

Überhört, unbeachtet, unterschätzt – über die tages- und jahreszeitliche Rufaktivität eines Uhu-Weibchens *Bubo bubo* im gesamten Jahresverlauf

Christian Harms

Bei der inner- und außerartlichen Kommunikation von Vögeln spielen akustische Signale eine zentrale Rolle, aber nur sehr wenige Untersuchungen befassen sich mit den Lautäußerungen der Weibchen. In einem Brutrevier im südlichen Oberrheintal (Südwestdeutschland) habe ich mit einem autonomen digitalen Rekorder über 34 Monate die Lautäußerungen eines Uhu-Paares Nacht für Nacht aufgezeichnet. Trotz der unmittelbaren Nähe zum Brutplatz erfolgten die Aufnahmen für die Vögel störungsfrei. Hier beschreibe ich die Rufaktivität in ihrem nächtlichen und jahreszeitlichen Ablauf an allen Tagen des Jahres 2020 mit besonderer Schwerpunktsetzung auf den Lautäußerungen des Weibchens. Hierzu wurden alle erkennbaren Lautäußerungen manuell, also ohne Zuhilfenahme automatisierter Signalerkennung, mit dem Programm «Raven Pro» erfasst. Von den insgesamt über 82 600 Lautäußerungen entfielen 35 % auf das Weibchen. Die Rufaktivität im Jahr 2020 verteilte sich auf 279 Tage und belief sich auf 26,1 % der insgesamt 4779 Aufnahmestunden. Während 965 der 1246 Stunden mit Rufaktivität des Weibchens war das Weibchen zusammen mit dem Männchen zu hören, überwiegend in interaktivem Duettgesang; die übrige Zeit entfiel auf Solo-Rufphasen, die beim Weibchen insgesamt 17,8 %, beim Männchen 21,2 % der Aufnahmestunden mit Uhu-Rufaktivität ausmachten. Die Rufaktivität beider Vögel zeigte einen stark saisonal geprägten Verlauf. Auf den Hauptbalzmonat Februar entfielen beim Weibchen 23 %, beim Männchen 31 % der jährlichen Aktivität. Auf sehr geringe Rufaktivität im Sommer (Juni–August) folgte ein erneuter Anstieg während der Herbstbalz (September–Dezember). Zeitweise, vor allem im April und Mai, wurden für das Weibchen mehr Lautäußerungen registriert als für das Männchen. Während der Hochbalz im Februar verbrachte das Männchen pro Nacht bis zu 7:43 Stunden mit Rufen, das Weibchen bis zu 5:58 Stunden. Erstmals wurde in dieser Untersuchung die Rufaktivität eines Uhu-Weibchens qualitativ und quantitativ über einen längeren Zeitraum während aller Nächte eines Jahres und damit über einen kompletten Reproduktionszyklus beschrieben. Die unerwartet hohe Rufaktivität zeigt, dass die Lautäußerungen des Weibchens in der akustischen Kommunikation von Uhus offensichtlich eine weit größere Rolle spielen als bisher angenommen.

Zu den hervorstechendsten Merkmalen vieler Vögel gehört ihr Gesang. Diese besondere Form der akustischen Kommunikation gilt weithin als Domäne der Männchen, der weibliche Anteil bleibt auffallend unterbelichtet trotz seiner offenkundigen Verbreitung und Bedeutung (Odom et al. 2014, Austin et al. 2021). Lautäußerungen weiblicher Vögel führen in der ornithologischen Fachliteratur bislang ein Schattendasein. Nur langsam wächst ein Verständnis über das Ausmaß, den Beitrag und die Funktionen von Lautäußerungen weiblicher

Vögel (Inman 1986, Langmore 1998, Odom und Benedict 2018). Noch weniger Beachtung als bei Singvögeln finden Lautäußerungen von Weibchen bei Nicht-Singvogelarten. Das gilt auch für Eulenarten wie den Uhu *Bubo bubo*. Der auch in Bezug auf Uhus häufig geäußerte Hinweis, dass Weibchen seltener und oftmals mit geringerer Lautstärke vokalisieren, kann nicht hinreichend erklären, warum die Lautäußerungen weiblicher Vögel in den meisten Untersuchungen nur eine untergeordnete und beiläufige Rolle spielen. Oftmals werden

sie – bei zu großer Entfernung zum Beobachter – überhaupt nicht wahrgenommen. Bei der Bestandserfassung sind Lautäußerungen von Weibchen ein willkommenes Indiz für die Präsenz eines Brutpaares, ansonsten werden sie eher als «Beifang» betrachtet oder bleiben unbeachtet.

Über das Ausmaß der weiblichen Lautäußerungen von Uhus gibt es punktuelle Befunde, ihre tägliche und saisonale Dynamik ist hingegen nur unzureichend untersucht. Bei über 1100 Verhörungen während der Abenddämmerung im Raum Südbaden gingen 21,5 % der Uhu-Nachweise auf rufende Weibchen zurück (Harms 2020), auf rufende Männchen hingegen 41 %. Lossow (2010) konnte bei abendlichen Verhörungen im Lechtal (Bayern) in den Jahren 2003–2009 während der Balzzeit unter den insgesamt wahrgenommenen 24367 Rufen 84 % dem Männchen und 16 % dem Weibchen zuordnen. In Langzeit-Tonaufnahmen in Mordovia (Mittlere Wolga-Region, Russland) waren die Rufe männlicher Uhus erstaunliche 24-mal häufiger zu hören als die von Weibchen (Lapshin et al. 2018), was mit dem zu großen Abstand des Rekorders zusammenhängen dürfte. In einem Brutrevier im Kanton Tessin hat Rampazzi (2020) bei Tonaufnahmen zwischen Januar und November über einen Zeitraum von 322 Kalendertagen nur etwa 2000 Lautäußerungen des Uhu-Weibchens erfasst (sowie 2517 des Männchens), was ebenfalls auf einen nicht optimalen Rekorderstandort verweist. In Tonaufnahmen über 64 Nächte während der Balzzeit in einem Uhu-Revier im Schweizer Jura (Mollet 2019) war das Männchen in 327 (77 %) von insgesamt 425 Registrierungen zu hören; 207 bzw. 77 Registrierungen enthielten zwei typische Lautäußerungen des Weibchens, was einem Anteil von 49 bzw. 18 % entspricht. Es erscheint unwahrscheinlich, dass diese stark divergierenden Befunde das reale Rufverhalten der Uhu-Weibchen korrekt widerspiegeln. Eher dürfte es sich um Auswirkungen der jeweils verwendeten Methodik handeln; nach den Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung hängt die Wahrnehmung von Tonsignalen maßgeblich vom Abstand zur Schallquelle ab.

Als passive, nicht-invasive Methode der Tondokumentation erfahren autonom arbeitende digitale Aufzeichnungsgeräte (autonomous digital recording units, ARUs) in zahlreichen zoologischen Anwendungen immer breiteren Einsatz, insbesondere für Monitoringaufgaben (Browning et al. 2017, Shonfield und Bayne 2017a, Gibb et al. 2018). Auch in der Eulenforschung nutzt eine wachsende Zahl von Untersuchungen die vielfältigen Möglichkeiten, die sich aus Fortschritten der Mikroelektronik und Softwareentwicklung ergeben. Eine Zusammenstellung von Arbeiten, bei denen ARUs im Zusammenhang mit Eulen zum Einsatz kamen, findet sich bei Harms (2024c). Auch hierbei überwiegen Anwendungen zur Bestandserfassung bzw. zu Monitoring-

zwecken, oftmals in schwierigem Gelände, beispielsweise im Gebirge, in Sumpfbereichen oder im Urwald, wo menschliche Feldbeobachter schwer Zugang haben und deshalb ARUs besonders vorteilhaft eingesetzt werden können. Untersuchungen über nachtaktive Arten profitieren in besonderer Weise von ARUs, denn diese Geräte sammeln Daten, ohne dass Menschen nachts im Gelände unterwegs sein müssen. Die Software-basierte automatisierte Erkennung der Lautäußerungen in den Tondateien mittels artspezifischer sogenannter «recognizer» liefert zunehmend Ergebnisse, die an Monitoring-Untersuchungen mittels kundiger Feldbeobachter heranreichen oder sie sogar übertreffen (Shonfield und Bayne 2017a, Darras et al. 2018). Trotzdem arbeitet die automatisierte Erfassung noch nicht hinreichend präzise und zuverlässig (Knight et al. 2017, Pérez-Granados 2023, Harms 2024a), was für Anwendungen jenseits von Monitoring problematisch sein kann.

Für mein Projekt der Langzeiterfassung von Uhu-Lautäußerungen habe ich mich daher für die zwar arbeitsaufwendige, aber ungleich präzisere manuelle Erfassung entschieden (Harms 2024a, c). In Abwägung der Vor- und Nachteile musste im Hinblick auf die gewählten Zielsetzungen des Projekts der Grundsatz Präzision vor Schnelligkeit gelten; die wichtigsten Gesichtspunkte werden bei Harms (2024a, c) erläutert. Für dieses Projekt sollten die Lautäußerungen von Uhus ganzjährig möglichst umfassend, kontinuierlich und durchgängig erfasst werden, um daraus ein vertieftes Verständnis ihrer Rufaktivität und akustischen Kommunikation in allen Phasen des Reproduktionszyklus zu entwickeln. Das akustische Lautrepertoire der Uhus ist erstaunlich reichhaltig und besteht nur zum Teil aus Lautäußerungen, für die der Begriff «Rufe» zutreffend ist. Die Hervorbringung von verschiedenartigen Lautäußerungen in ihrer Gesamtheit und ihrer strukturellen und klanglichen Vielfalt wird mit den Begriffen «Vokalisation» und «vokalisieren» neutraler und treffender beschrieben, daher verwende ich nachfolgend diese Begriffe. Die in den Jahren 2019–2022 generierten Tondateien liefern das Ausgangsmaterial zur Bearbeitung diverser Fragestellungen im Hinblick auf die akustische Verständigung von Uhus (Harms 2024a), über die in einer Serie von Arbeiten berichtet werden soll. Bei der Frage «wie reagieren Uhus auf Lärm?» ergaben sich aus dem dokumentierten Rufverhalten wichtige Hinweise auf deren Lärmverträglichkeit (Harms 2024b). Die Auswirkungen von Regen und Wind auf die Rufaktivität von Uhus werden bei Harms (2025) beschrieben, Arbeiten zu Themen wie der Struktur und Aufbau des Lautrepertoires und dem Duettgesang der Uhus sind in Vorbereitung. Im vorliegenden Beitrag geht es darum, quantitative Aspekte der Uhu-Rufaktivität im täglichen und jahreszeitlichen Verlauf zu beleuchten, mit besonderer Schwerpunktsetzung auf Lautäußerungen des Weibchens.

1. Methoden

1.1. Untersuchungsgebiet

Die Langzeit-Tonaufnahmen wurden in einem Uhu-Revier am Kaiserstuhl (Südwestdeutschland) zwischen Dezember 2019 und Oktober 2022 gemacht. Der Kaiserstuhl ist ein ca. 100 km² großes Mittelgebirgsmassiv vulkanischen Ursprungs, das inselartig in der südlichen Oberrheinebene aufragt (Harms 2020). Das Landschaftsbild ist geprägt von kleinteilig strukturiertem Acker-, Gemüse- und Obstbau sowie von Auwald und Feldgehölzen in den tieferen Lagen, Weinbau in den Hanglagen und Eichen-Buchen-Mischwald ab 400 m ü.M. Das untersuchte Uhu-Brutpaar ist seit mindestens 2015 in dem Revier ansässig und hat in allen Jahren in einem ehemaligen Steinbruch mit überdurchschnittlichem Erfolg gebrütet und Junge aufgezogen. Das Brutpaar wird seit seiner Entdeckung intensiv von mir betreut, wurde in unzähligen Videoaufnahmen dokumentiert und die Jungen wurden beringt. Weitere Details finden sich bei Harms (2022a: 317f.; 2024a, b, c).

