

Rufen Uhus *Bubo bubo* wirklich häufiger bei Vollmond?

von Christian Harms

1. Einleitung

“Moonlight makes owls more chatty” [„Mondlicht macht Eulen geschwätziger“, d.h. ruffreudiger]. Mit diesem ebenso spritzigen wie griffigen Titel fassten PENTERIANI et al. (2010) ihre Beobachtungen zum Rufverhalten von Uhus in Abhängigkeit von der Mondphase zusammen. Mit zahlreichen Arbeiten über Uhuspopulationen in Südwestspanien und Südfrankreich hat sich Vincenzo PENTERIANI seit 2002 einen Namen in der internationalen Eulen-Fachwelt gemacht. Mehrere Publikationen befassen sich mit der Signalwirkung des weißen Kehlфлекts, der offenkundig in der innerartlichen Kommunikation eine wichtige Rolle spielt (PENTERIANI et al. 2006, 2007, 2011, 2014ab; PENTERIANI & DELGADO 2009; BETTEGA et al. 2013). Die beste Sichtbarkeit besteht in hellen Mondnächten, was eine vermehrte Aktivität der Uhus gerade dann plausibel erscheinen lässt. Die Beleuchtungsstärke bei Vollmond beträgt ungefähr das 250-fache der Lichtmenge bei Neumond. Insgesamt vermitteln die Arbeiten den Eindruck einer „runden Story“.

Aber rufen Uhus wirklich häufiger bei Vollmond? Auf der Basis von Verhördaten aus einem umfangreichen Monitoringprojekt über mehrere Jahre sind wir dieser Frage noch einmal nachgegangen. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen werden denen von PENTERIANI et al. (2010) in einem kritischen Vergleich gegenübergestellt.

2. Material & Methodik

Seit vielen Jahren werden besetzte und potentielle Uhureviere im Raum Südbaden von Mitarbeitern der AGW (Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz in Baden-Württemberg; www.agw-bw.de) überwacht. Besetzte Reviere werden zur Ermittlung brutbiologischer Daten kontrolliert sowie die Jungvögel beringt (HARMS et al. 2015; KERSTING 2015; RAU 2015). Im Raum Freiburg wurden seit 2014 regelmäßige Verhörungen im Herbst und

Winter im Rahmen eines umfangreichen Monitoringprojekts durchgeführt, wobei neben dem Rufverhalten und Sichtungen auch etliche Umgebungsparameter (meteorologische Daten) erfasst und ausgewertet wurden (HARMS 2016ab). Auf den Einsatz von Klangattrappen wird dabei generell verzichtet, um ein ungestörtes natürliches Rufverhalten zu gewährleisten. Zur Ermittlung eines mutmaßlichen Vollmondeffekts werden hier Daten aus über 700 Verhörungen sowohl der Herbstbalz (Oktober-Dezember) wie der Hauptbalz (Januar-März) jeweils aus den Jahren 2014-2016 berücksichtigt. Zur Auswertung wurden nur Daten aus besetzten Revieren herangezogen, die mindestens 20-mal zu Verhörungen aufgesucht wurden. Der Vergleich Vollmond-Neumond stützt sich auf Daten aus 65 Verhörungen für das „Zeitfenster Vollmond“ und 62 Verhörungen für das „Zeitfenster Neumond“. Zeiten des Sonnenuntergangs und Mondaufgangs beziehen sich auf Freiburg (www.sunrisesunset.de; www.sonnenaufgang-sonnenuntergang.de).

Die statistische Auswertung der Rufanzahl erfolgte in Excel nach log-Transformation zur Verbesserung der Normalität der Datenverteilung durch 1-Weg-Anova mit Tukey-Kramer-Test (McDONALD 2014); Rufbeginn und Rufdauer wurden in gleicher Weise, aber ohne Transformation, behandelt.



Abbildung 1: Uhumännchen vor zunehmendem Mond, Herbst 2016 (Foto: ANDREA ROSENBERGER)

3. Ergebnisse & Diskussion

3.1 Uhu-Verhörungen im Raum Freiburg

Zur besseren Einordnung in den Gesamtzusammenhang sind einige Kennzahlen unserer Verhörungen der Jahre 2014-2016 in Tab. 1 zusammengefasst.

