. Bei Vollmond und bedecktem Himmel wäre demgegenüber eine deutlich vermin-

derte Rufaktivität zu erwarten (Penteriani et al. 2010). Bei Neumond spielt die Himmelsbedeckung prinzipiell keine Rolle, da sich die vom Mond projizierte Beleuchtung so oder so im Minimum befindet und eine weitere Verdunkelung durch Bewölkung die Beleuchtungsverhältnisse nicht verändert.

Die generell geringere Rufaktivität bei bedecktem Himmel (siehe Kapitel 2.4.1) zeigte sich auch bei den Ergebnissen zum Effekt von Mondlicht. Bei bedecktem Himmel war die Rufaktivität bei Vollmond bzw. Neumond ähnlich (Tab. 6). Unter klarem Himmel war jedoch der Anteil rufender Männchen bei Neumond höher als bei Vollmond; die von Penteriani et al. (2010) postulierte höhere Rufaktivität bei Vollmond hat sich demnach in unserer Untersuchung nicht bestätigt. Für eine ausführlichere Behandlung der Thematik wird auf Harms (2017a) verwiesen.

Tab. 7. Kennzahlen für die Rufbeginne (n = 432; in Minuten nach Sonnenuntergang, negative Zahlen sind Minuten vor Sonnenuntergang) von Uhumännchen, nach Saison und Himmelsbedeckung. *The start of male Eagle-owl dusk calling activity (in minutes after sunset), according to season and sky cover.*

	Q1	Q4	bedeckt	klar
Anzahl	261	171	239	193
Mittelwert Rufbeginn	8,36	17,98	9,22	15,81
Standardabweichung	20,28	15,00	17,27	20,30
Minimum	-51	-30	-42	-51
Maximum	74	64	71	74
Median	9	17	9	16

## 2.5. Kenngrößen der Rufaktivität von Uhumännchen

### 2.5.1. Rufbeginn

Der mittlere Rufbeginn für 432 Verhörungen mit rufenden Männchen lag bei 12,2 Minuten nach Sonnenuntergang (-51 bis 74; Standardabweichung 18,9; Median 13). Die Häufigkeitsverteilung aller protokollierten Rufbeginne unserer Untersuchung ist in Abb. 5 dargestellt. Mithilfe der erfassten Daten ist auch eine differenziertere Betrachtung möglich, beispielsweise im Hinblick auf saisonale Unterschiede oder den Einfluss der Himmelsbedeckung (Tab. 7).

Bei bedecktem Himmel fingen die Uhumännchen im Durchschnitt etwa 7 Minuten früher an zu rufen als bei klarem Himmel (Tab. 7). Wie wir bei stichprobenartigen Messungen mit dem Luxmeter feststellen konnten, wird in unserem Untersuchungsgebiet der gleiche Grad der Dämmerung (d.h. die gleiche Beleuchtungsstärke) bei bedecktem Himmel durchschnittlich etwa 6–7 Minuten früher erreicht als bei klarem Himmel. Beim Start ihrer Rufaktivität scheinen sich die Uhumännchen an einem bestimmten Dämmerungsgrad zu orientieren, der für die Territorialrufe (4. Quartal) bei etwa  $20 \pm 5$  Minuten nach Sonnenuntergang liegt (Tab. 7). Für Kontaktrufe gilt diese Annahme nicht, sie können auch bei vollem Tageslicht geäußert werden.

Bei 101 ruf-positiven Verhörungen wurde bereits vor Sonnenuntergang gerufen. Die frühen Rufe hatten damit einen Anteil von fast 25 % am Gesamtaufkommen. 86 dieser frühen Rufbeginne entfielen auf das 1. Quartal, stehen also mit hoher Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit der Balzaktivität. Dadurch lag der

Rufbeginn im 1. Quartal in der Regel 10 Minuten früher als im Herbst (Tab. 7) und die Streubreite der Rufbeginne war größer (Abb. 6, Tab. 7). Aus den Verhörprotokollen war ersichtlich, dass es sich bei den frühen Rufen überwiegend nicht um reguläre Rufserien (Territorialrufe) handelte, sondern um Kontaktrufe, mit denen das Männchen dem Weibchen seine Anwesenheit signalisiert. In zahlreichen Fällen reagierte das Männchen auf vorangegangene Rufe des Weibchens; diese dialogischen Rufe (Duette) sind wichtiger Bestandteil der Partnerkommunikation und des Balzrituals (Harms 2017b). Mit durchschnittlich 5,8 Rufen war die frühe Rufaktivität (im Zeitraum vor Sonnenuntergang) deutlich geringer als während der späteren Rufaktivität (siehe Kapitel 2.5.5).

In die Berechnung sowohl des Rufbeginns als auch des Ruf-Endes (Kapitel 2.5.2) gingen einige Extremwerte ein, die das arithmetische Mittel und die Gesamtverteilung beeinflussen (Tab. 7 und 8). Die Darstellung der Rufbeginne in sogenannten Boxplots trägt diesem Umstand Rechnung (Abb. 6).

Die Häufigkeitsverteilung in Abb. 5 entstand demnach durch Überlagerung zweier verschiedener Rufaktivitäten mit unterschiedlicher Funktion und saisonaler Ausprägung: Rufe mit territorialer Funktion häufiger im Herbstquartal und Rufe mit Reproduktionsbezug vorherrschend im 1. Quartal. Dies deckt sich mit Befunden von Martinez und Zuberogoitia (2002, 2003) sowie Penteriani (2002) aus dem mediterranen Raum. Im 1. Quartal war oftmals eine Kontaktrufphase den Territorialrufen des Uhumännchens zeitlich vorgelagert, was sich in den Mittelwerten für den Rufbeginn abbildet (Abb. 6, Tab. 7).

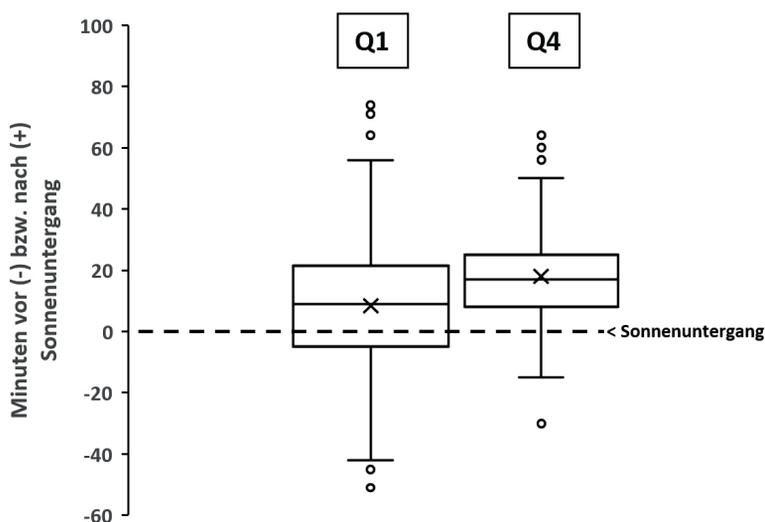


Abb. 6. Verteilung der Beginne der Rufaktivität ( $n = 432$ ) von Uhumännchen während der Hauptbalz (Q1) und der Herbstbalz (Q4). Die beiden Boxplots zeigen die Verteilungen aller Werte inklusive der als Ausreisser gewichteten Werte (Kreise). Die Box umfasst jeweils die Hälfte aller Werte, die waagerechten Striche in der Box sind die Mediane, die Kreuze die Mittelwerte.  
*Frequency distribution of the start times of the male dusk calling activity in quarters 1 and 4.*

Tab. 8. Kennzahlen für das Ruf-Ende (n = 391; in Minuten nach Sonnenuntergang, negative Zahlen sind Minuten vor Sonnenuntergang) von Uhumännchen, nach Saison und Himmelsbedeckung.  
*The end of male Eagle-owl dusk calling activity, in minutes before (-) and after (+) sunset, according to season and sky cover.*

	Q1	Q4	bedeckt	klar
Anzahl	227	164	221	170
Mittelwert Ruf-Ende	30,95	40,47	31,78	39,05
Standardabweichung	17,51	18,78	18,88	17,52
Minimum	-17	-15	-17	-11
Maximum	97	121	99	121
Median	29	39	30	37