1.2. Langzeit-Tonaufnahmen

Für die Tonaufnahmen wurde ein digitales Aufzeichnungsgerät (Song Meter SM4, Wildlife Acoustics, Maynard, Massachusetts, USA) im Dezember 2019 ca. 20 m vom Brutplatz installiert; etwa 3 m neben dem Rekorder befand sich eine häufig genutzte Sitz- und Singwarte, die von Wildkameras überwacht wurde. Der Rekorderstandort war für Batterie- und Speicherkartenwechsel während der Brut und Jungenaufzucht ohne Störung der Vögel für Batterie- und Speicherkartenwechsel zugänglich. Die Aufnahmen erfolgten programmiert täglich im Zeitraum 30 Minuten vor Sonnenuntergang (SU) bis 30 Minuten nach Sonnenaufgang (SA) mit folgenden Einstellungen: Frequenzbereich 0,05–12 kHz, Abtast-Rate 24 kHz, 2-Kanal, 16-bit, wav-Format (unkomprimiert). Der Rekorder arbeitet autonom gemäß eingestelltem Programm, d.h. er passt den Aufnahmebeginn am Abend und das Aufnahmeende am Morgen automatisch an die sich verändernden Auf- und Untergangszeiten der Sonne an und erlaubt damit einen unbeaufsichtigten Betrieb bei täglich wechselnden astronomischen Gegebenheiten. Ab dem programmierten Aufnahmestart wird die akustische Umgebung an jedem Kalendertag aufgezeichnet, und zwar die ganze Nacht über in einer Serie fortlaufender Aufnahmesegmente von jeweils 60 Minuten Dauer bis zum Erreichen des morgendlichen Stoppsignals. Gemäß diesen Einstellungen und wegen der astronomisch bedingten variablen Nachtlänge ist das letzte Aufnahmesegment am Morgen weniger als 60 Minuten lang. Die Tonaufnahmen für 2020 bestanden aus insgesamt 4779 Auf-

nahmesegmenten (davon 4413 mit der Normallänge von 60 Minuten), mit denen die Dämmerungsphasen und alle Nachtstunden des Jahres in Gänze abgedeckt sind; das Rohdatenvolumen für 2020 umfasste 1,38 TB.

Die Auswertung der Audio-Dateien (gleichbedeutend mit «Aufnahmesegmente», ca. 337 MB pro Aufnahmestunde) erfolgte mit dem Programm «Raven Pro» (Version 1.5–1.6.5, Laboratory of Ornithology, Cornell University, Ithaca, New York, USA). Alle erkennbaren Lautäußerungen der adulten Vögel (vgl. Kapitel 1.3) wurden manuell als «selections» erfasst anhand der Parameter unteres und oberes Frequenzlimit (Y-Achse) sowie der Anfangs- und Endzeit des jeweiligen Signals (x-Achse; Abb. 1). Durch die digitale Speicherung sind alle Signale im zeitlichen Kontinuum bereits im Aufnahmegerät eindeutig definiert und nach der individuellen Erfassung als Lautäußerung im Programm Raven Pro jederzeit für die Auswertung adressier- und abrufbar. Die erfassten Signale nebst den zugehörigen Anmerkungen und Messwerten werden automatisch nummeriert und vom Programm in sogenannten «selection tables» zusammengefasst, die für jedes Aufnahmesegment als Textdateien abgespeichert und hernach zur Auswertung in MS-Excel exportiert wurden. In einem weiteren Excel-Protokoll wurden wichtige Parameter der Aufnahme und relevante Zusatzinformationen erfasst: Datum, lokale Uhrzeit von SU und SA, Start- und Endzeit jedes Aufnahmesegments, Beginn, Ende und Dauer der Rufaktivität jeweils für Männchen und Weibchen, Anzahl und Art der Lautäußerungen (z.B. Ruftyp bzw. Ruffamilie), ferner Überlagerungen und Störungen (z.B. Verkehr, menschliche Aktivitäten), weitere tierische Signalgeber (also Vögel, Säugetiere, Frösche, Insekten; Harms 2024a) sowie Anmerkungen zur Witterung. Ergänzende Erläuterungen zur Methodik finden sich bei Harms (2024a, b, c, 2025). Abweichend von der beschriebenen Einzelerfassung der Lautäußerungen wurden die stets seriell vorgebrachten monotonalen «dugge-dug»-Laute als Signalgruppe mit variabler Länge erfasst (Abb. 2). Die zwischen Mai und August sehr zahlreich produzierten Kontaktrufe der Jungvögel wurden für diese Untersuchung nicht individuell als einzelne Signale bzw. Lautäußerung erfasst (vgl. Abb. 3) und sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

1.3. Überblick und Beschreibung der erfassten Lautäußerungen

Das Lautrepertoire der Uhus ist erstaunlich umfangreich, reichhaltig und differenziert. In der Fachliteratur und in den akustischen Datensammlungen (www.macaulylibrary.org, www.mbd.osu.edu, www.xeno-canto.org, www.soundapproach.co.uk) ist das Repertoire bislang nur unvollständig abgebildet. Neben weittragenden Territorialrufen mit Fernwirkung insbesondere

im Hinblick auf konkurrierende Artgenossen enthält es zahlreiche spezielle Lautausformungen, die in der paarbezogenen Kommunikation zwischen den Geschlechtspartnern zur Anwendung kommen, beispielsweise in Duettgesängen, Balz- und Kopulationsstrophen. Hinzu kommen intime Laute der Verständigung im Nahbereich sowie in der Kommunikation zwischen dem Weibchen und den Jungen. Des Weiteren gehören zum Repertoire die Kontaktrufe der Jungen sowie Alarm- und Warnrufe, mit denen auf Störungen reagiert wird. Bei Aufregung und zur Abwehr bei Bedrohungen im Nahbereich reagieren Uhus mit Fauchen und Schnabelknappen (Harms 2018, 2022b); quantitativ spielen diese Formen der Lautäußerung jedoch nur eine minimale Rolle. Insgesamt gilt: Je nach ihrer Funktion kommen die unterschiedlichen akustischen Ausdrucksvarianten zu unterschiedlichen Zeiten, anlass- und situationsbezogen in unterschiedlicher Häufigkeit und Ausprägung im Verlauf des Reproduktionszyklus zum Einsatz. All dies ist gegenwärtig nur unzureichend erforscht. Meine Langzeit-Tonaufnahmen sollen zum besseren Verständnis des komplexen Zusammenwirkens diverser Lautäußerungen und Signale bei der akustischen Kommunikation der Uhus beitragen.

Da sich dieser Bericht vornehmlich mit quantitativen und zeitbezogenen Aspekten der Rufaktivität befasst, erscheint es sinnvoll, kurz die Lautäußerungen vorzustellen, um die es in den Tonaufnahmen meiner Untersuchung hauptsächlich geht. Anhand ihres Klangbilds und ihrer Struktur lassen sich die Lautäuße-

rungen geschlechtsspezifisch bestimmten Ruffamilien zuordnen. Eine Ruffamilie enthält charakteristische Ruftypen, die jeweils in unterschiedlichen Modifikationen und Ausprägungsformen vorkommen können, sich jedoch aus einer gemeinsamen Grundstruktur ableiten lassen. Diskrete unterscheidbare Modifikationsformen entstehen beispielsweise durch Variation der Länge, Betonung, Tonhöhe, Silbenzahl, der Obertöne sowie weiterer Parameter.

Der für Uhus namensgebende Territorialruf «u-huu» (Abb. 1, M) ist die am häufigsten zu hörende Lautäußerung des Männchens, über 70 % der Vokalisationen des Männchens im Jahr 2020 entfielen auf diesen Ruftyp. Zumeist in Serien von 20 bis über 350 Rufen im Abstand von 5–20 Sekunden vorgetragen, unterliegt dieser Ruftyp etlichen Abwandlungen hinsichtlich Länge, Silbenbetonung, Tonlage und Obertönen. In der Grundform besteht der Ruf aus zwei basalen Frequenzbändern zwischen 200 und 900 Hz, wobei die maximale Energie bei 375 Hz konzentriert ist. Die Betonung liegt zumeist auf der ersten Silbe im unteren Frequenzband (Abb. 1). Oftmals scheint der Ruf einsilbig abfallend, in anderen Ausprägungen ist er klar zwei- oder dreisilbig; andere Modifikationsformen zeigen Betonungen der Endsilbe oder der höheren Frequenzbänder. Die Länge kann ebenfalls variieren, von unter 0,5 bis über 1 Sekunde. Einige besondere Varianten kommen als Bestandteil der Balz- und Kopulationsstrophen zur Anwendung, sie machen etwa 20 % der erfassten Vokalisationen aus.

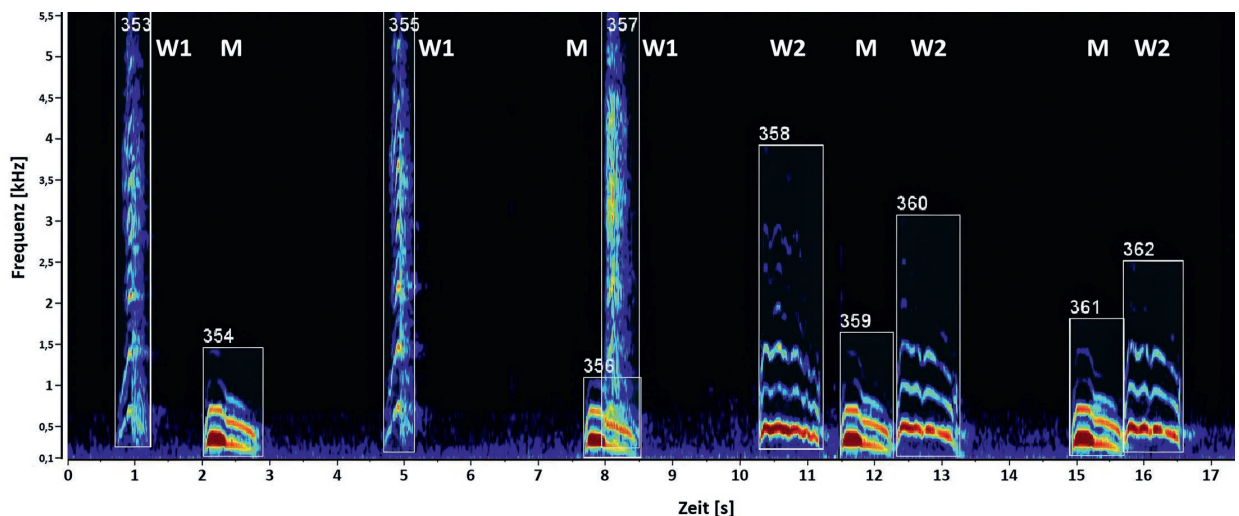


Abb. 1. Ausschnitt aus einem typischen Duettgesang des Uhu-Paares (Spektrogramm-Ansicht) mit charakteristischen Lautäußerungen des Männchens (M) und des Weibchens (W). Die erfassten Lautäußerungen («selections») werden vom Programm fortlaufend nummeriert. In der gewählten Darstellung sinkt die Energiedichte von braun/dunkelrot über hellrot, orange, gelb, grün und türkis/hellblau zu dunkelblau und schwarz ab.
Spectrogram view of a sequence of calls produced by a duetting pair of Eurasian Eagle-Owls comprising typical vocalisations of the male (M) and female (W). All registered vocalisations (selections) are numbered consecutively by the programme. Different colours indicate specific sound energy levels; the energy level decreases from brown/dark red, red, orange, yellow, green to light blue, dark blue and black.