Die Beobachterstandorte bei unseren Verhörungen wurden nach Möglichkeit so gewählt, dass unabhängig von der Rufaktivität die Chance bestand, die Uhus an einer ihrer habituellen Sitz- bzw. Rufwarten zu sehen (Abb. 1), ohne die Vögel zu stören.

Verhörungen 2014-2016	Herbstbalz	Hauptbalz	kumul.
Anzahl Verhörungen	387	326	713
- bei klarem Himmel (%)	169 (43,7)	132 (40,5)	301 (42,2)
- bei bedecktem Himmel (%)	218 (56,3)	194 (59,5)	412 (57,8)
Anzahl Verhörungen in besetzten bzw. Brutrevieren	347	292	639
Anzahl Verhörungen mit Rufaktivität des Männchens* (%)	114 (32,9)	170 (58,2)	284 (44,4)
Anzahl Reviere mit Uhunachweis	16	16	

* Darüber hinaus gab es Uhunachweise durch Sichtung (ohne Rufaktivität) und rufende Weibchen.

Tabelle 1: Verhörungen 2014-2016 im Überblick

3.2 Mondphasen der Untersuchung

Im Prinzip sind acht Mondphasen zu unterscheiden (Abb. 2). Da die Lichtstärken der Phasen zwischen Vollmond und Neumond paarweise äquivalent sind, bietet sich eine Zusammenlegung an, womit die Untersuchung von PENTERIANI et al. (2010) 5 definierte Zeitfenster umfasst, wie in Abb. 2 dargestellt (vgl. auch Tab. 8).

Um einen mutmaßlichen Vollmondeffekt möglichst klar abgrenzen zu können, konzentrierte sich unsere Untersuchung darauf, die Rufergebnisse aus Verhörungen in klaren Vollmondnächten (höchste Beleuchtungsstärke, vgl. Tab. 8) denen von Neumondnächten (minimales Mondlicht) gegenüberzustellen (Phasen 1 und 5 in Abb. 2). Als zusätzliche Kontrolle wurden die Rufergebnisse in Vollmondnächten bei bedecktem Himmel herangezogen, für die keine stimulierende Mondlichtwirkung erwartet wurde. Vielmehr wurde erwartet, dass sich das Rufverhalten in Vollmondnächten bei bedecktem Himmel dem von Neumondnächten oder anderen Nächten mit bedecktem Himmel annähern sollte, da in jedem dieser Fälle der Stimulus Mondlicht durch die Himmelsbedeckung konterkariert wird.

Vollmondnächte machen naturgemäß nur einen geringen Anteil unserer Verhörungen aus; nur 26 von insgesamt 713 Verhörungen der Jahre 2014-2016 entfielen auf Vollmondnächte (Tab. 2). Noch seltener in unseren Breiten sind Vollmondnächte bei klarem Himmel, und nur die sind für die Ermittlung eines mutmaßlichen Vollmondeffekts von Belang. Nachteilig wirkt sich bei uns aus, dass gerade im Herbst und Winter während der Hauptruf- und Balzzeit der Uhus bedeckter Himmel vorherrschend ist (Tab. 1, Tab. 2). Damit sind die Bedingungen bei uns deutlich ungünstiger als bei PENTERIANI et al. (2010) in seinem südwestspanischen Untersuchungsgebiet. Um die Datenbasis zu erweitern, wurden zusätzlich zu den astronomischen Voll- bzw. Neumondnächten jeweils die zwei Tage davor in den Vergleich einbezogen. Dieses Vorgehen erscheint vertretbar, da die Lichteinbuße kurz vor Vollmond bzw. die Störwirkung durch Restlicht bei Fast-Neumond in beiden Fällen weniger als 10% der Beleuchtungsstärke bei Vollmond ausmacht. Diese