Tab. 9. Kennzahlen für die Rufdauer (n = 391) von Uhumännchen.  
*The duration of male Eagle-owl dusk calling activity.*

	Q1	Q4	klar	bedeckt
Anzahl	227	164	170	221
Mittelwert (min)	23,68	22,71	23,54	23,07
Standardabweichung (min)	19,04	19,51	18,97	19,45
Minimum (min)	1	1	1	1
Maximum (min)	94	102	102	94
Median (min)	20	19	20	18

### 2.5.2. Ruf-Ende

Bei 391 protokollierten ruf-positiven Verhörungen endete die erste abendliche Rufaktivität im Mittel zwischen 31 und 41 Minuten nach Sonnenuntergang (Tab. 8). Danach sind über längere Zeit keine Rufe mehr zu ver-

nehmen; vermutlich nutzen die Uhus diese Zeit zur Jagd (Penteriani 2002). Es bestand ein deutlicher Unterschied in der Rufaktivität zwischen dem 1. und 4. Quartal. Im Herbst (Reviermarkierung) lag das Ruf-Ende tendenziell später als im Winter während der Hauptbalz. Bei bedecktem Himmel endeten die Rufe früher

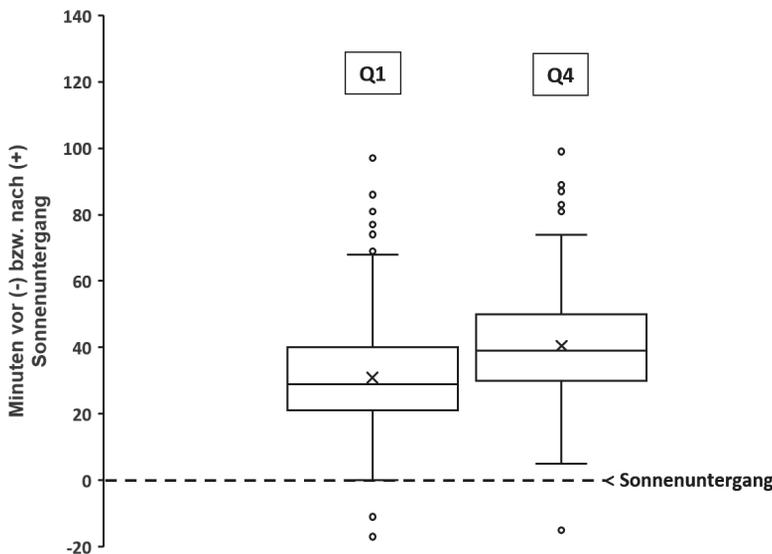


Abb. 7. Verteilung des Endes der Rufaktivität von Uhumännchen während der Hauptbalz (Q1) und der Herbstbalz (Q4).  
*Frequency distribution of the end times of the male dusk calling activity in quarters 1 and 4.*

als bei klarem Himmel. Für das Ruf-Ende ist vermutlich nicht die Beleuchtungsstärke ursächlich, da 45–60 Minuten nach Sonnenuntergang unabhängig von der Himmelsbedeckung nahezu vollständige Dunkelheit eingetreten ist. In Einzelfällen lag das Ruf-Ende bereits vor Sonnenuntergang (siehe Minimalwerte in Abb. 7 und Tab. 8). Dies war der Fall, wenn auf wenige frühe Kontaktrufe während der Dämmerung keine Territorialrufe des Männchens folgten. Von 10 erfassten Rufaktivitäten, die früher als 5 Minuten nach Sonnenuntergang endeten, entfielen 9 auf das 1. Quartal. Hier war offensichtlich die Balzaktivität bestimmend für den Verlauf der Rufaktivität.

In der Darstellung der Quartile (Abb. 7) sind wieder einige Extremwerte (Ausreisser) sichtbar, die als außerhalb der Verteilung liegend gewertet wurden.

### 2.5.3. Rufdauer

Die Rufdauer ist die Differenz zwischen den erfassten Werten für Rufbeginn und Ruf-Ende. Allfällige Unterbrechungen und Pausen zwischen einzelnen Rufserien sind in der Rufdauer enthalten. Eine numerisch lange Rufdauer bedeutet daher nicht automatisch eine hohe

Rufaktivität (in Form einer großen Anzahl von Rufen, siehe Kapitel 2.5.5). In Tab. 9 sind Kennzahlen für die Rufdauer vergleichend zusammengestellt, differenziert nach Saison und Himmelsbedeckung. Mittelwerte und Standardabweichung zeigten eine erstaunliche Gleichförmigkeit zwischen den Kategorien Quartal und Himmelsbedeckung; die mittlere Rufdauer lag unabhängig von der Himmelsbedeckung in beiden Quartalen bei etwa 23 Minuten.

### 2.5.4. Beste Verhörzeit

Aus den folgenden Häufigkeitsverteilungen für Rufbeginn (Tab. 10) und Ruf-Ende (Tab. 11) lässt sich der optimale Verhörungszeitraum entsprechend den Zielsetzungen einer geplanten Untersuchung anpassen, um beispielsweise den erforderlichen Zeitaufwand bei einer zuvor definierten Erfassungsqualität zu minimieren. Bei den Verteilungen blieben einige Extremwerte unberücksichtigt (vgl. Boxplots Abb. 6 und 7). Aus Tab. 10 geht hervor, welcher Anteil der Rufbeginne in welchem 15-Minuten-Intervall zu erwarten ist. Um bei einer Verhörung alle Rufbeginne mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu erfassen, sollte man mindestens zwischen 45

Tab. 10. Verteilung des Beginns der abendlichen Rufaktivität (n = 423) von Uhumännchen. Zeit vor (-) bzw. nach (+) Sonnenuntergang in Minuten; 0 entspricht Sonnenuntergang.  
*Frequency distribution before (-) and after (+) sunset for the starting time of male Eagle-owl dusk calling activity.*

Zeitintervall (min)	Q1	Q4	Q1 + Q4	Anteil (%)	kumulierter Anteil (%)
-45 bis -30	5	0	5	1,2	1,2
-30 bis -15	19	0	19	4,5	5,7
-15 bis 0	67	17	84	19,9	25,5
0 bis 15	77	62	139	32,9	58,4
15 bis 30	59	62	121	28,6	87,0
30 bis 45	24	22	46	10,9	97,9
45 bis 60	5	4	9	2,1	100
Anzahl	256	167	423	100	

Tab. 11. Verteilung des Endes der abendlichen Rufaktivität (n = 372) von Uhumännchen.  
*Frequency distribution around sunset for the end time of male Eagle Owl dusk calling activity.*

Zeitintervall (min)	Q1	Q4	Q1 + Q4	Anteil (%)	kumulierter Anteil (%)
0 bis 15	34	11	45	12,1	12,1
15 bis 30	89	33	122	32,8	44,9
30 bis 45	68	64	132	35,5	80,4
45 bis 60	18	36	54	14,5	94,9
60 bis 75	7	12	19	5,1	100
Anzahl	216	156	372	100	

Minuten vor Sonnenuntergang und 60 Minuten nach Sonnenuntergang vor Ort sein. Beginnt man die Verhörung erst bei Sonnenuntergang, muss man davon ausgehen, dass etwa ein Viertel der Rufbeginne verpasst wurde; dies gilt vor allem für die Hauptbalz im 1. Quartal. Uhus, die bereits vor Sonnenuntergang angefangen haben zu rufen, rufen meistens deutlich kürzer als 23 Minuten (siehe Kapitel 2.5.3); sie sind daher bei einem Verhörbeginn bei Sonnenuntergang in der Regel nicht mehr zu erfassen. Hingegen beginnen die Territorialrufe der Uhumännchen üblicherweise erst deutlich nach Sonnenuntergang (Mittelwert  $20 \pm 5$  Minuten nach Sonnenuntergang; siehe Kapitel 2.5.1).