Beim Weibchen entfallen etwa 50 % aller erfassten Lautäußerungen auf die Familie der Bettelrufe, die sowohl solo als auch im Duett mit dem Männchen produziert werden (Abb. 1, W1). Die Bettelrufe können sich über einen weiten Frequenzbereich (0,2 bis >10 kHz) erstrecken und hören sich je nach Intonation und Intensität fauchend, knarzig, krächzend oder rätschend an, manchmal weich und beiläufig, zuweilen hart und aggressiv. Demgegenüber ähneln die «juju»-Rufe (Abb. 1, W2) mit ihrem ausgeprägten basalen Frequenzband (400–600 Hz) den Territorialrufen des Männchens in höherer Tonlage, zeichnen sich jedoch infolge mehrfach an- und abschwelliger Tonhöhe als deutlich mehrsilbig aus. Bei hoher Intensität sind oftmals mehrere Obertonbänder bis in den oberen kHz-Bereich erkennbar. In den Aufnahmen sind Rufe der «juju»-Familie sowohl solo als auch im Duett mit dem Männchen zu hören, besonders prominent in den Balz- und Kopulationsstrophen. Lockrufe aus der «juju»-Familie machten etwa 35 % der Lautäußerungen des Weibchens aus.

Abb. 1 eignet sich gut, um implizite Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung der Lautäußerungen des Weibchens zu beleuchten. Bei Sekunde 8 der Zeitachse wird ein Bettelruf (W1, Nr. 357) des Weibchens vom Territorialruf (M, Nr. 356) des Männchens überlagert. Nur 2 s später wechselt das Weibchen zu einem anderen Rufotyp (W2, Nr. 358) aus der «juju»-Familie; in der Farbdarstellung ist leicht erkennbar, dass dieser und die nachfolgenden Rufe gleichen Typs mit viel höherer Energie (Lautstärke) vorgetragen werden als die Bettelrufe

(Nr. 353, 355, 357) davor. Das bedeutet: Aus größerem Abstand würden aus der akustischen Darbietung des Weibchens nurmehr die lautstarken Rufe (Nr. 358, 360, 362) wahrgenommen, die vergleichsweise leisen Bettelrufe blieben unbemerkt. Die eingangs angesprochene geringe «Ausbeute» bei der Registrierung weiblicher Lautäußerungen in früheren Untersuchungen lässt sich wohl zu einem erheblichen Teil auf solche methodisch bedingten Effekte zurückführen, die in den Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung begründet sind. Bei allen Tonaufnahmen hat die Rekorderpositionierung demnach einen maßgeblichen Einfluss auf das erzielbare und letztlich erzielte Ergebnis. Analog gilt das selbstverständlich auch für Verhörungen und akustische Bestandserfassungen durch menschliche Feldbeobachter.

Manche Lautäußerungen lassen sich nicht intuitiv dem einen oder anderen Geschlecht zuordnen. Das gilt vor allem, wenn keine strukturellen Charakteristika vorliegen, welche die Verwandtschaft mit einer der bekannten Ruffamilien nahelegen, für die eine klare geschlechtsspezifische Zuordnung besteht. Am Beispiel von Lautäußerungen aus der «dugge-dug»-Familie lässt sich diese Problematik gut illustrieren. Nur aus der Überlagerung durch den Territorialruf des Männchens können diese seriellen Signale eindeutig dem Weibchen zugeordnet werden (Abb. 2, W3). Die «dugge-dug»-Laute gehören zu den Lautäußerungen, die als intime Verständigungssignale im Nahbereich zur Anwendung kommen. Sie werden von beiden Geschlechtern produziert, aufgrund ihrer geringen Lautstärke sind sie nur

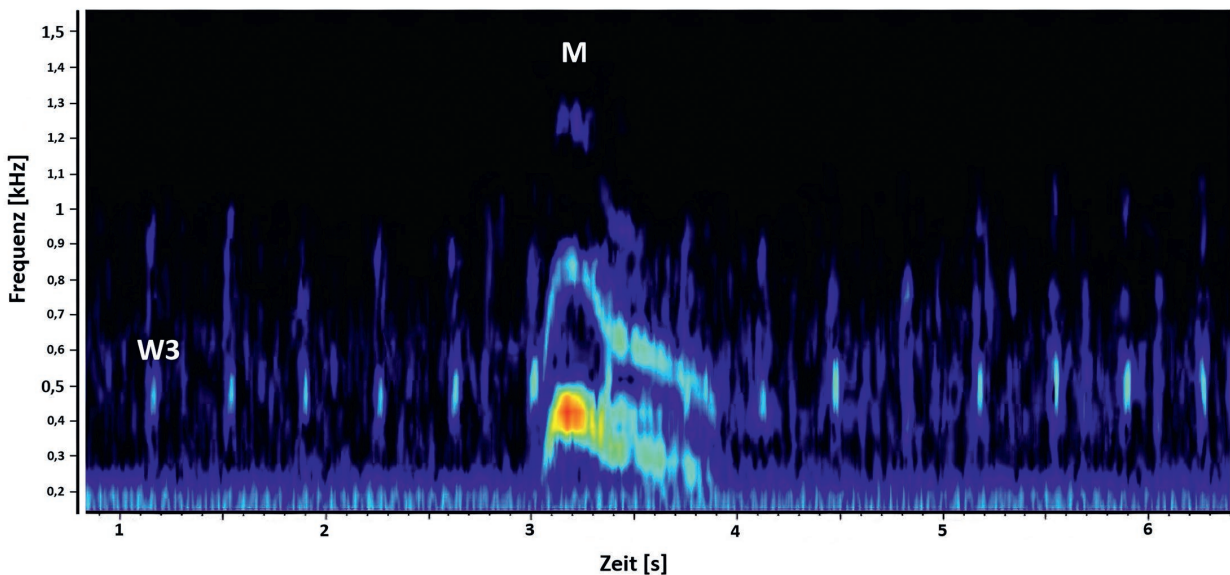


Abb. 2. Ausschnitt aus einer Serie von Lautäußerungen des Weibchens vom Typ «dugge-dug» (W3). Die geschlechtsspezifische Zuordnung ergibt sich aus der Überlagerung durch den Territorialruf des Männchens (M); Farbcodierung wie in Abb. 1.
Partial view of a series of «dugge-dug» vocalisations (W3) of the female Eurasian Eagle-Owl. The overlaying territorial call of the male (M) allows these signals to be identified as vocalisations of the female; colour coding as in Fig. 1.

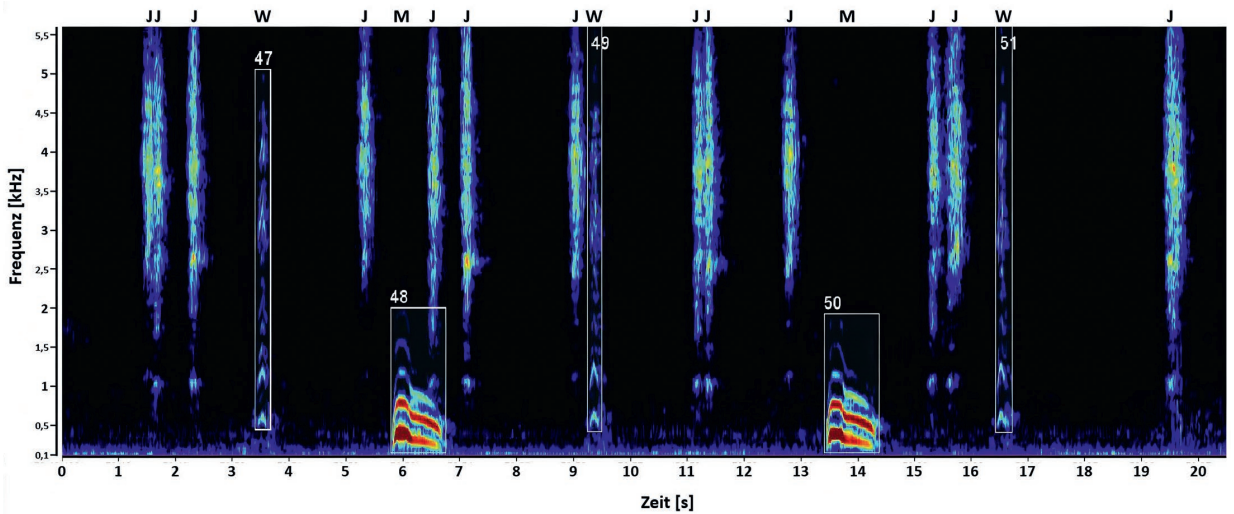


Abb. 3. Ausschnitt aus einer Serie von Lautäußerungen mit Territorialrufen des Männchens (M, Nr. 48, 50), Bettelrufen des Weibchens (W, Nr. 47, 49, 51) sowie einer Anzahl Kontaktrufe von drei Jungvögeln (J); Farbcodierung wie in Abb. 1.
Series of contact calls produced by three Eurasian Eagle-Owl fledglings (J) together with two territorial calls of the male (M) and three begging calls of the female (W); colour coding as in Fig. 1.

auf kurze Distanz wahrnehmbar. Beim Weibchen entfielen etwa 10 % der Lautäußerungen auf Vokalisationen dieses Typs, beim Männchen waren es etwa 5 %.

In den Monaten Mai bis August sind in den Tonaufnahmen die Kontaktrufe der Jungen prominent zu vernehmen. Der Vollständigkeit halber und zur Veranschaulichung präsentiere ich hier einen etwa 20 Sekunden dauernden Ausschnitt (Abb. 3), in dem neben den beiden Altvögeln auch die Kontaktrufe von drei noch nicht voll flugfähigen Jungen hervortreten. Die in kurzer Folge geäußerten Rufe erstrecken sich über einen weiten Frequenzbereich und haben mit ihrem krächzend-rätschenden Klangbild die Anmutung eines Geräuschs. Oftmals sind die Rufe kontinuierlich über Stunden schon vor Sonnenuntergang während der gesamten Nacht bis nach Sonnenaufgang zu vernehmen. Da sie unter günstigen Bedingungen noch über 100 m weit zu hören sind, können Junguhus im Juni und Juli anhand der Kontaktrufe im Gelände leicht lokalisiert werden. In vielen Fällen gelingt auf diese Weise eine späte Bestätigung einer erfolgreichen Uhubrut und die Bestimmung der Nachkommenzahl, auch wenn der Brutplatz selbst nicht genau bekannt ist.

2. Ergebnisse

Die hier präsentierten Ergebnisse behandeln einen Teilbereich aus den Langzeit-Tonaufzeichnungen und beziehen sich auf den Zeitraum 1. Januar bis 31. Dezember 2020; dabei geht es schwerpunktmäßig um die Lautäußerungen des Uhu-Weibchens. Zum besseren Verständnis, und um Größenordnungen und Proportionen im Geschlechtervergleich einordnen zu können, werden den Befunden über die Rufaktivität des Weibchens die des Männchens gegenübergestellt. Nähere Angaben zum Untersuchungsgebiet und dem ansässigen Brutpaar finden sich bei Harms (2020, 2022a, 2024a, b, c), ergänzende Hinweise zur Methodik und Durchführung der Tonaufnahmen wurden bei Harms (2024a, c) berichtet. Dort wird auch auf Überlagerungen, Störungen, Nebengeräusche und dergleichen eingegangen.