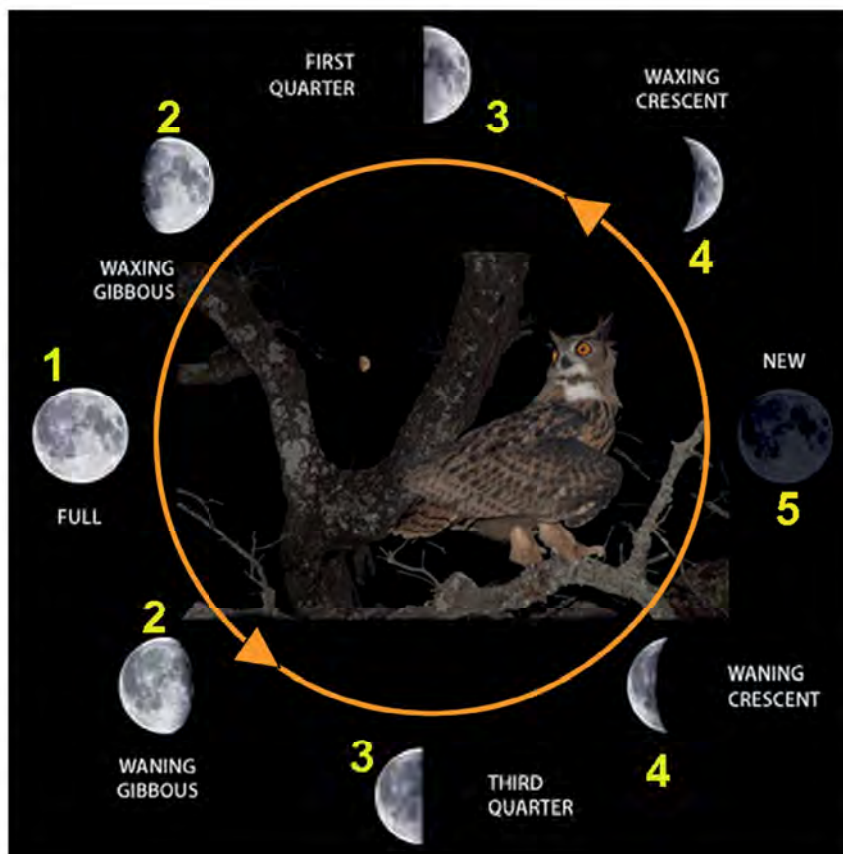


Abbildung 2: Die fünf definierten Mondphasen der Untersuchung von PENTERIANI et al. (2010)

um je zwei Tage erweiterten Zeitfenster korrespondieren mit den beiden Extremsituationen der Mondphase bei PENTERIANI et al. (2010) (Phasen 1 und 5 in Abb. 2 und 3). Angaben zur Sichtbarkeit des Mondes bzw. der Lichtstärke in den untersuchten Mondphasen finden sich in Tab. 8.

Die zwei Tage vor Vollmond wurden gewählt, da an diesen Tagen der Mondaufgang etwa 30 bis 90 Minuten vor Sonnenuntergang erfolgt; damit stand während der abendlichen Rufzeit der Uhus das Mondlicht als möglicher Stimulus zur Verfügung (vgl. Abb. 4,

grün umrandeter Bereich). Aus Äquivalenz- und Symmetriegründen wurden die zwei Tage vor Neumond dem Zeitfenster „Neumond“ zugeschlagen. Durch die Hinzuziehung dieser Erweiterungstage verbreitert sich die Datenbasis für den Vergleich Vollmond-Neumond beträchtlich; es stehen damit insgesamt 65 Verhörungen für das Zeitfenster „Vollmond“ und 62 für das Zeitfenster „Neumond“ zur Verfügung. Wie sich die Verhörungen auf die einzelnen Tage der beiden Zeitfenster sowie unter dem Gesichtspunkt der Himmelsbedeckung verteilen, ist aus Tab. 2 ersichtlich.