Im weiteren Verlauf der Verhörung gilt: 45 Minuten nach Sonnenuntergang kann man kaum mehr erwarten, dass ein eventuell anwesendes (und bislang stilles) Uhumännchen doch noch zu rufen beginnt. Wenn man lediglich wissen will, ob in einem Revier gerufen wird, genügt erfahrungsgemäß eine Anwesenheit bis 45 Minuten nach Sonnenuntergang. Die Verteilung der Rufbeginne für das 1. und 4. Quartal in Tab. 10 zeigt, dass man im Herbstquartal später, nämlich 15 Minuten vor

Sonnenuntergang, mit der Verhörung beginnen kann, ohne schwerwiegende Einbußen bei der Erfassung befürchten zu müssen.

Für das Ende der Rufaktivität zeigt Tab. 11, dass 45 Minuten nach Sonnenuntergang bereits 80 % der zu erwartenden Aktivität vorbei ist; nach 60 Minuten ist die Rufaktivität während der Abenddämmerung in 95 % der Fälle abgeschlossen. Längeres Verweilen am Verhörort bringt dann nur noch einen geringen Zugewinn.

### 2.5.5. Anzahl Rufe pro Verhörung

Für 374 Verhörungen der Jahre 2014–2018 wurden Angaben zur Anzahl der Rufe der Uhumännchen protokolliert, die Verteilungsparameter sind aus Tab. 12 ersichtlich. Bei nur geringfügig variierenden Medianwerten zeigte sich eine starke Streuung der Rufanzahl, die im Extremfall von nur einem Ruf bis 391 Rufen pro Verhörung reichte.

Insgesamt wurden in dieser Untersuchung bei 374 Verhörungen 21 667 Rufe von Uhumännchen registriert, davon entfielen 12 373 (57 %) auf die Hauptbalz (1. Quar-

Tab. 12. Kennzahlen für die Anzahl der Rufe von Uhumännchen pro Verhörung (n = 374).  
*The number of calls of male Eagle-owls per listening session.*

	Q1	Q4	klar	bedeckt
Anzahl Verhörungen	219	155	162	212
Anzahl Rufe pro Verhörung				
– Mittelwert	43,1	45,3	46,9	41,9
– Standardabweichung	13,47	14,76	14,12	13,87
– Minimum	1	1	1	1
– Maximum	391	262	391	369
– Median	36	42	44	36

Tab. 13. Anzahl Rufe von Uhumännchen.  
*Total number of calls by male Eagle-owls related to season and sky cover.*

	Q1		Q4		Q1 + Q4	
Bedeckung	klar	bedeckt	klar	bedeckt	klar	bedeckt
Anzahl Verhörungen	201	326	247	327	448	653
Anzahl Verhörungen mit rufendem Männchen*	83	136	79	76	162	212
Anzahl Rufe, Männchen kumuliert	5048	7325	4819	4475	9867	11800
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Männchen*	41,3	41,7	32,0	23,2	36,2	32,5
Mittelwert, Rufe pro Verhörung	60,8	53,9	61,0	58,9	60,9	55,7
Standardabweichung, Rufe pro Verhörung	69,1	62,6	56,0	61,7	62,9	62,3
Median, Rufe pro Verhörung	40	34	47	38	44	35

\* nur Verhörungen mit protokollierter Anzahl Rufe (n = 374).

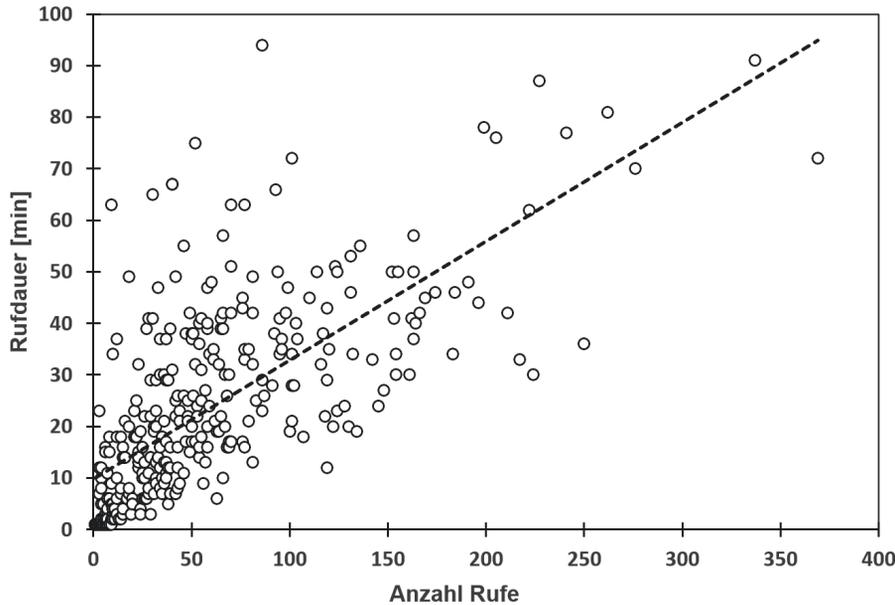


Abb. 8. Zusammenhang zwischen Rufanzahl und Dauer der abendlichen Rufaktivität (n = 353 Verhörungen).  
*Correlation of the number of male Eagle-owl calls per listening session and the duration of dusk calling activity.*

tal). Tab. 13 informiert über die jeweiligen Anteile der Rufaktivität mit Bezug auf ihre Verteilung hinsichtlich Quartalen und Himmelsbedeckung. Wegen der stark rechtsschiefen Verteilung infolge einiger sehr hoher Werte liegt das arithmetische Mittel über alle Verhörungen gerechnet bei 58 Rufen pro Verhörung (Median: 38; siehe Tab. 13). Deutlich mehr Rufe als erwartbar entfielen auf das 1. Quartal. Und bei klarem Himmel produzierten die Uhumännchen in beiden Quartalen mehr Rufe als bei bedecktem Himmel.

Weder bei der Anzahl Rufe in den Verhörungen mit Rufaktivität noch bei der Anzahl der Rufserien pro Verhörung (siehe Kapitel 2.5.6) waren markante Unterschiede feststellbar. Die beobachteten Unterschiede bei der Rufanzahl (Tab. 13) gehen in erster Linie auf den saisonalen Effekt bei der Rufaktivität zurück, d.h. sie sind der deutlich schwächeren Rufaktivität im Herbstquartal geschuldet (siehe Kapitel 2.3).

Nicht unerwartet bestand eine positive Korrelation zwischen der Anzahl der Rufe und der Dauer der Rufaktivität pro Verhörung, bei denen Uhus riefen (Abb. 8). Mit zunehmender Zahl und Länge von Rufpausen ergab sich eine disproportionale Rufdauer auch bei einer geringen Anzahl von Rufen.

## 2.5.6. Rufserien und Rufpositionen

Für 381 Verhörungen wurde die Anzahl der Rufserien protokolliert, also die kontinuierliche und zusammenhängende Abfolge von Einzelrufen (ú-hu) des Männchens. Gemäß der gängigen Definition (Penteriani 2002) galt eine Rufserie als beendet, sobald eine Pause von mehr als 1 Minute eintrat (siehe Kapitel 1.2). Abb. 9 zeigt einen kurzen Ausschnitt aus einer typischen Rufserie. Die längste in dieser Untersuchung beobachtete Rufserie bestand aus einer ununterbrochenen Abfolge von 248 Einzelrufen.

Während unserer Verhörungen wurden zwischen 1 und maximal 12 Rufserien festgestellt (Abb. 10). Im Durchschnitt riefen die Uhumännchen 3,3 zusammenhängende Abfolgen von Rufen während einer Verhörung, die von Pausen zwischen 1 bis unter 10 Minuten Dauer unterbrochen waren. Die Häufigkeitsverteilung der Anzahl Rufserien ist aus Abb. 10 ersichtlich. Bei Dreiviertel der Verhörungen waren demnach vier oder weniger Rufserien zu vernehmen. Insgesamt wurden 1275 Rufserien erfasst. Über alle Verhörungen gerechnet konnte mit Hinblick auf die Rufserien weder für die Verteilungen in den Quartalen noch für die Himmelsbedeckung ein auffälliger Unterschied festgestellt werden. Im Winterquartal (1. Quartal) während der Hauptbalz und bei bedecktem Himmel gab es tendenziell mehr Rufserien (Daten hier nicht gezeigt).