Lautäußerungen des Weibchens wurden in den Tonaufzeichnungen an 279 Tagen registriert, beim Männchen waren es 280 Tage; übers ganze Jahr gerechnet waren beide Uhus also an drei von vier Tagen im Aufnahmebereich des Rekorders akustisch aktiv. An 70 Tagen, vornehmlich im Hochsommer, war keiner der Vögel zu hören. An 259 Tagen wurden Lautäußerungen beider Vögel registriert; an 21 bzw. 16 Tagen waren das Männchen bzw. das Weibchen jeweils allein zu vernehmen. Von Januar bis Mai waren beide Altvögel nahezu täglich zu hören, in den Herbstmonaten September bis Dezember an durchschnittlich 27 Tagen im Monat; während eines «Sommerlochs» in den Monaten Juni bis August wurden für beide Geschlechter Lautäußerungen an maximal 10 Tagen (und in stark reduzierter

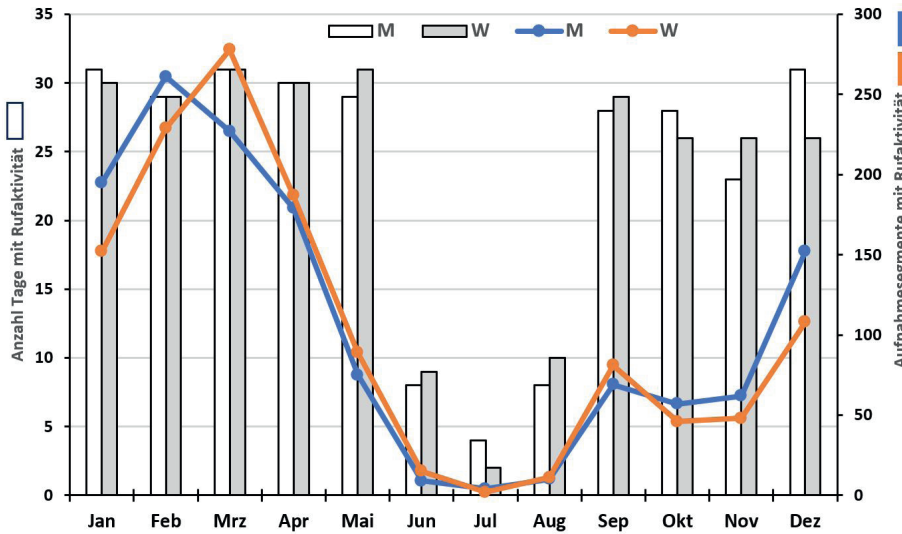


Abb. 4. Rufaktivität von Uhus im jahreszeitlichen Verlauf (2020): Anzahl der Tage bzw. Aufnahme-segmente mit Rufaktivität im jeweiligen Monat. *Seasonal dynamic of the vocal activity of Eurasian Eagle-Owls: number of days per month (bars, left axis) and number of recorded 1-hour segments containing vocalisations of the male (M) and female (lines, right axis).*

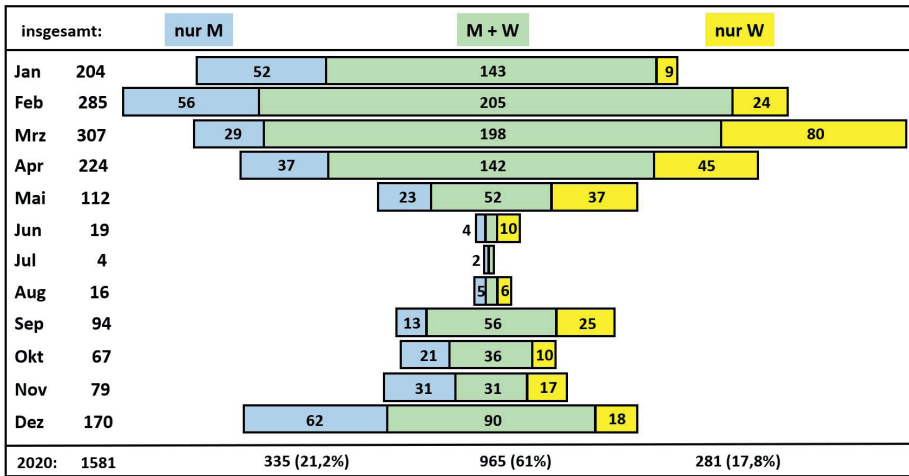


Abb. 5. Monatliche Verteilung von gemeinsamen und Solo-Rufphasen im Jahresverlauf (die Werte beziehen sich auf die Anzahl der Aufnahmesegmente mit registrierter Rufaktivität). *Male (M) and female (W) Eurasian Eagle-Owls vocalised together in 61% of the one-hour recording segments with registered vocalisations, and they vocalised alone in 17.8% and 21.2% of the segments, respectively.*

Tab. 1. Anzahl und Anteil der Tage mit Rufaktivität für das Jahr 2020 (n=366). Dezimalstellen gerundet. *Number of days with registered vocal activity; percent values represent the proportion of days with vocal activity relative to the total number of days in 2020 (n=366). Decimals rounded.*

Zeitraum	Weibchen		Männchen	
	Tage	%-Anteil	Tage	%-Anteil
Abenddämmerung	205	56,0	230	62,8
Nachtstunden	166	45,4	190	51,9
Morgendämmerung	198	54,1	220	60,1
nur während der Abenddämmerung	27	7,4	29	7,9
nur während der Nachtstunden	17	4,6	6	1,6
nur während der Morgendämmerung	23	6,3	15	4,1
während aller 3 Zeiträume	114	31,1	132	36,1

Anzahl) registriert (Abb. 4). Abbildung 4 zeigt auch, dass Männchen und Weibchen nicht immer zusammen aktiv waren – besonders in den Monaten außerhalb der Hauptbalz und Brutzeit waren Männchen und Weibchen oft an unterschiedlichen Tagen oder zu unterschiedlichen Zeiten während der Nacht aktiv, wie aus den folgenden Auswertungen hervorgeht. Bezogen auf die Zahl der Aufnahmesegmente mit registrierter Rufaktivität war das Weibchen zu gewissen Zeiten akustisch aktiver als das Männchen (Abb. 4); das gilt auch, wenn man die Anzahl der produzierten Lautäußerungen betrachtet (Abb. 10). Die in Abb. 5 dargestellten Befunde verweisen auf ausgedehnte Solo-Rufphasen für beide Geschlechter.

Lautäußerungen eines oder beider Altvögel wurden in 1581 der insgesamt 4779 Aufnahmesegmente registriert, was einem Anteil von 33,1 % entspricht. Über das ganze Jahr gerechnet waren demnach die Uhus in zwei von drei Stunden akustisch nicht präsent. Mit Lautäußerungen in 1246 Aufnahmesegmenten (26,1 % der verfügbaren Dämmerungs- und Nachtstunden entsprechend der Aufnahmeprogrammierung) war das Weibchen im gesamten Jahresverlauf ähnlich aktiv wie das Männchen (1300 Aufnahmesegmente, 27,2 %). Während 965 Aufnahmesegmenten (das entspricht 20,2 % aller Aufnahmesegmente im Jahr 2020) waren beide Vögel zu hören, überwiegend interaktiv im Duett. Zu manchen Zeiten war jeweils nur einer der Vögel akustisch aktiv; die monatliche Verteilung der jeweiligen Rufanteile ist in Abb. 5 dargestellt. In 61 % der Aufnahmesegmente mit registrierter Rufaktivität waren beide Vögel zu hören, in 21,2 % nur das Männchen und in 17,8 % nur das Weibchen. Von März bis Mai, also während der Brutzeit und zu Beginn der Jungenaufzucht, war das Weibchen unerwartet häufig akustisch aktiv, z.T. deutlich mehr als das Männchen.

Die Verteilung der Rufaktivität zeigt für beide Vögel nicht nur eine starke Saisonalität, sondern auch – neben dem ausgeprägten «Sommerloch» – eine deutlich verminderte Rufintensität während der Herbstmonate, erkennbar einerseits an einer geringeren Anzahl von Tagen mit Rufaktivität (Abb. 4) und andererseits an weniger Aufnahmesegmenten mit Rufaktivität (Abb. 4, 5). Naturgemäß ist während der Hauptbalzzeit in den Monaten Januar und Februar eine besonders intensive Rufaktivität zu erwarten und die Befunde bestätigen die Erwartung. Unerwartet hoch war die Rufaktivität, vor allem des Weibchens, während der Brutzeit im März. Bei der deutlich schwächeren Aktivität im Herbst stellt sich die Frage, ob die Vögel insgesamt, zu allen Zeiten, weniger vokalisieren oder selektiv zu bestimmten Zeiten der Nacht weniger rufen. Es geht also um eine feinere Analyse bezüglich der Frage, wie sich die Rufaktivität der Uhus über die Nachtstunden verteilt. Zudem muss geklärt werden, ob eine reduzierte Rufaktivität re-

gistriert wurde, weil sich die Vögel allenfalls gar nicht in Brutplatznähe und damit im Erfassungsbereich des Rekorders aufhielten (vgl. Diskussion).

Morgen- und Abenddämmerung sind für viele Singvögel die Tageszeiten mit der höchsten Gesangsaktivität (Gil und Llusia 2020). Auch für Uhus wurde über eine besonders hohe Rufaktivität während der Dämmerungsphasen wiederholt berichtet, aber selten quantifiziert. Ausgehend von Befunden aus abendlichen Verhörungen (Harms 2020) wurde die Rufaktivität in der Abenddämmerung (definiert rund um den Sonnenuntergang als «SU minus 30 Minuten bis SU plus 90 Minuten») und der Morgendämmerung (spiegelbildlich definiert um den Sonnenaufgang als «SA minus 90 Minuten bis SA plus 30 Minuten»); siehe Kapitel 1.2) aus den Tonaufnahmen separat ermittelt und den «übrigen Nachtstunden» gegenübergestellt. Letztere beinhalten die eigentlichen Nachtstunden zwischen den beiden Dämmerungen, bilden also für jede Nacht den Zeitraum von «SU+90 Minuten» bis «SA-90 Minuten» ab. Wegen der astronomisch vorgegebenen, saisonal variablen Nachtlänge ändert sich die Zahl der in diesem Erfassungszeitraum repräsentierten Nachtstunden und Aufnahmesegmente; die Berechnung erfolgte mittels der Summe der auf jeden Monat entfallenden Nachtstunden; die entsprechenden Werte sind in Tab. 2 (Spalte «verfügbare Aufnahmesegmente, N») angegeben.

Die für jeden Monat auf diese drei Zeiträume entfallende Rufaktivität ist separat für Weibchen (Abb. 6) und Männchen (Abb. 7) dargestellt, ausgedrückt als Anzahl der Tage mit Rufaktivität im betreffenden Zeitabschnitt. Für die verminderte Rufaktivität in den Monaten Mai bis Dezember ist in erster Linie das Rufverhalten im Zeitraum «Nachtstunden» verantwortlich, die Dämmerungszeiten sind in geringerem Umfang vom Rückgang betroffen.

Aufsummiert über das ganze Jahr – und damit die Unterschiede im jahreszeitlichen Verlauf (Abb. 6, 7) außer Acht lassend – ergeben sich die in Tab. 1 aufgeführten Durchschnittswerte für die Rufaktivität während der Dämmerungsphasen und der Nachtstunden. Obwohl die Nachtstunden den größten Teil der zur Verfügung stehenden Zeit ausmachen (Tab. 2, 2. Zahlenkolonne, unterste Zeile), spielen sie in der registrierten Rufaktivität der Uhus die geringste Rolle; ein überproportionaler Anteil der erfassten Rufaktivität fand in den Dämmerungsphasen statt. Tendenziell war die Rufaktivität beider Altvögel während der Abenddämmerung ausgeprägter als während der Morgendämmerung. Noch deutlicher ist das, wenn man die Aufnahmesegmente als Bezugsbasis nimmt (Tab. 4).

Eine weitere Präzisierung ergibt sich, wenn man die Rufaktivität in den einzelnen Aufnahmesegmenten betrachtet, also mit stündlicher Auflösung (Tab. 2). Wegen der astronomisch vorgegebenen jahreszeitlich vari-

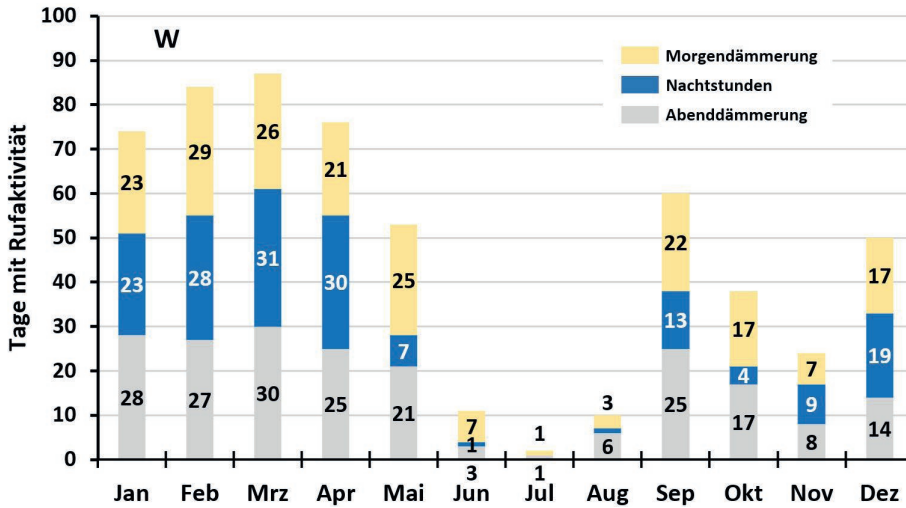


Abb. 6. Rufaktivität des Uhu-Weibchens in drei definierten Zeiträumen jedes Aufnahmetages: Abenddämmerung, Nachtstunden, Morgendämmerung (Definitionen im Text); die Zahlenwerte bezeichnen die Anzahl Tage mit registrierter Rufaktivität während Abenddämmerung, Nachtstunden und Morgendämmerung jeweils für den betreffenden Monat.