Zeitfenster Neumond					
	NM-2	NM-1	NM	Summe	Anteil (%)
bedeckt	11	11	12	34	54,8
klar	6	12	10	28	45,2
total	17	23	22	62	

Zeitfenster Vollmond					
	VM-2	VM-1	VM	Summe	Anteil (%)
bedeckt	7	10	12	29	44,6
klar	10	12	14	36	55,4
total	17	22	26	65	

Tabelle 2: Anzahl der Verhörungen und Himmelsbedeckung an den Zieltagen der Untersuchung

3.3 Abgeleitete Erwartungswerte

Um einen Vergleich mit unseren eigenen Ergebnissen zu ermöglichen, mussten die Befunde von PENTERIANI et al. (2010) zunächst detailliert analysiert werden. Einige grundlegende methodische Unterschiede in der Vorgehensweise der beiden Untersuchungen sind in Tab. 8 zusammengestellt, da sie zum Verständnis und für die vergleichende Interpretation der Ergebnisse eine Rolle spielen. Darauf wird weiter unten noch näher eingegangen.

Die Rufaktivität der Uhus in Abhängigkeit von der Mondphase wird bei PENTERIANI et al. (2010) in Form von Prozentangaben dargestellt. Damit wird für jede der fünf definierten Mondphasen bestimmt, ob Uhus gerufen haben oder nicht. Wie intensiv die Männchen gerufen haben (erfasst z.B. als Rufanzahl pro Verhörung) bleibt dabei unberücksichtigt. Nur klare Nächte wurden herangezogen. Unsere Ergebnisse werden als absolute Zahlenwerte für die beiden Zeitfenster „Vollmond“ und „Neumond“ präsentiert, wobei zudem noch zwischen Nächten mit klarem bzw. bedecktem Himmel unterschieden wird. Um die Rufaktivität mit unseren Befunden vergleichbar zu machen, war es erforderlich, aus den Angaben von PENTERIANI et al. (2010) Relationen zwischen den Rufergebnissen bei verschiedenen Mondphasen zu ermitteln. Aus diesen Relationen lassen sich Erwartungswerte ableiten, die den ermittelten Zahlenwerten unserer Untersuchung gegenübergestellt werden können. Die Erwartungswerte liefern so einen Vergleichsmaßstab, der es erlaubt zu entscheiden, inwieweit unsere Befunde denen von PENTERIANI et al. (2010) entsprechen bzw. davon abweichen.

In Abb. 3 sind die für den Vergleich relevanten Relationen dargestellt. Die Endpunkte der farbigen Linien verbinden dabei die Balken, die in Relation gesetzt werden; die Ziffern bezeichnen die Größenverhältnisse der betreffenden Balken. Dabei kommt es nicht auf rechnerische Präzision an, sondern lediglich auf die Abschätzung der Größenordnung.

Hier die maßgeblichen Relationen in Form von Aussagen:

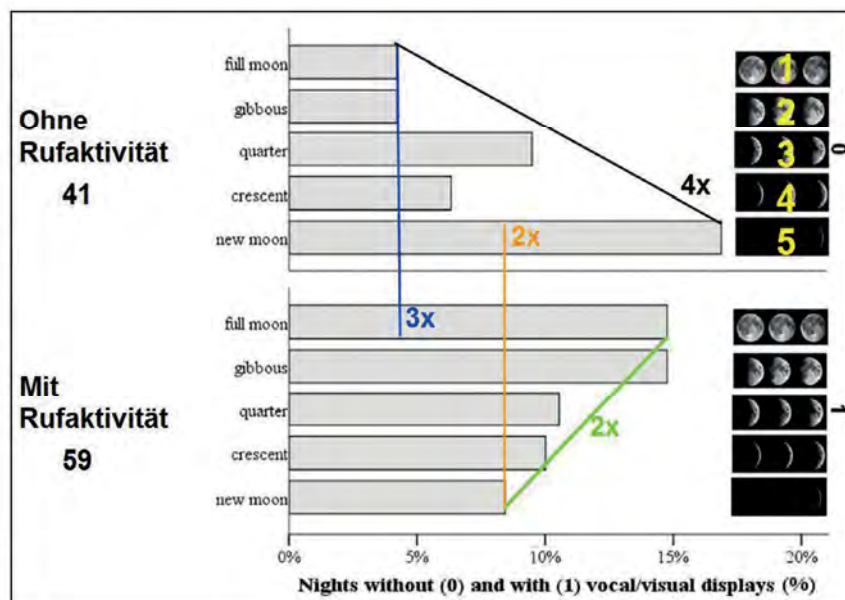


Abbildung 3: Wichtige Relationen zur Ermittlung von Erwartungswerten aus den Daten von PENTERIANI et al. 2010 (vgl. Text)