Für 360 Verhörungen liegen Angaben über die Anzahl der Rufpositionen vor, von denen Uhumännchen gerufen haben. Die Gesamtzahl der erfassten Rufpositionen betrug 834. Mit durchschnittlich 2,3 liegt die

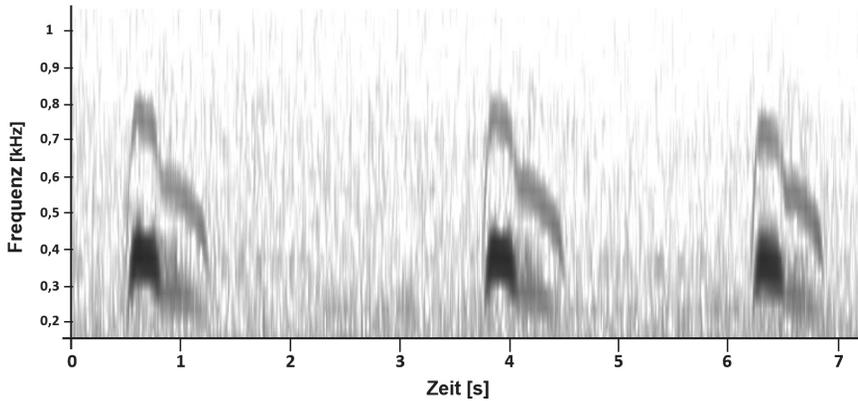


Abb. 9. Ausschnitt aus einer typischen Rufserie eines Uhumännchens (Spektrogramm).  
*Partial view of a typical call bout of a male Eagle-owl.*

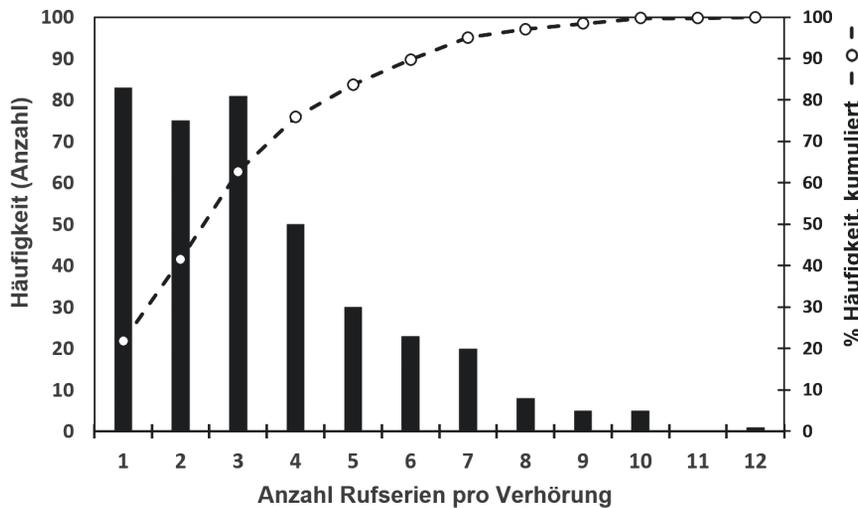


Abb. 10. Häufigkeitsverteilung der Anzahl Rufserien pro Verhörung (für n = 381 Verhörungen).  
*Frequency distribution of the number of call bouts per listening session.*

Zahl der Rufpositionen pro Verhörung unter der mittleren Zahl der Rufserien (3,3). Das bedeutet, dass in vielen Fällen mehr als eine Rufserie von der gleichen Position aus abgegeben wurde und die Uhus für eine neue Rufserie nicht notwendigerweise ihre Position gewechselt haben.

Protokolle mit Angaben sowohl zur Zahl der Rufserien als auch der Rufpositionen liegen für 351 Verhörungen vor. Für 180 Verhörungen entsprach die Zahl der Rufpositionen der Zahl der Rufserien, jedoch wurde nicht automatisch von jeder eingenommenen Position eine Rufserie abgesetzt. Für 171 Verhörungen überstieg die Zahl der Rufserien die Zahl der Sitzpositionen; demnach wurde mehr als eine Rufserie von der gleichen Singwarte aus abgegeben. Die Bandbreite reichte hier von 2 bis 7 Rufserien von der gleichen Position. Mehrmalige Rufserien von derselben Position fanden stets aufeinander folgend statt. Nie wurde hingegen beobachtet, dass ein Männchen während derselben Verhörung zu einer zuvor genutzten Singwarte zurückkehrte und dort erneut rief. Nicht selten war, dass die Uhu-

männchen eine neue Sitzposition anfliegen, von der sie in der Folge keine Rufe absetzten. Darüber hinaus gab es eine beträchtliche Anzahl Verhörungen, bei denen Männchen auf ihrer Singwarte sitzend beobachtet wurden, ohne jemals zu rufen (siehe Reviernachweise durch nicht-rufende Männchen, Kapitel 2.6).

## 2.6. Rufaktivität und Sichtungen

Die Beobachterstandorte bei den Verhörungen wurden so gewählt, dass für die Wahrnehmung sowohl der Rufe als auch für Sichtbeobachtungen günstige Voraussetzungen bestanden. Die Wahrscheinlichkeit eines Reviernachweises über die Rufaktivität, aber auch durch Sichtung, sollte damit optimiert werden. An manchen Verhörstandorten war das einfacher zu realisieren als an anderen, da Sichtungen stark von den spezifischen lokalen Bedingungen beeinflusst wurden, insbesondere von der Lage der Singwarten. Bei der Auswertung benutzte ich eine zwei- oder vierstellige Codierung mit folgenden Elementen: M = Männchen, W = Weibchen,

R = Ruf, S = Sichtung, R2 = beide Geschlechter rufen, S2 = beide gesichtet. Auf diese Weise wurde für jede Verhörung eine Kurzbeschreibung des Rufgeschehens und allfälliger Sichtungen definiert; Beispiel: RMS2 bedeutet rufendes Männchen plus Sichtung sowohl des Männchens als auch des Weibchens, SM bedeutet Sichtung eines nicht-rufenden Männchens, R2SW bedeutet Rufe von Männchen und Weibchen plus Sichtung des Weibchens. Tab. 14 zeigt die Matrix der realisierbaren Kombinationen. Tab. 15 enthält für jede der Kombinationen die Anzahl der Verhörungen, bei denen sie im Untersuchungszeitraum beobachtet wurden; insgesamt belaufen sie sich auf 531 Reviernachweise (siehe Kapitel 2.3). Die Werte in Tab. 15 und 16 sind additiv, da sie sich jeweils nur auf das Eintreten einer definierten

Kombination beziehen. Tab. 16 zeigt den jeweiligen prozentualen Anteil an den Gesamtnachweisen für jede der beobachteten Parameterkombinationen.

Mit einem Anteil von 19 % waren rufende Männchen (RM) die häufigste Konstellation im Untersuchungszeitraum 2014–2018. Rufende Männchen mit gleichzeitiger Sichtung (RMSM) wurden bei 17,7 % der Verhörungen angetroffen. Auch die Kombination R2S2 (beide Uhus rufen, beide gesichtet) war mit 17,9 % erstaunlich häufig (Tab. 16); sie ist typisch für die Balzaktivität während der Hauptbalz (1. Quartal). Von 224 Verhörungen, bei denen sowohl Männchen wie Weibchen gerufen haben, entfielen 133 (59 %) auf das 1. Quartal. Unerwartet gab es auch 51 Reviernachweise, die auf Sichtungen nicht-rufender Männchen beruhten, sowie

Tab. 14. Kombinationsmatrix für Rufe und Sichtungen von Uhumännchen und Weibchen mit den Codierungen (siehe Text). *Combination matrix for calling activity and sightings of male and female Eagle-owls showing the assigned codes for the parameter combinations observed: R = call, S = sighting, M = male, W = female, 2 = male + female.*