Vocal activity of the female Eurasian Eagle-Owl in three different time periods of the daily recordings: dusk (grey; 30 minutes before until 90 minutes after sunset), night hours (blue) and dawn (orange; 90 minutes before until 30 minutes after sunrise); figures represent number of days with registered vocal activity in the respective time periods.

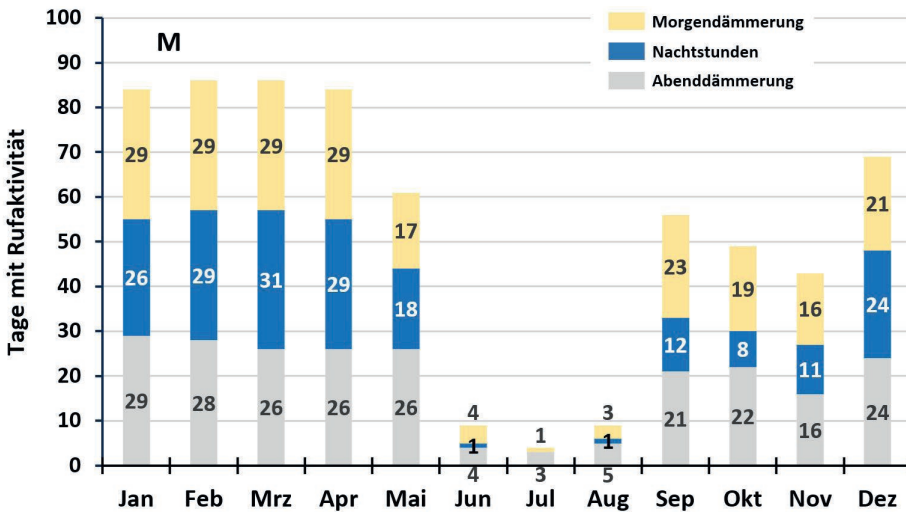


Abb. 7. Rufaktivität des Uhu-Männchens; Erklärungen in Abb. 6.
Vocal activity of the male Eurasian Eagle-Owl; for explanations, see Fig. 6.

ablen Nachtdauer (2. Zahlenkolonne) sind die Absolutwerte zwischen verschiedenen Monaten nur schwer vergleichbar; betrachtet man hingegen die anteilige Verteilung der Rufaktivität auf die drei Zeiträume, dann sind die Befunde gut vergleichbar und zeigen markante Unterschiede im Jahresverlauf für die Verteilung der Rufaktivität über die Nachtstunden. Da beide Vögel während der Balz- und Brutzeit praktisch zu allen Zeiten der Nacht gerufen haben, stimmt in diesem Zeitab-

schnitt die registrierte Rufaktivität recht gut mit der Verteilung der Dämmerungs- und Dunkelstunden überein. Ab Mai und während der Herbstbalz bis zum Januar ist in den Tonaufnahmen eine reduzierte Rufaktivität während der Nachtstunden erkennbar; die Rufaktivität konzentriert sich anscheinend auf die abend- und morgendlichen Dämmerungsphasen (Tab. 2). Man muss allerdings berücksichtigen, dass mit dem Heranwachsen der Jungen erhebliche Änderungen im Verhal-

Tab. 2. Jahreszeitliche Dynamik der Rufaktivität zu verschiedenen Zeiten der Nacht: Vergleich von Abenddämmerung (A), Nachtstunden (N) und Morgendämmerung (M).

Vocal activity of Eurasian Eagle-Owls as registered for different periods of the crepuscular and nocturnal recordings: dusk (A), night hours (N), dawn (M); percent values represent measured proportions of vocal activity in these periods for comparison with their respective ratio according to astronomic actuality (i.e. seasonally variable duration of the night, as shown on a per month basis in number columns 1–3).

Monat	verfügbare Aufnahmesegmente			Aufnahmesegmente mit Rufaktivität, Weibchen			Aufnahmesegmente mit Rufaktivität, Männchen		
	A	N	M	A	N	M	A	N	M
Januar	62	386	62	43	84	25	46	114	35
%-Anteil	12,2	75,7	12,2	28,3	55,3	16,4	23,6	58,5	17,9
Februar	58	320	58	39	153	37	41	181	39
%-Anteil	13,3	73,4	13,3	17,0	66,8	16,2	15,7	69,3	14,9
März	62	290	62	46	203	29	37	152	38
%-Anteil	15,0	70,0	15,0	16,5	73,0	10,4	16,3	67,0	16,7
April	60	226	60	43	114	30	36	105	38
%-Anteil	17,3	65,3	17,3	23,0	61,0	16,0	20,1	58,7	21,2
Mai	62	191	62	25	33	31	26	30	19
%-Anteil	19,7	60,6	19,7	28,1	37,1	34,8	34,7	40,0	25,3
September	60	262	60	36	13	32	23	13	33
%-Anteil	15,7	68,6	15,7	44,4	16,0	39,5	33,3	18,8	47,8
Oktober	62	325	62	19	5	22	25	9	23
%-Anteil	13,8	72,4	13,8	41,3	10,9	47,8	43,9	15,8	40,4
November	60	361	60	14	23	11	18	25	19
%-Anteil	12,5	75,1	12,5	29,2	47,9	22,9	29,0	40,3	30,6
Dezember	62	403	62	21	64	23	34	88	30
%-Anteil	11,8	76,5	11,8	19,4	59,3	21,3	22,4	57,9	19,7
ingesamt	548	2764	548	286	692	240	286	717	274

*Juni bis August unberücksichtigt wegen geringfügiger Rufaktivität; Aufnahmesegmente von jeweils 60 Minuten Dauer; Prozentwerte zeigen die Verteilung der Dämmerungs- und Nachtstunden während der täglichen Aufnahmezeit im jeweiligen Monat (es gibt rundungsbedingte Abweichungen in der Nachkommastelle); verfügbare Aufnahmesegmente: Verteilung der Dämmerungs- und Nachtstunden entspricht den astronomischen Vorgaben (infolge saisonal variabler Nachtlänge).

ten und Aktivitätsprofil der Altvögel verbunden sind. Ab Mai sind beide Altvögel die meiste Zeit der Nacht zur Futterbeschaffung im Revier unterwegs und nur kurzzeitig zur Fütterung bzw. Futterübergabe am Brutplatz präsent, wie kontinuierliche nächtliche Videoaufnahmen der unmittelbaren Brutplatzumgebung gezeigt haben (Harms 2019). Wegen der verminderten Präsenzzeiten sinkt zwangsläufig die Wahrscheinlichkeit, Lautäußerungen mit dem brutplatznahen Rekorder vollständig zu erfassen.

Insgesamt wurden in den Tonaufnahmen für 2020 über 82600 diskrete Lautäußerungen registriert, die einem der beiden adulten Uhus zugeordnet werden können. Übers gesamte Jahr gerechnet betrug die Anzahl der Lautäußerungen des Weibchens ungefähr halb so viel (53 %) wie die des Männchens, so dass etwa zwei Drittel der Gesamtaktivität auf das Männchen und etwa ein Drittel auf das Weibchen entfielen. Die Vertei-

lung der pro Tag produzierten Lautäußerungen ist für jeden Monat in Abb. 8 (Weibchen) und Abb. 9 (Männchen) dargestellt. Die dort abgebildeten Monatssummen vermitteln auch einen Eindruck über die Variabilität der Rufaktivität von Tag zu Tag. Mehr als 30 % der im Jahr 2020 produzierten Lautäußerungen des Männchens und etwa 23 % des Weibchens entfielen auf den Hauptbalzmonat Februar. Die höchste während einer Nacht hervorgebrachte Anzahl Lautäußerungen wurde mit 1530 am 1. Februar verzeichnet. Mit 1170 war die maximale Anzahl Lautäußerungen an einem Tag (6. Februar) beim Männchen deutlich höher als beim Weibchen (max. 761; 1. Februar). Ungeachtet dessen lag an 74 Tagen die Anzahl der Lautäußerungen des Weibchens über der Tagessumme für das Männchen. Umgekehrt wurden an 220 Tagen mehr Lautäußerungen des Männchens registriert als für das Weibchen.

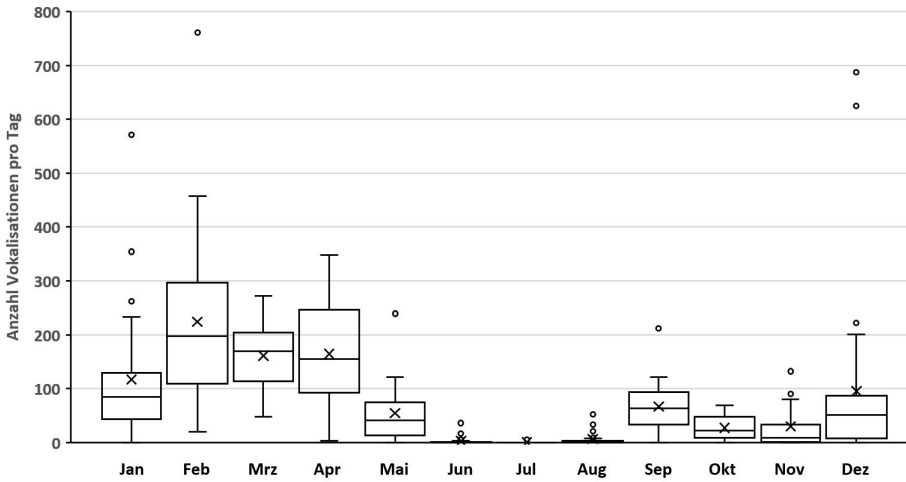


Abb. 8. Anzahl der täglichen Lautäußerungen je Monat für das Jahr 2020 (Weibchen). Die Box enthält die mittleren zwei Quartile (50 % der Werte), die Antennen zeigen die äußere Begrenzung des unteren und oberen Quartils, die horizontale Linie innerhalb der Box markiert den Medianwert, das Kreuz den arithmetischen Mittelwert, die Kreise zeigen als außerhalb der Verteilung gewichtete Extremwerte («Ausreißer»).

Number of vocalisations of the female per day, summarised per month 2020.

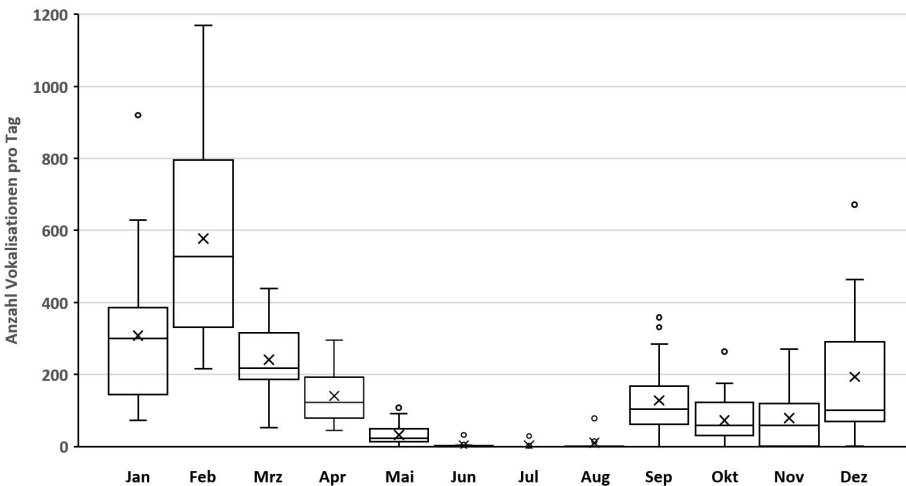


Abb. 9. Anzahl der täglichen Lautäußerungen je Monat im Jahr 2020 (Männchen).