- Bei Neumond haben die Uhus 4 x häufiger NICHT gerufen als bei Vollmond (schwarze Linie)
- Bei Vollmond haben die Uhus 3 x häufiger gerufen als NICHT gerufen (blaue Linie)
- Bei Neumond haben die Uhus 2 x häufiger NICHT gerufen als gerufen (orange Linie)
- Bei Vollmond haben die Uhus 2 x häufiger gerufen als bei Neumond (grüne Linie).

Für den Gebrauch der Erwartungswerte gilt einschränkend: Insoweit wir die Befunde von PENTERIANI et al. (2010) zum Vergleich heranziehen, akzeptieren wir implizit die Prämissen, Umstände und Beschränkungen seiner Untersuchung als gültig und anwendbar auf unser Projekt, ungeachtet der bestehenden Unterschiede im Versuchsansatz. Ob diese Anwendung gerechtfertigt und zutreffend ist, wird im Zusammenhang mit der Diskussion unserer Befunde überprüft werden.

3.4 Rufaktivität bei Voll- und Neumond

Unabhängig von der Mondphase war die Rufaktivität in den von uns überwachten Uhurevieren bei den abendlichen Verhörungen insgesamt deutlich geringer als bei PENTERIANI et al. (2010). In deren Untersuchung riefen Uhumännchen, übers Jahr verteilt, in 59% der Nächte (Abb. 3); bei uns wurden rufende Männchen im Schnitt der

Jahre 2014-2016 in besetzten Revieren lediglich bei 284 von 639 (=44,4%) der Verhörungen festgestellt (Tab. 1). Die Rufaktivität der Uhumännchen während der Herbstbalz war dabei mit 114 von 347 Verhörungen (32,9%) deutlich geringer als während der Hauptbalz. Nur während der Hauptbalz erreichte die Rufaktivität mit 170 von 292 Verhörungen (=58,2%) das Niveau von PENTERIANIS Untersuchung. Auf einer stark erweiterten Datenbasis bestätigen sich damit frühere Befunde zur Rufaktivität der Uhus in unserem Berichtsgebiet (HARMS 2016ab). Der Unterschied zwischen Haupt- und Herbstbalz war bereits in der früheren Untersuchung klar zutage getreten (HARMS 2016a). Mögliche Gründe für diese auffälligen Unterschiede werden weiter unten (Abschnitt 3.5) diskutiert.

Die von uns bei den Verhörungen beobachtete Rufaktivität für die Zeitfenster „Neumond“ und „Vollmond“ ist in Tab. 3 zusammengestellt und ist zudem für die astronomischen Zielta-ge VM und NM separat ausgewiesen. Die Differenzierung nach Himmelsbedeckung wird beibehalten, da dies zusätzliche Kontrollvergleiche ermöglicht. Eine stimulierende Wirkung wird nur für das Zeitfenster „Vollmond“ bei klarem Himmel erwartet. Im Zeitfenster „Neumond“ wird unabhängig von der Himmelsbedeckung eine deutlich geringere Rufaktivität erwartet, ebenso wie für das Zeitfenster „Vollmond“ bei bedecktem Himmel.

Rufaktivität im Zeitfenster Neumond							Rufaktivität im Zeitfenster Vollmond						
	bedeckt		klar		gesamt			bedeckt		klar		gesamt	
	ruft nicht	ruft	ruft nicht	ruft	ruft nicht	ruft		ruft nicht	ruft	ruft nicht	ruft	ruft nicht	ruft
nur NM	7	5	5	5	12	10	nur VM	5	7	7	7	12	14
alle NM *	17	17	11	17	28	34	alle VM*	16	13	19	17	35	30

* „alle NM“ beinhaltet die Verhörungen an allen Tagen des Zeitfensters „Neumond“ (d.h. NM + NM-1 + NM-2).

* „alle VM“ beinhaltet die Verhörungen an allen Tagen des Zeitfensters „Vollmond“ (d.h. VM + VM-1 + VM-2).