	RM	RW	SM	SW	S2
RM	RM	R2	RMSM	RMSW	RMS2
RW		RW	RWSM	RWSW	RWS2
R2			R2SM	R2SW	R2S2
SM			SM	S2	
SW				SW	

Tab. 15. Auf die jeweiligen Parameterkombinationen entfallende Anzahl von Verhörungen mit Rufen und Sichtungen. *Occurrence of all recorded combinations of calling activity and sightings of male and female Eagle-owls.*

n = 531	RM	RW	SM	SW	S2	Summe
RM	101	63	94	11	24	293
RW		6	4	3	1	14
R2			49	17	95	161
SM			51	3		54
SW				9		9

Tab. 16. Prozentanteile der auf die jeweiligen Parameterkombinationen entfallende Verhörungen mit Rufen und Sichtungen. *Percentages of all documented combinations of calling activity and sightings of male and female Eagle-owls.*

Anteil (%), n = 531	RM	RW	SM	SW	S2	Summe*
RM	19,0	11,7	17,7	2,1	4,5	55,0
RW		1,1	0,8	0,6	0,2	2,7
R2			9,2	3,2	17,9	30,3
SM			9,6	0,6		10,2
SW				1,7		1,7

\* enthält rundungsbedingte Ungenauigkeit im Dezimalbereich.

zusätzlich 12 Sichtungen von nicht-rufenden Weibchen (SW, S2; Tab. 15). Damit gingen 11,9 % aller Reviernachweise auf Verhörungen zurück, bei denen Uhus gesichtet wurden, die aber nicht gerufen haben. Insgesamt waren rufende Männchen zu 85,5 % an den Reviernachweisen beteiligt; bei 14,5 % der Reviernachweise haben also rufende Männchen keine Rolle gespielt.

Bei genauerer Betrachtung verschiedener Kombinationen von Präsenznachweisen zeigten sich Unterschiede zwischen den Verhörquartalen und hinsichtlich der Himmelsbedeckung (Tab. 17). Etliche der für die Balz relevanten Paarungen wurden im Winterquartal merklich häufiger beobachtet als im Herbst. Sichtungen waren häufiger bei klarem Himmel (Tab. 17); das galt für Einzelvögel ebenso wie für beide Reviervögel zusammen (S2). Ob es sich dabei um einen biologisch relevanten Effekt handelt oder nur den günstigeren Sichtbedingungen geschuldet ist, lässt sich nicht abschließend beantworten.

Durch die Erfassung rufender Männchen gelang bei den Verhörungen ein Präsenznachweis in 453 Fällen (RM+R2). Durch den Einbezug der Sichtungen (und rufender Weibchen; siehe Tab. 16 und Kapitel 2.7) kam es zu insgesamt 531 Präsenznachweisen, also 78 mehr als durch die Rufaktivität der Männchen allein. Der Anteil der erfolgreichen Verhörungen, d.h. mit Präsenznachweis, stieg damit insgesamt von 41,1 auf 48,2 %. Der gewählte methodische Ansatz, sowohl Verhörungen mit

Rufaktivität als auch mit Sichtungen einzubeziehen, hat demnach zu deutlich besseren Ergebnissen geführt als ein Präsenznachweis auf rein akustischer Basis.

## 2.7. Rufaktivität des Weibchens

Bei den Verhörungen wurde auch die Rufaktivität der Uhuweibchen protokolliert. Insgesamt wurden rufende Weibchen bei 238 Verhörungen angetroffen. Davon entfielen auf allein rufende Weibchen nur 14 Fälle, während bei 224 Verhörungen (94 %) neben den Weibchen auch Männchen rufend zu hören waren, überwiegend in Form eines interaktiven Wechselgesangs (Duett) im Zuge der Balzaktivität (Harms 2017b). Für Reviernachweise (siehe Kapitel 2.6) hatten rufende Weibchen nur eine sehr geringe Bedeutung, weil meistens das Männchen ebenfalls rief und damit den primären Präsenznachweis erbrachte. Dass Weibchen und Männchen interaktiv rufend wahrgenommen werden, kann als der Normalfall gelten, zumal während der Hauptbalz. Bei mehreren Verhörungen wurde im Herbstquartal 2017 ein allein rufendes Weibchen in einem Revier festgestellt, in dem der Partner durch Kollision im Verkehr ausgefallen war und sich das Weibchen auf der Suche nach einem neuen Partner befand.

Die in den Verhörungen ermittelte Rufaktivität von Uhuweibchen ist in Tab. 18 dargestellt. Wie beim Männchen spielte die Himmelsbedeckung während der

Tab. 17. Anzahl verschiedener Reviernachweise pro Jahreszeit und Himmelsbedeckung.  
*Occupancy of a given territory was established by various combinations of calling activity and sightings of male and female Eagle-owls.*

Parameter	Code	Q1	Q4	klar	bedeckt	gesamt
alle Verhörungen		527	574	448	653	1101
alle Sichtungen	SM, SW, S2	214	147	172	189	361
Sichtungen Männchen	SM	118	80	94	104	198
Sichtungen Weibchen	SW	19	21	15	25	40
Sichtungen beider Vögel	S2	77	46	63	60	123
Rufe Weibchen	RW	6	8	4	10	14
Rufe beider Vögel	R2	133	91	101	123	224
alle Rufe	RM, RW, R2	284	184	209	259	468

Tab. 18. Rufaktivität von Uhuweibchen.  
*Calling activity of female Eagle-owls.*

	Q1		Q4		Q1 + Q4	
Bedeckung	klar	bedeckt	klar	bedeckt	klar	bedeckt
Anzahl Verhörungen	201	326	247	327	448	653
Anzahl Verhörungen mit rufendem Weibchen	53	86	52	47	105	133
Anteil (%) Verhörungen mit rufendem Weibchen	26,4	26,4	21,1	14,4	23,4	20,4



Abb. 11. Beginn einer Kopulation als Höhepunkt der Balzaktivität, hier auf einer häufig genutzten Singwarte, erfasst von einer IR-Überwachungskamera (Aufnahme Christian Harms, 22. März 2018).

*Early phase of a copula on a calling post, captured by an IR-surveillance camera. Calling displays in the later stages of the main courting period routinely culminate in copulation.*



Abb. 12. Im späten Verlauf der Balz finden Kopulationen zur Bestätigung der Brutplatzwahl auch am künftigen Nistplatz statt (IR-Überwachungskamera, Christian Harms, 27. Februar 2018).

*In the later stages of courting, Eagle-owls frequently copulate at their prospective nest site, probably in order to mutually confirm their choice of location.*

Hauptbalz (1. Quartal) keine grosse Rolle, während die Weibchen im Herbst bei bedecktem Himmel deutlich weniger riefen als bei klarem.

In der zweiten Hälfte der Balzaktivität (Harms 2017b) kam es vermehrt zu akustischen Interaktionen zwischen Uhumännchen und -weibchen in Form von dialogischen Rufserien (Duetten), die immer häufiger in zunächst rituelle (Harms 2017b) und später echte (d.h. reproduktionsrelevante) Kopulationen mündeten. Eine verlässliche Differenzierung zwischen rituellen und echten Kopulationen war zumeist nur auf der Basis von Videoaufnahmen möglich. Sowohl rituelle als auch

echte Kopulationen fanden an den bekannten Sitz- und Singwarten statt (Abb. 11). Zur wechselseitigen Bestätigung der getroffenen Nistplatzwahl kopulierten die Uhus zunehmend auch am künftigen Brutplatz (Abb. 12).

Details zum Balzgeschehen wurden durch IR-Video-kameras an einem Brutplatz im Untersuchungsgebiet in kontinuierlicher Aufzeichnung dokumentiert und ausgewertet (Harms 2017b), ebenso wie auch die Geschehnisse während der nachfolgenden Brutperiode und der Jungenaufzucht (Harms 2017c, 2019).