Number of vocalisations of the male per day, summarised per month 2020.

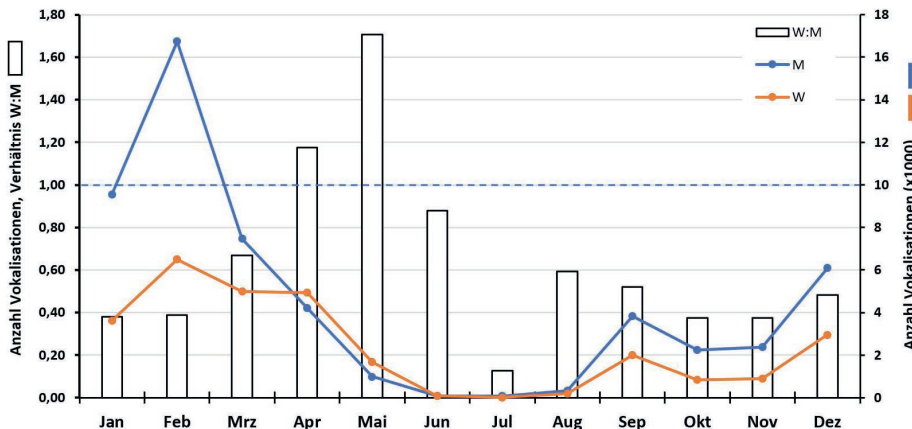


Abb. 10. In den meisten Monaten überwog die Rufaktivität des Männchens, im April und Mai zeigte die jahreszeitliche Verteilung jedoch mehr Lautäußerungen des Weibchens als für das Männchen.

The seasonal distribution indicates more vocalisations of the female than the male in April and May.

In einzelnen Monaten wurden vom Weibchen deutlich mehr Lautäußerungen registriert als vom Männchen: Im April lag die Anzahl Lautäußerungen um 17 %, im Mai sogar um 70 % über der des Männchens, wobei dessen Rufaktivität im Mai – saisonal bedingt – bereits stark abgenommen hatte (Abb. 10). Für die überproportionale Rufaktivität des Weibchens in dieser Phase ist vor allem der hohe Anteil an Bettelrufen verantwortlich (siehe Kapitel 1.3, Abb. 1).

Im Hinblick auf energetische Betrachtungen kann es von Interesse sein, zu ermitteln, wieviel Zeit Uhus auf ihre akustische Kommunikation verwenden. Da jede erfasste Lautäußerung ihren eigenen unverwechselbaren Zeitstempel trägt, lässt sich aus den Start- und Endzeiten summarisch die Rufdauer pro Aufnahmesegment, für die Dämmerungsphasen, pro Tag, pro Monat oder übers Jahr gesamthaft oder nach Geschlecht und Ruftyp individuell bestimmen. In Abb. 11 und 12 ist

die Rufdauer pro Tag für alle Monate des Jahres 2020 dargestellt. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Lautäußerungen mit einer Mindestdauer von einer Minute; einzelne oder wenige kurze Kontaktrufe und Antworten darauf bleiben hier also unberücksichtigt. Für das Weibchen verbleiben nach dieser Rechnung für 2020 255 Tage mit Rufaktivität mit einer Gesamtrufdauer von 282 Stunden, das Männchen brachte es auf knapp 378 Stunden an 269 Ruftagen, im Durchschnitt demnach 1,1 Stunden je Ruftag für das Weibchen und 1,4 Stunden für das Männchen. Pro Kalendertag (also einschließlich der Tage, für die keine Lautäußerungen registriert wurden) verbrachte das Weibchen etwa 46 Minuten mit Rufaktivität, das Männchen etwa 62 Minuten. Bezogen auf die Gesamtzahl der verfügbaren Nachtstunden (inklusive der Dämmerungsphasen, gemäß der Aufnahmeprogrammierung: 30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 30 Minuten nach Sonnenauf-

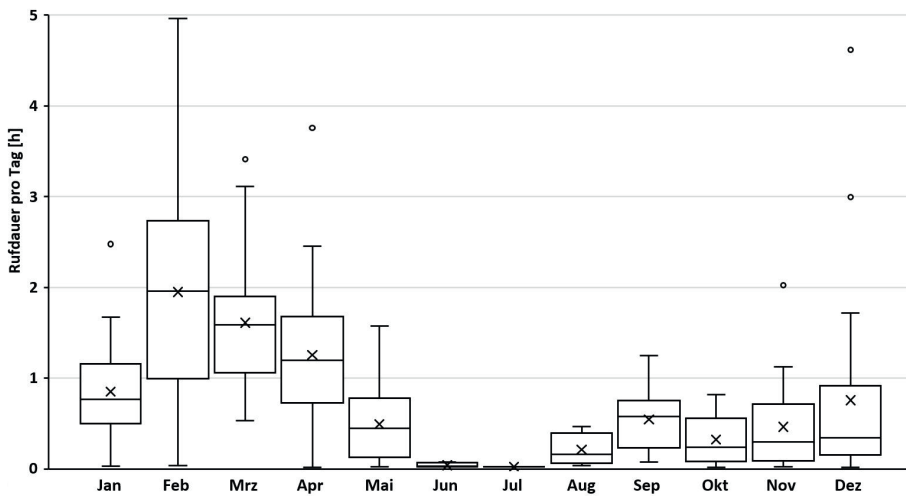


Abb. 11. Jahreszeitlicher Verlauf der Rufdauer pro Tag in monatlicher Darstellung (Weibchen).
Seasonal distribution of the time the female Eurasian Eagle-Owl spent vocalising (hours per day).

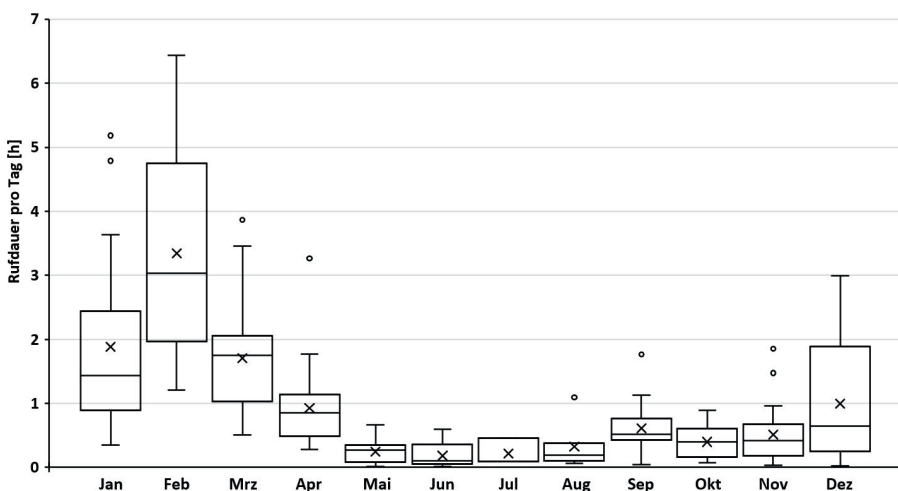


Abb. 12. Jahreszeitlicher Verlauf der Rufdauer pro Tag in monatlicher Darstellung (Männchen).
Seasonal distribution of the time the male Eurasian Eagle-Owl spent vocalising (hours per day).

Tab. 3. Charakteristische Befunde zur Rufaktivität im Februar; in diesem Hauptbalzmonat erreichte die Rufaktivität der Uhus ihr jährliches Maximum.

Summary of findings for the vocalisation activity in February, the principal courting month.

Befund (Februar 2020)	Weibchen	Männchen
Anzahl Tage mit Rufaktivität	29	29
Anzahl Aufnahmesegmente (à 60 min) mit Rufaktivität (%)	229 (52,5 %)	261 (59,9 %)
Anzahl Lautäußerungen, insgesamt im Monat	6490	16 746
Anzahl Lautäußerungen pro Tag, Mittelwert	224	577
Anzahl Lautäußerungen pro Tag, Maximum	761	1170
Anzahl Lautäußerungen pro Tag, Minimum	20	216
Anzahl Lautäußerungen im Februar, Anteil an der gesamten Jahresaktivität (%)	22,6	31,0
Rufdauer, insgesamt pro Monat (h; gerundet)	68	116
Rufdauer pro Tag, Maximum (h : min)	5 : 58	7 : 43
Rufdauer pro Tag, Mittelwert (h : min)	2 : 20	4 : 00
Rufdauer, Anteil an der verfügbaren Rufzeit* (%)	15,6	26,6

* verfügbare Rufzeit: Summe der Aufnahmezeiten für Februar 2020 (gemäß Aufnahmeprogrammierung täglich von SU-30 Minuten bis SA+30 Minuten; insgesamt 436 h)

Tab. 4. Die prozentuale Verteilung der nächtlichen Rufaktivität während Abenddämmerung (A), Nachtstunden (N) und Morgendämmerung (M) ist abhängig vom gewählten Messparameter und der zeitlichen Bezugsgröße.

The proportional distribution of the nocturnal vocalisation activity (% on a per day basis) across the time periods dusk (A), night hours (N) and dawn (M) depends upon the measured calling parameter and the reference time frame.

Bezugsgröße	Weibchen			Männchen			
	Zeitraum	A*	N*	M*	A*	N*	M*
Tage mit Rufaktivität (%)		35,3	31,3	33,3	35,8	29,6	34,6
Aufnahmesegmente (à 60 min) mit Rufaktivität (%)		23,9	55,9	20,2	23,0	55,4	21,6
Anzahl Lautäußerungen (%)		23,1	57,3	19,6	31,0	53,9	15,1
Rufdauer (%)		31,5	50,5	18,0	27,3	56,2	16,6

* A – Abenddämmerung (30 Minuten vor bis 90 Minuten nach Sonnenuntergang), N – übrige Nachtstunden (Basis: Gesamtanzahl für 2020), M – Morgendämmerung (90 Minuten vor bis 30 Minuten nach Sonnenaufgang); rundungsbedingte Abweichungen von 100 % in der Nachkommastelle

Tab. 5. Prozentuale Verteilung der Rufaktivität auf gemeinsame und Solo-Rufzeiten in Abhängigkeit vom Messparameter.

How much of their vocal activity do Eurasian Eagle-Owls spend vocalising alone? Percent values are given for different measurement parameters: number of 1-hour recording segments, number of vocalisations, length of calling activity; data for 2020.

Bezugsgröße	Weibchen		Männchen	
	gemeinsam	solo	gemeinsam	solo
Rufzeit				
Anzahl Aufnahmesegmente (à 60 min; %*)	61	17,8	61	21,2
Anzahl Aufnahmesegmente (à 60 min; %**)	77,4	22,6	74,2	25,8
Anzahl Lautäußerungen (%)	90	10	85	15
Rufdauer (%)	87,9	12,1	82,3	17,7

* Bezugsbasis: alle Aufnahmesegmente mit Uhu-Rufaktivität (n=1581), ** Bezugsbasis: alle Aufnahmesegmente mit Rufaktivität des Weibchens (n=1246) bzw. des Männchens (n=1300)

gang) verwendete das Weibchen 5,9 % der Zeit auf die akustische Kommunikation, beim Männchen waren es 7,9 %. Die höchste Rufaktivität wurde für beide Uhus während der Hochphase der Balz im Februar registriert; in Tab. 3 sind dazu einige der ermittelten Kenndaten zusammengestellt.