Tabelle 3: Beobachtete Rufaktivität bei Verhörungen 2014–2016 unter Berücksichtigung der Himmelsbedeckung

Schon ein flüchtiger Blick auf Tab. 3 zeigt keine augenfälligen Effekte im Bereich des Zeitfensters „Vollmond, klar“. Die drei Kontroll- und Vergleichsszenarien zeigen, wie erwartet, kaum Abweichungen voneinander. Die Unterschiede „bedeckt – klar“ und „Neumond – Vollmond“ bewegen sich auf dem Niveau zu erwartender natürlicher Schwankungen. Der erwartete „Vollmondeffekt“ ist aus den Verhörungsdaten eindeutig nicht ablesbar.

Noch klarer wird das Ausbleiben eines Vollmondeffekts in unserer Untersuchung, wenn man die ermittelten Werte unserer Verhörungen mit jenen Werten vergleicht, die sich ergeben, wenn man unsere Beobachtungswerte („ist“) anhand der maßgeblichen Relationen aus PENTERIANI'S Untersuchung (vgl. Abb. 3) hochrechnet. Die auf diese Weise ermittelten zu erwartenden Zielwerte („soll“) sind in Tab. 4 zusammengestellt.

3.5 Gründe für das Ausbleiben eines Vollmondeffekts

Die von uns bei abendlichen Verhörungen beobachtete Rufaktivität der Uhumännchen steht also offensichtlich in keinem Zusammenhang mit der Mondphase und damit auch in klarem Widerspruch zu den Ergebnissen von PENTERIANI et al. (2010). Die folgenden Betrachtungen zielen auf mögliche Erklärungen und verweisen auf beeinflussende Faktoren.

Statistische Effekte

Die Auswahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt verhörten Reviere erfolgte in unserer Untersuchung zufällig, ohne erkennbare Muster oder Bevorzugungen. Das bedeutet auch, dass nicht darauf geachtet wurde, jedes der Reviere gleichrangig zu verhören. Da sich unsere residenten Uhumännchen stark in ihrer Ruffreudigkeit (mess-

bar als Antreffwahrscheinlichkeit p; KÉRY 2008) unterscheiden (HARMS 2016ab), beeinflusst die Verteilung der Reviere auf die einzelnen Mondphasen-Zeitfenster in starkem Maß das Ergebnis der Verhörungen. Je nachdem wie stark beispielsweise besonders ruffreudige Uhumännchen in den Verhörungen der Zieltage repräsentiert sind, können sich gegebenenfalls markante Verschiebungen in den ermittelten Befunden ergeben. Es gilt aber auch: Je mehr (aus zufälliger Allokation resultierende) Daten in die Berechnung einfließen, desto geringer sollte eine solche Verzerrung ausfallen. Die weitgehende Übereinstimmung der Befunde im Vergleich „Vollmond – Neumond“ und „klar – bedeckt“ (Tab. 3) spricht tatsächlich für eine geringe Verzerrung, die von einer ungleichen Verteilung der Reviere auf die Mondphasen-Zeitfenster herrührt.

Die Antreffwahrscheinlichkeit der Uhus in unseren Revieren unterliegt einer saisonalen Dynamik (HARMS 2016ab; HARMS & LÜHL 2017), ein im Zusammenhang mit Verhörungen oftmals unbeachteter Umstand, auf den auch KÉRY (2008) hinweist. Das bedeutet, dass die Uhus, beispielsweise, im Oktober nicht mit der gleichen Wahrscheinlichkeit rufen wie im November oder Februar; damit sind die einzelnen Zeitfenster der Untersuchung untereinander nicht wirklich äquivalent. Am deutlichsten tritt