### 3. Diskussion

Zur Rufaktivität von eurasischen Uhus gibt es verstreut in der Literatur zahlreiche anekdotische Berichte (Robitzky 2009), aber wenig systematische und quantitative Untersuchungen. Auf das Rufverhalten fokussierende Untersuchungen stammen überwiegend aus dem mediterranen Raum (Zuberogoitia und Campos 1998, Martinez und Zuberogoitia 2002, 2003, Penteriani 2002, Penteriani et al. 2002, Delgado und Penteriani 2007). Für das mitteleuropäische Umfeld relevante Untersuchungen finden sich bei von Lossow (2010), Harms (2016ab, 2017a) und Mollet (2019). Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Bestandserfassungen (Leditznig et al. 2001, Brandt 2003, Grill et al. 2010, Jenny 2011, Gedeon et al. 2014, Pühringer 2018) für den Artenschutz und im Zusammenhang mit der Durchführung von Infrastrukturmaßnahmen (Windenergieanlagen: Sitkewitz 2005, Eisenbahnausbau: Harms 2020a) muss der Kenntnisstand zum Rufverhalten des Uhus als lückig bis unzureichend bewertet werden. Die hier vorgelegte Untersuchung über einen Zeitraum von fünf Jahren (2014–2018) erfasst erstmals die Rufaktivität von Uhus in einem mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet sowohl während der Herbstbalz (4. Quartal, Oktober bis Dezember) als auch während der Hauptbalz (1. Quartal, Januar bis März) und erlaubt detaillierte Einblicke zum Einfluss verschiedener externer Faktoren wie Himmelsbedeckung und Witterung. Erstmals wurden hier kennzeichnende Parameter der Rufaktivität wie Rufbeginn, -dauer und -beendigung für eine große Anzahl von Verhörungen erfasst und ausgewertet.

Uhurufe können sehr vielfältig und unterschiedlich laut sein und sind je nach Rufrichtung vom Verhörstandort aus unterschiedlich gut wahrnehmbar, worauf auch Robitzky (2009) und von Lossow (2010) hinweisen. Rufe aus mehr als 1000 m Entfernung, wie in manchen Berichten beschrieben (Penteriani et al. 2002, Robitzky 2009, von Lossow 2010), konnten wir bei unseren Verhörungen nicht wahrnehmen. Rufende Männchen waren unter günstigen Bedingungen bis maximal 500 m zu vernehmen. Weibchen riefen in der Regel leiser, so dass sie oftmals nur auf Distanzen von 50–150 m vernehmbar waren. Etliche der Uhubrutplätze unserer Region befinden sich in unmittelbarer Nähe von verkehrsreichen Straßen, Eisenbahnlinien, Sporteinrichtungen oder Kläranlagen, nahe häufig bearbeiteten Rebflächen oder in aktiven Steinbrüchen mit Maschinenlärm (Harms et al. 2015, Harms und Lühl 2017, Harms 2018a). Der Geräuschpegel bei den Verhörungen kann daher beträchtlich sein und beeinträchtigt gelegentlich die Wahrnehmung der rufenden Uhus mehr als Regen oder Wind. Nur dank geringer Verhörabstände ist eine zuverlässige Erfassung der Rufe gewährleistet. Dies gilt insbesondere für Lautäußerungen

der Uhuweibchen. Auf der anderen Seite bedeuten diese Verhältnisse ein hohes strukturelles Grundstörpotenzial (Harms et al. 2015), an das viele unserer Uhus erstaunlich gut angepasst erscheinen. Die Uhus unserer Region zeigen daher eine stark verminderte Fluchtreaktion, was sich vorteilhaft auf Beobachtungen und Verhörungen auswirkt. Als Beispiel sei ein regelmäßig und erfolgreich brütendes Uhupaar (Harms und Lühl 2017, Harms 2018a, Harms et al. 2018) angeführt, dessen über mehrere Jahre wiederholt genutzter Brutplatz sich 20 m oberhalb eines häufig (auch in den Abendstunden bei Flutlicht) bespielten Tennisplatzes und gleich neben einem Schießplatz von Sportschützen befindet, die regelmäßig auch in der Abenddämmerung aktiv waren (Harms und Lühl 2017, Harms 2018a). Das hier ansässige Uhupaar zeigte sich unbeeindruckt von dem Trubel und hielt sich regelmäßig in unmittelbarer Nähe auf. Ähnlich unempfindlich zeigte sich ein Uhupaar, das in einer betriebsamen Lagerhalle im Hafen von Karlsruhe brütete (Havelka und Scholler 2014).

In unserem Untersuchungsgebiet haben wir bei den Verhörungen nur äußerst selten die Anwesenheit eines dritten (revierfremden) Uhus feststellen können. In keinem Fall waren aus verschiedenen Richtungen gleichzeitig rufende Uhus zu hören, wie es von Lossow (2010) für das Lechtal (Bayern) beschreibt. Ebenso wenig gab es Hinweise auf erhöhte Rufaktivität, wie sie bei hoher Uhudichte und demzufolge hohem Konkurrenzdruck beobachtet wurde (Penteriani et al. 2002, Martinez und Zuberogoitia 2003, Delgado und Penteriani 2007). Dafür ist vermutlich die Bestandsdichte in unserer Region zu gering und die Revierabstände sind zu groß. Selbst im Bereich der zwei Reviere mit dem geringsten Abstand (1,4 km zwischen den Brutplätzen) kam es nicht zu konkurrenzbedingten Auffälligkeiten bei der Rufaktivität, wie wir bei mehrfachen gleichzeitig in beiden Revieren durchgeführten Parallelverhörungen feststellen konnten.

Reviernachweise gingen in unserer Untersuchung zu 85 % auf rufende Männchen zurück. In seiner ebenfalls mehrjährigen Untersuchung im Lechtal konnte von Lossow (2010) 84 % der dokumentierten Rufe dem Männchen zuordnen. Auch zum Rufbeginn, zur Rufdauer und bezüglich der Empfehlungen zum erfolgversprechenden Verhörzeitraum kam von Lossow (2010) zu Befunden, die mit unseren weitgehend übereinstimmen. Erhebliche Abweichungen, insbesondere bei der Rufdauer und der Anzahl Rufe, ergaben sich im Vergleich mit Verhörungen in Südfrankreich (Penteriani et al. 2002), die allerdings auf einer geringen Zahl (<10) von Beobachtungen basierten. Zudem wurde dabei nicht zwischen Herbst- und Winterquartal unterschieden.

Den besten Erfolg beim Nachweis von Uhus erzielt man in Revieren mit Verhörstandorten, die sowohl für die Rufwahrnehmung als auch für Sichtbeobachtungen

günstige Voraussetzungen bieten. Bei konsequenter Ausnutzung dieser Möglichkeiten lässt sich die Nachweisrate gegenüber rein ruf-basierten Verhörungen um 10–15 % steigern. Bei der Planung von Bestandserhebungen erscheint es daher lohnend, das Potenzial für Sichtungen zu berücksichtigen.

Wir fanden in unserer Untersuchung deutliche Unterschiede in der Rufaktivität von Uhumännchen bezüglich Saison und Himmelsbedeckung. Dass Uhus bei der Herbstbalz anders rufen als während der Hauptbalz, ist hinlänglich bekannt und mehrfach beschrieben worden (Penteriani 2002, Martinez und Zuberogitia 2003, Robitzky 2009, Harms 2016a). Die Rufaktivität im 1. Quartal geht mit einer zunehmenden Fokussierung auf den Partner einher, während Aspekte der Revierbehauptung gegenüber gleichgeschlechtlichen Konkurrenten, die im Herbst überwiegen, in ihrer Bedeutung im Zuge der Balz zurücktreten (Martinez und Zuberogitia 2002, 2003, Penteriani 2002, Harms 2017b).

Wegen der höheren Rufaktivität lassen sich Bestandserhebungen mittels Verhörungen im 1. Quartal, während der Hauptbalz, mit erheblich besseren Erfolgsaussichten durchführen als im Herbst; ein Umstand, der in praktisch allen derartigen Studien Berücksichtigung findet (Mosimann-Kampe et al. 1998, Leditznig et al. 2001, Brandt 2003, Grüll et al. 2010, von Lossow 2010, Jenny 2011, Pühringer 2018). Trotz der geringeren Erfolgsquote kann es aber sinnvoll sein, bereits im Herbst mit explorativen Verhörungen zu beginnen, um besetzte Reviere und potenzielle Brutplätze frühzeitig zu identifizieren (Robitzky 2009, Harms 2016a).