Durch die manuelle Erfassung jeder einzelnen Lautäußerung eröffnen sich diverse Bewertungsebenen bei der Datenauswertung, mit jeweils unterschiedlicher Durchdringungstiefe und unterschiedlichem Detaillierungsgrad, wie bereits aus den bisherigen Darstellungen (Abb. 4–12, Tab. 1–3) hervorgeht. Je nach gewähltem Messparameter (Rufaktivität pro Zeiteinheit, Rufanzahl, Rufdauer) und zeitlichem Referenzrahmen (Monat, Tag, nächtlicher Zeitraum, einstündiges Aufnahmezeitsegment) gelangt man zu teilweise erheblich abweichenden Ergebnissen. Für die Rufaktivität während Abenddämmerung, Nachtstunden und Morgendämmerung wird dieser Sachverhalt anhand der Parameter Ruftage, Aufnahmezeitsegmente mit Rufaktivität, Anzahl Lautäußerungen und Rufdauer beispielhaft in Tab. 4 illustriert. Obwohl beispielsweise zwischen den Parametern Rufanzahl und Rufdauer eine positive Korrelation besteht, gibt es je nach Verwendung der verschiedenen Messparameter markante Unterschiede in Bezug auf die Verteilung der Rufaktivität zu verschiedenen Zeiten der Nacht. Im Vergleich der Verteilungen der Rufaktivität zwischen Weibchen und Männchen sind hingegen kaum Unterschiede feststellbar, was mit dem hohen Anteil an Phasen mit interaktiven Lautäußerungen zusammenhängt.

Unter diesem Gesichtspunkt erscheint auch eine genauere Betrachtung der Solo-Rufphasen angezeigt (Tab. 5, Abb. 5). Für alle Bewertungsparameter war die Aktivität in den Solo-Rufphasen beim Weibchen geringer ausgeprägt als beim Männchen.

3. Diskussion

Der Einsatz programmierbarer, autonom operierender digitaler Tonaufzeichnungsgeräte (autonomous digital recording units, ARUs) hat das Potenzial, Untersuchungen zur akustischen Kommunikation von Tieren, insbesondere von Vögeln, auf eine neue Stufe zu heben (Shonfield und Bayne 2017a). Der Verhaltensforschung werden gänzlich neuartige Möglichkeiten eröffnet und Ansätze erschlossen, die weit über die bisherigen analogen Verfahren und punktuelle Revierbesuche menschlicher Beobachter hinausreichen. Auch in der Eulenforschung werden ARUs vorteilhaft eingesetzt, wobei gegenwärtig Anwendungen für Bestandserhebungen und Monitoring überwiegen (Zusammenstellung bei Harms 2024b). Darüber hinaus befassen sich zwei Arbeiten mit den Auswirkungen von anthropogenem Lärm auf Eulen in den borealen Wäldern Kanadas (Shonfield und Bayne 2017b) sowie auf Uhus in der Oberrheinebene (Harms 2024b).

Dies ist die erste Untersuchung, die sich dezidiert mit der Rufaktivität von Uhu-Weibchen befasst und mit umfangreichen ARU-basierten Daten unterlegt. Die Grundlage bilden Langzeit-Tonaufnahmen, mit denen alle Lautäußerungen eines Uhu-Paares in unmittelbarer Nähe des Brutplatzes Nacht für Nacht über den gesamten Jahresverlauf erfasst wurden. Damit sind nicht nur alle Phasen des Reproduktionszyklus abgedeckt, sondern auch der Zeitraum zwischen der Abwanderung der Jungen bis zum Beginn der nächsten Hauptbalz (gemeinhin zusammengefasst als «Herbstbalz»). Auf dieser Grundlage sind erstmals quantitative Aussagen zur Rufaktivität möglich mit nie dagewesenem Präzisionsgrad und hoher Durchdringungstiefe auf allen Zeitebenen von jahreszeitlich bis hinein in den Millisekundenbereich. Nicht nur entstand so ein umfassendes und lückenloses Bild der Rufaktivität in ihrem täglichen und jahreszeitlichen Verlauf. Durch die nahezu vollständige manuelle Erfassung jeder einzelnen Vokalisation sind auch die Dynamik und die Feinstruktur von Balzgesängen und des interaktiven Duettierungsverhaltens für Analysen zugänglich (Harms, in Vorbereitung). Voraussetzung im Hinblick auf die ambitionierten Zielsetzungen meines Projekts zur akustischen Kommunikation von Uhus waren drei methodische Besonderheiten, wodurch sich diese von früheren Untersuchungen unterscheidet: (1) Rekorderstandort nahe am Aktivitätszentrum der Uhus, (2) konsequente ganzjährige Tonaufzeichnung Nacht für Nacht, (3) vollumfängliche Erfassung aller Lautäußerungen mittels manueller Registrierung.

Warum sich ein brutplatznaher Rekorderstandort am besten eignet, um hochwertige und vollumfängliche Tonaufzeichnungen zu erreichen, wurde bei Harms (2024a, c) detailliert erläutert. In der unmittel-

baren Brutplatzumgebung herrscht im Zuge des Balz-, Brut- und Aufzuchtgeschehens für einen Großteil des Jahres die größte Präsenzdicke des Uhu-Paares. Damit ist sichergestellt, dass während der ersten fünf Monate des Jahres die Rufaktivität dort besser als an jedem anderen Standort komplett erfasst werden kann. Für die abnehmende Rufaktivität ab Mai und das ausgeprägte «Sommerloch» bis August dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit die jahreszeitlich fluktuierende endokrine Disposition der Uhus verantwortlich sein (Schlinger und Brenowitz 2017). Mit abgeschlossener Balz, erfolgreicher Eiablage, funktionierender Bindung des Partners sowie der gesicherten Futterbeschaffung für die heranwachsenden Jungen entfallen nach und nach die funktionalen Veranlassungen, deretwegen die Vögel im Winter und Frühjahr akustisch kommunizieren. Aus der Videoüberwachung an einem anderen Brutplatz zeigte sich, dass das Weibchen ab Mai sich ebenfalls intensiv und kooperativ an der Futterbeschaffung für die Jungen beteiligt (Harms 2019). Beide Uhus halten sich demzufolge während der Nachtstunden weniger lange in Brutplatznähe auf. Auch aus diesem Grund sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass Lautäußerungen mit dem Brutplatznahen Rekorder erfasst werden.

Im Herbst haben wir es mit einer gänzlich anderen Situation zu tun: Mit dem Selbstständigwerden der Junguhus entfällt die primäre Veranlassung für die Altvögel, sich in Brutplatznähe aufzuhalten. Aus der langjährigen intensiven Betreuung der Brutpaare in meiner Region (Harms 2022a) ist bekannt, dass die Revierhalter zu allen Zeiten des Jahres ihren Tageseinstand unweit des Brutplatzes beziehen, so dass sie dort bei abendlichen Verhörungen (Harms 2020) regelmäßig rufend anzutreffen sind. Die Tonaufnahmen dieser Untersuchung bestätigen dieses Verhalten auch für die Herbstmonate. Beide Vögel kommunizieren rufend am Abend von ihrem Tageseinstand aus, bevor sie ins Revier abfliegen, und ebenso am Morgen, wenn sie an ihren Schlafplatz zurückkehren. Infolge ihrer Abwesenheit während der Nachtstunden können vom Brutplatznahen Rekorder keine Lautäußerungen aufgezeichnet werden. Das bedeutet nicht notwendigerweise, dass die Uhus zu dieser Zeit nicht rufen, führt aber in den Tonaufzeichnungen zu einer überproportionalen Registrierung von Lautäußerungen während der Dämmerungsphasen. Es ist anzunehmen, dass die Uhus ggf. zum Zweck der Reviermarkierung und -verteidigung in den Außenbezirken des Reviers zumindest zeitweise rufend aktiv sind. Hierzu passt, dass in den Herbstmonaten (August–Dezember) bei der Erfassung durchschnittlich 21 % der Lautäußerungen mit dem Vermerk «weit» (d.h. leise, entfernt) versehen wurden, im Winter und Frühjahr (Januar–Mai) waren es hingegen nur 9,4 %. Ob, und in welchem Ausmaß, sich das Weibchen an weiter entfernten Lautäußerungen beteiligt, können die Brut-

platznahen Aufzeichnungen nicht beantworten. Als Fazit bleibt festzustellen: Mit hoher Wahrscheinlichkeit bilden die Aufzeichnungen des Brutplatznahen Rekorders die Rufaktivität während der Balz- und Reproduktionsphase nahezu komplett ab; zur tatsächlichen Rufaktivität des Uhu-Paares während der Herbstmonate lassen sich nur eingeschränkte Aussagen machen, da sie vom Brutplatznahen Rekorder nur unvollständig erfasst wird.

Wie sehr die Befunde bei ARU-basierten Untersuchungen mit der Wahl des Rekorderstandorts variieren können, wird im direkten Vergleich deutlich (Harms 2024a, c) und schlägt sich in der «Ausbeute», also der Anzahl erfassbarer und der tatsächlich erfassten Lautäußerungen nieder. An einem ungünstigen (d.h. zu weit entfernten oder von lauten Nebengeräuschen belasteten) Rekorderstandort können Lautäußerungen nicht verlässlich quantitativ erfasst werden (Harms 2024a); die in der Regel leiseren Lautäußerungen der Weibchen sind hiervon überproportional betroffen (siehe Kapitel 1.3). Das führt in der Folge zu methodisch bedingten verzerrenden Aussagen wie bei Lapshin et al. (2018), in deren Untersuchung männliche Uhus 24-mal häufiger akustisch erfasst wurden als Weibchen. Auch in der Untersuchung von Rampazzi (2020) in einem Uhu-Revier im Kanton Tessin wurden die Lautäußerungen nur unvollständig erfasst, was teils mit einem ungünstigen und stark durch Nebengeräusche belasteten Rekorderstandort, teils mit der unvollständigen automatisierten Signalerfassung in Zusammenhang steht (Harms 2024a). Ähnliche Limitierungen gelten vermutlich auch für die Befunde von Mollet (2019). An diesen Beispielen wird deutlich, dass Befunde und die daraus abgeleiteten Aussagen immer in ihrem kontextuellen und methodischen Zusammenhang gesehen werden müssen.

Die Ergebnisse von ARU-basierten Untersuchungen werden in hohem Maß von der Genauigkeit der Erfassung bestimmt. Die automatisierte Software-basierte Erfassung mit den derzeit verfügbaren Programmen erreicht oftmals nur eine sehr geringe Treffsicherheit (Knight et al. 2017, Pérez-Granados 2023; eigene Versuche). Menschliche und automatisierte Erfassung weichen häufig erheblich voneinander ab: Vorhandene Lautäußerungen werden nicht zuverlässig erkannt («false negatives») und umgekehrt werden welche erkannt, die nicht da sind («false positives»). Vielerorts wird an der Verbesserung der Methodik gearbeitet, durch ausgiebiges Training («deep learning») und Einsatz von KI (sogenannter künstlicher Intelligenz). Dazu braucht es umfangreiche Tonaufnahmen in hinreichender Qualität, die als Referenzmaterial dienen können, versehen mit fachkundiger menschlicher Vorab-Auswertung. Um eine Kompletterfassung zu erreichen, müssen die Trainingsaufnahmen auch seltene,

ungewöhnliche und modifizierte Lautäußerungen enthalten. In der Praxis wird diese Anforderung – bislang – nur in seltensten Fällen erfüllt, u.a. auch deswegen, weil die Programme im Hinblick auf treffsichere «species recognizer» optimiert werden, also auf die gebräuchlichsten und typischen Lautäußerungen einer Art konzentriert sind und nicht auf die Kompletterfassung des Lautrepertoires. Im Selbstversuch musste ich ernüchert feststellen, dass selbst wiederholtes Trainieren mit einer großen Auswahl von manuell ausgewerteten und fachkundig editierten Tondateien mit einigen Tausend Lautäußerungen nicht zwangsläufig zur Verbesserung der «recognizer performance» führt. Für manche Anwendungen, z.B. Monitoring, Smartphone-Anwendungen («Citizen Science»-Projekte), kann eine geringe Treffsicherheit und die Fokussierung auf die Art-Erkennung anhand der häufigsten und typischen Lautäußerungen durchaus akzeptabel sein; für mein Projekt erschien mir die manuelle Erfassung aller erkennbaren Lautäußerungen als der beste, wenngleich sehr zeitaufwendige, Ausweg aus dem Dilemma (Harms 2024a).