Zum Einfluss der Himmelsbedeckung gab es bislang keine umfassende Untersuchung, sondern nur einen Zwischenbericht über drei Verhörquartale 2014–2015 (Harms 2016ab). Was die untersuchten Umweltfaktoren Temperatur, Windstärke, Regen, Nebel und Mondphase angeht, konnten hervorstechende Effekte auf die Rufaktivität nicht nachgewiesen werden. Teilweise war die Häufigkeit des Eintretens bestimmter Bedingungen (z.B. Nebel, Temperaturen unterhalb  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  und oberhalb  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) zu gering für eine qualifizierte Bewertung. In anderen Fällen dürften die dominanten Effekte Saison und Himmelsbedeckung subtilere Effekte überlagert haben. Die für helles Mondlicht postulierte Steigerung der Rufaktivität von Uhus (Penteriani et al. 2010) hat sich in dieser Untersuchung erneut nicht bestätigt (Harms 2017a).

Unsere Untersuchung liefert erstmals über einen längeren Zeitraum durch wiederholte intensive Bearbeitung in mehr als einem Dutzend Uherevieren eine breite Datenbasis über die Rufaktivität von Uhus unter mitteleuropäischen Bedingungen. Über individuelles Rufverhalten, Langzeiteffekte über mehrere Jahre sowie die Antreffwahrscheinlichkeiten in unseren Uherevieren wird in einer separaten Publikation berichtet werden.

## Dank

Mein Dank geht an zahlreiche ehrenamtliche Mitarbeitende, die durch ihr persönliches Engagement und ihre Beobachtungsdaten nach Kräften und teils über mehrere Jahre zu diesem Projekt beigetragen haben. Es sind dies (in alphabetischer Reihenfolge): Sabine und Martin Ambs, Rainer Asbeck, Sanne Bender, Willy Bühler, Reinhold Ganz, Michael Glock, Manfred Harms, Josef Hipp, Andreas Kollmann, Michael Nahm, Rudolf Lühl, Frank Rau, Günter Ringwald, Andrea und Mark Rosenberger, Christian Stange, Eberhard Stengele und Michael Walter. Darüber hinaus danke ich den Fachgutachtern Valentin Amrhein, David Jenny und Günter von Lossow für ihre Anregungen und hilfreiche Kommentierung des Manuskripts in seiner ursprünglichen Fassung.

## Abstract

Harms C (2020) Dusk vocalization of Eurasian Eagle-owls *Bubo bubo* under mid-European conditions – Lessons from 1100 passive auditory surveys 2014–2018 near Freiburg, Baden-Württemberg. *Ornithologischer Beobachter* 117: 198–219.

A passive auditory survey project was carried out over 5 years, comprising 1101 listening sessions from October to March in 12 to 16 known and several suspected territories of Eagle-owls near Freiburg (Baden-Württemberg), to document dusk vocalizations. Calling-specific parameters such as start and end times, durations, numbers of calls, call bouts and positions as well as environmental parameters such as sky cover, temperature, wind strength, precipitation and moon phase were recorded as factors potentially affecting the vocalizations. Listening posts were on average 145 m (range 38–500 m) from the center of the territories (nest sites) to enable auditory perception as well as visual observation of the birds. Presence of Eagle-owls was established in 531 of 1101 listening sessions, 453 (85 %) of which were due to calling males, often combined with visual observations. Non-calling males were sighted in 51 sessions. Non-calling males, together with calling and sighted females, contributed 15 % of the observations confirming the presence of Eagle-owls. Calling males were heard more frequently in the first quarter of the year (Q1) than in autumn (Q4; 52.8 versus 30.5 % of listening sessions). Autumn calling consisted primarily of territorial calls, while intra-pair communication was more prevalent during the mating period in the first quarter of the year. Both calls and visual observations were more frequently recorded when the sky was clear, particularly in autumn. Environmental parameters such as temperature (ranging from  $-5$  to  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), wind

strength (Beaufort 0–4), precipitation (rainfall; fog with less than 100 m visibility) were not found to strongly affect the calling activity of male Eagle-owls. Moonlight was not found to stimulate the owls to call more. Males started calling before sunset more frequently in winter (Q1) than in autumn (Q4). This early calling was observed in about 25 % of the listening sessions with calls; most early calls were contact calls by which the males announced their presence to their mates rather than territorial calls, and early calling was generally short (on average 5.8 calls). On average, calling activity started 12 min after sunset (range –51 to +74, median 13). When the sky was fully clouded, males started calling about 7 min earlier compared to clear sky, and about 10 min earlier in the first quarter than in autumn. Calling activity ceased between 31 and 41 min after sunset, again earlier in the first quarter than in autumn, and earlier when the sky was covered. The mean duration of the males' vocalization was 23–24 min and was not strongly affected by season and sky cover. The males produced on average 3.3 call bouts (of varying length) per listening session, from on average 2.3 call posts. The total number of male calls recorded was 21 667, 57 % of which occurred in the first quarter. The average was 58 calls per listening session, showing a similar distribution for both quarters, ranging from 1 to 391 calls per session. Our data allow to choose optimal listening times for efficient auditory surveys during the two main calling seasons. This study presents the first detailed account of the calling activity of Eagle-owls over several years in a mid-European environment.

## Literatur

- Aebischer A, Nyffeler P, Arlettaz R (2010) Wide-range dispersal in juvenile Eagle Owls (*Bubo bubo*) across the European Alps calls for transnational conservation programmes. *Journal of Ornithology* 151: 1–9.
- Bergerhausen W, Radler K (1989) Bilanz der Wiedereinbürgerung des Uhus in der Bundesrepublik Deutschland. *Natur und Landschaft* 64: 157–161.
- Brandt T (2003) Verbreitung, Bestand und Habitatwahl des Uhus (*Bubo bubo*) in Niedersachsen: Ergebnisse einer landesweiten Erfassung 2002. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 35: 39–54.
- Clark PJ, Evans FC (1954) Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445–453.
- Delgado MM, Penteriani V (2007) Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls (*Bubo bubo*). *Journal of Zoology* 271: 3–10.
- Förstel A (1983) Bestandsaufstockung des Uhus *Bubo bubo* in Bayern. *Anzeiger der ornithologischen Gesellschaft in Bayern* 22: 145–167.
- Frey H (1973) Zur Ökologie niederösterreichischer Uhuspopulationen. *Egretta* 16: 1–68.
- Fuller MR, Mosher JA (1981) Methods of detecting and counting raptors: A review. *Studies in Avian Biology* 6: 235–246.
- Gedeon K, Grüneberg C, Mitschke A, Sudfeldt C, Eikhorst W, Fischer S, Flade M, Frick S, Geiersberger I, Koop B, Kramer M, Krüger T, Roth N, Ryslavý T, Stübing S, Sudmann SR, Steffens R, Vökler F, Witt K (2014) Atlas Deutscher Brutvogelarten. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.
- Görner M (2016) Zur Ökologie des Uhus (*Bubo bubo*) in Thüringen – Eine Langzeitstudie. *Acta ornithoecologica* 8: 146–320.
- Grüll A, Peter H, Frey H (2010) Der Uhu *Bubo bubo* (Linnaeus 1758) im Burgenland, Verlauf der Besiedlung von 1971 bis 2005. *Egretta* 51: 5–23.
- Harms C (2016a) Das Rufverhalten des Uhus *Bubo bubo* – I. Haupt- und Herbstbalz im Vergleich. *Eulen-Rundblick* 66: 54–67.
- Harms C (2016b) Das Rufverhalten des Uhus *Bubo bubo* – II. Über den Einfluß von Witterung und Mondphase. *Eulen-Rundblick* 66: 67–72.
- Harms C (2016c) Bauwerkbruten des Uhus (*Bubo bubo*) – Fallbeispiele zu Konflikten und Problemlösungen. *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 8: 231–246.
- Harms C (2017a) Rufen Uhus *Bubo bubo* wirklich häufiger bei Vollmond? *Eulen-Rundblick* 67: 64–72.
- Harms C (2017b) Unmittelbare Einblicke in das ungestörte Verhalten von Uhus (*Bubo bubo*) am Brutplatz – Auswertung von Infrarot-Videoaufnahmen während Balz, Brut und Jungenaufzucht. Teil I: Vorbalz und Balz bis zur Eiablage. *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 9: 71–91.
- Harms C (2017c) Unmittelbare Einblicke in das ungestörte Verhalten von Uhus (*Bubo bubo*) am Brutplatz – Auswertung von Infrarot-Videoaufnahmen während Balz, Brut und Jungenaufzucht. Teil II: Das Geschehen am Brutplatz während der Brut. *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 9: 92–122.
- Harms C (2018a) 2017 erneut hohe Verluste bei Uhubruten im Raum Freiburg. *Eulen-Rundblick* 68: 15–20.

- Harms C (2018b) Brütendes Uhuweibchen *Bubo bubo* wehrt Angriffe verschiedener Prädatoren ab. Ornithologische Mitteilungen 70: 139–152.
- Harms C (2019) Unmittelbare Einblicke in das ungestörte Verhalten von Uhus (*Bubo bubo*) am Brutplatz – Auswertung von Infrarot-Videoaufnahmen während Balz, Brut und Jungenaufzucht. Teil III: Das Geschehen am Brutplatz während der Jungenaufzucht. Eulen-Rundblick 69: 57–78.
- Harms C (2020a) Die Elektrifizierung der Kaiserstuhlbahn aus der Sicht des Uhus *Bubo bubo* – Eine Risikoanalyse. Eulen-Rundblick 70: 19–31.
- Harms C (2020b) Gänsesäger *Mergus merganser* und Uhu *Bubo bubo* auch 2019 in heftiger Konkurrenz um eine Bruthöhle am Kaiserstuhl, Baden-Württemberg. Ornithologische Mitteilungen (im Druck).
- Harms C, Hipp J, Hilfinger S (2018) Gänsesäger *Mergus merganser* verdrängen Uhu *Bubo bubo* in Konkurrenz um Bruthöhle. Ornithologische Mitteilungen 70: 257–268.
- Harms C, Lühl R (2017) Hohe Verluste bei Uhubruten im Raum Freiburg – Vergleich mit erfolgreichen Brutplätzen. Eulen-Rundblick 67: 11–19.
- Harms C, Rau F, Lühl R (2015) Der Uhu (*Bubo bubo* L.) am südlichen Oberrhein – Bestand und Gefährdung. Naturschutz am südlichen Oberrhein 8: 25–40.
- Havelka P, Scholler F (2014) Der Uhu (*Bubo bubo*) in der Badischen Rheinaue zu Karlsruhe. Carolinea 72: 97–108.
- Herrlinger E (1973) Die Wiedereinbürgerung des Uhus *Bubo bubo* in der Bundesrepublik Deutschland. Bonner zoologische Monographien 4: 1–151.
- Jenny D (2011) Bestandsentwicklung und Bruterfolg des Uhus *Bubo bubo* im Engadin. Ornithologischer Beobachter 108: 233–250.
- Leditznig C, Leditznig W, Gossow H (2001) 15 Jahre Untersuchungen am Uhu (*Bubo bubo*) im Mostviertel Niederösterreichs – Stand und Entwicklungstendenzen. Egretta 44: 45–73.
- Lossow G von (2010) Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. Entdeckung der erfolgreichsten bayerischen Uhu-Population. Ornithologischer Anzeiger 49: 1–24.
- Lourenço RF, Basto MP, Cangarato R, Alvaro MC, Oliveira VA, Coelho S, Pais MC (2002) The owl (order Strigiformes) assemblage in the North-Eastern Algarve. Airo 12: 25–33.
- Martinez JA, Zuberogoitia I (2002) Factors affecting the vocal behaviour of eagle owls *Bubo bubo*: Effects of sex and territorial status. Ardeola 49: 1–9.
- Martinez JA, Zuberogoitia I (2003) Factors affecting the vocal behaviour of eagle owls *Bubo bubo*: Effects of season, density and territory quality. Ardeola 50: 255–258.
- Mebis T (2016) Positive Bestandsentwicklung beim Uhu *Bubo bubo* in Deutschland im Laufe der letzten Jahrzehnte. Ornithologische Mitteilungen 68: 309–310.
- Mollet P (2019) Über die nächtliche Rufaktivität eines Uhu-paares *Bubo bubo* im Nordjura während der Balzzeit. Ornithologischer Beobachter 116: 41–46.
- Mosimann-Kampe P, Haller H, Arlettaz R (1998) Verbreitung und Bestand des Uhus *Bubo bubo* in der Schweiz. Ornithologischer Beobachter 95: 143–151.
- Penteriani V (2002) Variation in the function of eagle owl vocal behavior: territorial defence and intra-pair communication? Ethology, Ecology & Evolution 14: 275–281.
- Penteriani V, Delgado MM (2009) The dusk chorus from an owl perspective: eagle owl vocalize when their white throat badge contrasts most. PLoS ONE 4: e4960.
- Penteriani V, Gallardo M, Cazassus H (2002) Conspecific density biases passive auditory surveys. Journal of Field Ornithology 73: 387–391.
- Penteriani V, Alonso-Alvarez C, Delgado MM, Sergio F, Ferrer M (2006) Brightness variability in the white badge of the eagle owl *Bubo bubo*. Journal of Avian Biology 37: 110–116.
- Penteriani V, Delgado MM, Alonso-Alvarez C, Sergio F (2007) The importance of visual cues for nocturnal species: eagle owls signal by badge brightness. Behavioral Ecology 18: 143–147.
- Penteriani V, Delgado MM, Campioni L, Lourenço R (2010) Moonlight makes owls more chatty. PLoS ONE 5: e8696.
- Penteriani V, Delgado MM, Stigliano M, Campioni L, Sanchez M (2014) Owl dusk chorus is related to the quality of individuals and nest-sites. Ibis 156: 892–895.
- Pühringer N (2018) Aktuelles zum Uhu (*Bubo bubo*) in Oberösterreich – Bestandserhebung 2017. Vogelkundliche Nachrichten aus Oberösterreich, Naturschutz aktuell 26: 97–129.
- Rau F (2015) Bestands- und Arealentwicklung von Wanderfalke *Falco peregrinus* und Uhu *Bubo bubo* in Baden-Württemberg 1965–2015. In: Rau F, Lühl R, Becht J (Herausgeber): 50 Jahre Schutz von Fels und Falken. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg 31 (Sonderband): 99–127.
- Robitzky U (2009) Methodische Hinweise zur Brutbestandsaufnahme beim Uhu *Bubo bubo* im bewaldeten Flachland Norddeutschlands. Eulen-Rundblick 59: 33–41.
- Rockenbauch D (2005) Der Uhu *Bubo bubo* in Baden-Württemberg – Wie Phönix aus der Asche! Ornithologischer Anzeiger 44: 117–122.
- Rockenbauch D (2018) Die ersten 50 Jahre nach der Heimkehr des Uhus (*Bubo bubo*) in Baden-Württemberg (1963–2012). Ökologie der Vögel (Ecology of Birds) 33: 1–90.
- Scherzinger W (1986) Die Naturgeschichte europäischer Eulen (Strigiformes). Die Voliere 9: 96–109.
- Scherzinger W (1987) Der Uhu *Bubo bubo* L. im Inneren Bayerischen Wald. Anzeiger der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern 26: 1–51.
- Sitkewitz M (2005) Telemetrische Untersuchung zur Raum- und Habitatnutzung des Uhus *Bubo bubo* im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. Ornithologischer Anzeiger 44: 163–170.
- Zuberogoitia I, Campos LF (1998) Censusing owls in large areas: A comparison between methods. Ardeola 45: 47–53.

Manuskript eingegangen am 9. Dezember 2019

## Autor

Christian Harms widmet sich seit seiner Pensionierung 2007 dem Schutz von Greifvögeln und Eulen am südlichen Oberrhein. Sein besonderes Interesse gilt der Erforschung und dem Erhalt der dort lebenden Uhus. Die Erforschung ihres Verhaltens bildet einen weiteren Schwerpunkt seiner Arbeit. Bei der Bearbeitung seiner Projekte setzt er häufig Überwachungs- und Videokameras als Hilfsmittel der Dokumentation ein. Beruflich war er viele Jahre in der biotechnologischen Forschung und als Manager in der Chemischen Industrie tätig.

Christian Harms, Brandensteinstraße 6, D-79110 Freiburg, E-Mail cth-frbg@g04more.de