Neben manch überraschenden Befunden im Detail erstaunt das schiere Ausmaß der Rufaktivität des Uhu-Weibchens, das sich in meinen Tonaufzeichnungen manifestiert. Es wird deutlich, dass weibliche Uhus in der Paar-Kommunikation eine bislang unterschätzte, aber ausgeprägte und tragende Rolle spielen. Eine Feinanalyse des stimmlichen Repertoires von Uhus inklusive der Beantwortung der Frage, welche Art von Lautäußerung zu welchen Zeiten in welchem Ausmaß in der Kommunikation eingesetzt wird, befindet sich in Bearbeitung. Die lückenlose quantitative Erfassung während aller Phasen des jährlichen Aktivitätszyklus der Uhus ermöglicht es, Aussagen aus früheren Untersuchungen, die auf kurzzeitigen und punktuellen Beobachtungen basieren, zu hinterfragen, zu ergänzen, zu präzisieren und ggf. zu revidieren. Dazu zwei Beispiele: Unter Praktikern ist die Ansicht weit verbreitet, dass Uhu-Weibchen während der Brutzeit nur spärlich vokalisieren (Delgado und Penteriani 2007), um nicht die Aufmerksamkeit von Prädatoren auf den Brutplatz zu lenken. Für die Richtigkeit dieser These liefern meine Tonaufzeichnungen keine Anhaltspunkte. Sie belegen im Gegenteil, dass das Weibchen des untersuchten Paares auch während der Brutzeit auf sehr hohem Niveau akustisch aktiv war; dabei verschiebt sich das Spektrum der Lautäußerungen zunehmend zugunsten von Bettelrufen (Harms, in Bearbeitung). Ein Zusammenhang zwischen Rufaktivität und Besuchen oder Angriffen von Prädatoren ist nicht erkennbar. Bei den in meinem Untersuchungsgebiet beobachteten Angriffen auf brütende Weibchen in prädatorischer Absicht (Harms 2018, 2022b) spielt anscheinend die Erreichbarkeit des Brutplatzes (Harms 2022a) die entscheidende Rolle.

Das zweite Beispiel betrifft die geschlechtsspezifische Zuordnung von Lautäußerungen. Wenn man über kein geeignetes Referenzmaterial verfügt, etwa aus gleichzeitiger visueller Beobachtung, Filmaufnahmen oder beim Arbeiten mit Vögeln in Käfighaltung, ist nicht immer klar ersichtlich, welchem Geschlecht eine registrierte Lautäußerung zuzuordnen ist. Häufig erfolgt die Zuordnung dann in Anlehnung an publizierte Angaben, deren Richtigkeit man nicht überprüfen kann und deren Verlässlichkeit im Ungewissen bleibt. Längere Tonaufzeichnungen bieten hier einen Ausweg. Oftmals kommt es zu zeitgleichen Lautäußerungen beider Vögel, wobei die Lautäußerung des einen die des anderen überlagert. Da ein Vogel nicht zur gleichen Zeit zwei verschiedenartige Laute produzieren kann, lässt sich aus überlagerten Lauten auf den Verursacher rückschließen: Erfolgt ein unbekannter Laut zeitgleich mit einem bekannten, der geschlechtsspezifisch eindeutig zugeordnet ist, muss der unbekannte Laut vom anderen Geschlecht stammen. Als ein typisches Beispiel für diese Problematik habe ich im Kapitel 1.3 die geschlechtsspezifische Zuordnung der «dugge-dug»-Laute des Weibchens präsentiert. Für das alternierend-pfeifende hochfrequente «Schirken» während der Uhu-Kopulation, das in der Fachliteratur gemeinhin dem Weibchen zugeschrieben wird (im englischen Sprachraum als «female excitement call» bezeichnet), konnte ich anhand der Überlagerung durch Rufe des Weibchens zeigen, dass es sich um eine Lautäußerung des Uhu-Männchens handelt (Harms 2024a). Die hier vorgestellten und anderswo publizierte Befunde (Harms 2024a, b, c, 2025) lassen erwarten, dass aus den Langzeit-Tonaufnahmen noch weitere erhellende Einblicke in das Rufverhalten und die Kommunikation von Uhus gewonnen werden können.

Abstract

Harms C (2025) Unnoticed, underestimated, ignored – diurnal and seasonal vocal activity of a female Eurasian Eagle-Owl *Bubo bubo* as captured in long-term sound recordings over a complete annual cycle. *Ornithologischer Beobachter* 122: 44–61.

Acoustic signals play a central role in the intra- and extra-specific communication of birds, but very few studies deal with the vocalisations of females. In a breeding territory in the southern Upper Rhine Valley (southwest Germany), I used an autonomous digital recorder to continuously record the vocalisations of a pair of Eurasian Eagle-Owls *Bubo bubo* night after night for 34 months. The recorder was positioned in immediate proximity to the nest site, yet operated without disturbing the birds. Here I describe the acoustic activity on a hourly, nocturnal and seasonal scale on all days of 2020, with a particular focus on the vocalisations of the female. To this end, all recognisable vocalisations were recorded manually, i.e. without the aid of automated signal recognition, using «Raven Pro» software, for a total of over 82600, of which 35% were produced by the female. Female vocalisations were registered on 279 days and amounted to 26.1% of the total 4779 recording hours in 2020. During 965 of the 1246 hours with registered female vocalisations, the female could be heard together with the male, mostly in interactive duet singing, the remaining time was spent vocalising alone. Vocalisations showed a strong seasonal pattern for both birds. The main courtship month of February accounted for 23% of the annual activity for the female and 31% for the male. After a seasonal low during summer (June–August) vocalisations resumed during the autumn courtship period (September–December). At times, especially in April and May, more vocalisations were recorded for the female than for the male. During the principal courtship period in February, the male spent up to 7:43 hours per night calling, the female vocalised up to 5:58 hours. For the first time, this study determined the vocalisation activity of a female Eurasian Eagle-Owl qualitatively and quantitatively over an extended period of time by consistently collecting data on all nights of a year, thus covering a complete reproductive cycle. The unexpectedly high activity indicates that the vocalisations of the female play a much greater role in the acoustic communication of Eurasian Eagle-Owls than previously assumed.

Literatur

- Austin VL, Dalziell AH, Langmore NE, Welbergen JA (2021) Avian vocalisations: the female perspective. *Biological Reviews* 96: 1484–1503.
- Browning E, Gibb R, Glover-Kapfer P, Jones KE (2017) Passive acoustic monitoring in ecology and conservation. WWF Conservation Technology Series 1, WWF-UK, Woking, UK.
- Darras K, Batary P, Furnas BJ, Celis-Murillo A, van Wilgenburg SL, Mulyani YA, Tschardt T (2018) Comparing the sampling performance of sound recorders versus point counts in bird surveys: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 55: 2575–2586.
- 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.
- Gibb R, Browning E, Glover-Kapfer P, Jones KE (2018) Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 169–185.
- Gil D, Llusia D (2020) The bird dawn chorus revisited. Seite 45–90 in: Aubin T, Mathevon N (Herausgeber) *Coding Strategies in Vertebrate Acoustic Communication*. *Animal Signals and Communication*, Band 7. Springer, Cham.
- Harms C (2018) 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 (2020) Zur Rufaktivität des Uhus *Bubo bubo* unter mitteleuropäischen Bedingungen – Lehren aus 1101 Verhörungen 2014–2018 im Raum Freiburg, Baden-Württemberg. *Ornithologischer Beobachter* 117: 198–219.
- Harms CT (2021) Incubation period behaviour of a pair of Eurasian Eagle-Owls (*Bubo bubo*) based on IR-video recordings at a nest site in Baden-Württemberg, Germany in 2015. *AIRO* 29: 184–206.
- Harms C (2022a) Warum wechseln Uhus (*Bubo bubo*) ihren Brutplatz? *Acta ornithoecologica* 9: 277–326.
- Harms C (2022b) Prädationsdruck reduziert den Bruterfolg von Uhus *Bubo bubo*. *Ornithologischer Beobachter* 119: 62–73.
- Harms C (2024a) Zur Methodik und Praxis digitaler akustischer Freilandaufnahmen am Beispiel des Uhus *Bubo bubo* – ein Erfahrungsbericht. *Eulen-Rundblick* 74: 40–51.
- Harms C (2024b) Wie reagieren Uhus *Bubo bubo* auf Lärm? *Ornithologische Mitteilungen* 75: 25–38.
- Harms C (2024c) Mehr als «u-huu» – Kontinuierliche Langzeit-Tonaufnahmen geben Aufschluss über die jahreszeitliche und tägliche Rufaktivität der Uhus *Bubo bubo* in einem Brutrevier in Südbaden über den gesamten Jahresverlauf. *Acta ornithoecologica* 10: 105–129.

- Harms C (2025) Uhus *Bubo bubo* vokalisieren bei strömendem Regen und heftigem Wind. Vogelwarte 63, im Druck.
- Inman BL (1986) Female vocalizations and their role in the avian breeding cycle. *Annals of the New York Academy of Sciences* 474: 44–52.
- Knight EC, Hannah KC, Foley GJ, Scott CD, Brigham RM, Bayne E (2017) Recommendations for acoustic recognizer performance assessment with application to five common automated signal recognition programs. *Avian Conservation and Ecology* 12: 14.
- Langmore NE (1998) Functions of duet and solo songs of female birds. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 136–140.
- Lapshin AS, Andreychev AV, Kuznetsov VA (2018) Daily and seasonal dynamics of the vocalization of the Eagle Owl (*Bubo bubo*, Strigiformes, Strigidae) in the Central Volga Region. *Zoologicheskii zhurnal* 97: 77–88 (auf Russisch).
- Lossow, G von (2010) Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. *Ornithologischer Anzeiger* 49: 1–24.
- Mollet P (2019) Über die nächtliche Rufaktivität eines Uhu-paares *Bubo bubo* im Nordjura zur Balzzeit. *Ornithologischer Beobachter* 116: 41–46.
- Odom KJ, Hall ML, Riebel K, Omland KE, Langmore NE (2014) Female song is widespread and ancestral in songbirds. *Nature Communications* 5: 3379.
- Odom KJ, Benedict L (2018) A call to document female bird songs: applications for diverse fields. *Auk* 135: 314–325.
- Pérez-Granados C (2023) BirdNET: applications, performance, pitfalls and future applications. *Ibis* 165: 1068–1075.
- Rampazzi F (2020) Monitoraggio del ciclo biologico del gufo reale *Bubo bubo* con metodi bioacustici in una zona di difficile accesso del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* 108: 63–74.
- Schlinger BA, Brenowitz EA (2017) Neural and hormonal control of birdsong. Seite 255–290 in: Pfaff DW, Joëls M (Herausgeberteam) *Hormones, Brain, and Behavior*. Dritte Auflage, Band 2. Academic Press, Oxford.
- Shonfield J, Bayne EM (2017a) Autonomous recording units in avian ecological research: current use and future applications. *Avian Conservation and Ecology* 12: 14.
- Shonfield J, Bayne (2017b) The effect of industrial noise on owl occupancy in the boreal forest at multiple spatial scales. *Avian Conservation and Ecology* 12: 13.

Manuskript eingegangen am 29. April 2024

Autor

Christian Harms widmet sich seit seiner Pensionierung dem Schutz von Greifvögeln und Eulen am südlichen Oberrhein. Sein besonderes Interesse gilt der Erforschung und dem Erhalt der dort lebenden Uhus. Bei der Bearbeitung seiner Projekte setzt er häufig Überwachungs- und Videokameras sowie Audiorekorder als Hilfsmittel der Dokumentation ein. Beruflich war er lange Jahre in der biotechnologischen Forschung und als Manager in der Chemischen Industrie tätig.

Christian Harms, Brandensteinstraße 6, D-79110 Freiburg,
E-Mail cth-frbg@go4more.de