der Unterschied der Antreffwahrscheinlichkeiten beim Vergleich der Rufaktivitäten zwischen Herbst- und Hauptbalz zutage (Tab. 1) (HARMS 2016a). Wenn PENTERIANI Verhörungen gleichmäßig über Reviere und Jahreszeiten verteilt durchführt (vgl. Tab. 8), unterliegt er zwangsläufig der gleichen Problematik. Da die resultierenden Effekte in den beiden Untersuchungen nicht gleichgerichtet verlaufen müssen, können sich Differenzen ergeben oder gegenseitig aufheben, die mit dem Mondlichteffekt selbst nichts zu tun haben oder diesen überlagern. Über die genaue zeitliche und räumliche Verteilung seiner Verhörungen finden sich bei PENTERIANI et al. (2010) keine Angaben. Eine weiterführende Arbeit aus der gleichen Untersuchung (PENTERIANI et al. 2011) betont: „During the 8-year study period, individuals were tracked on a rotational basis throughout the year, providing a homogeneous distribution of radiotracking nights per lunar phase.“ Es ist nicht ersichtlich, inwieweit die saisonal und individuell unterschiedliche Rufaktivität Berücksichtigung fand und wie sie sich (gegebenenfalls) in den Ergebnissen niederschlägt.

Scheinbare Äquivalenz der Mondphasen

Zur Vereinfachung der Untersuchung hatten PENTERIANI et al. (2010) Mondphasen mit gleicher Beleuchtungsstärke zusammengelegt (Abb. 2). Dabei

Relation #/Bezug	beobachtet („ist“)		erwartet („soll“)*	
	ruft nicht	ruft	ruft nicht	ruft
3/alle NM	11	17	34	17
2/alle VM	19	17	19	57
1/alle VM > alle NM	19		76	
4/alle NM > alle VM		17		34

* Die farblichen Hervorhebungen verweisen auf die entsprechenden Relationen in Abb. 3 (vgl. Text).

Tabelle 4: Vergleich beobachteter und erwarteter Werte nach Maßgabe der Befunde von PENTERIANI et al. (2010) unter Anwendung der Relationen nach Abb. 3

wurde anscheinend übersehen, dass wegen der zeitverschobenen Auf- und Untergangszeiten des Mondes diese nominelle Beleuchtungsstärke nicht während aller Nachtstunden zu allen Zeiten in gleicher Weise zur Verfügung steht. Die Beleuchtungsverhältnisse in den formal als äquivalent erachteten Mondphasen sind in Wahrheit (zumindest für den Uhu) gar nicht äquivalent. Dieser Zusammenhang wird in Abb. 4 illustriert für das Zeitfenster „Vollmond“.

Erläuterungen zu Abb. 4:

Die Sonnenuntergangszeiten (SU) wurden normalisiert (= Nulllinie), die Mondaufgangszeiten (MA; Datenbeispiel: September 2016) als Differenz zum SU (in Minuten) dargestellt (negative Werte: MA vor SU, positive Werte: MA nach SU); die Zahlen in der obersten Reihe („1, 2, 3“) bezeichnen die von PENTERIANI definierten Mondphasen (vgl. Abb. 2), hervorgehoben: Phase 2, zunehmender Mond, gelb umrandeter Bereich; Phase 2, abnehmender Mond, rot umrandet; die gelbe Fläche markiert die abendliche Hauptrufzeit der Uhumännchen (ca. 10 min nach SU bis ca. 70 min nach SU); grün gestrichelt das Zeitfenster „Vollmond“ unserer Untersuchung inklusive der zwei Erweiterungstage (d.h. VM + VM-1 + VM-2); unten zur Illustration die entsprechende Mondansicht im Zeitverlauf. Der grauschattierte Bereich deutet an, dass in Phase 2 „abnehmender Mond“ während der Hauptrufzeit der Uhus kein Mondlicht zur Verfügung steht, da der MA deutlich nach SU und der Rufzeit erfolgt (rot umrandeter Bereich). Für das Zeitfenster „Neumond“ gilt eine entsprechende Darstellung.

Abb. 4 veranschaulicht eindrucksvoll, dass die gleiche nominelle Beleuchtungsstärke (z.B. Phase 2, zunehmender bzw. abnehmender Mond gleicher Intensität) sich in der Praxis für die Uhus sehr gegensätzlich bemerkbar macht: während ihrer Hauptrufzeit herrscht Mondschein nur bei zunehmendem Mond, bei abnehmendem Mond herrscht zur gleichen Zeit Dunkelheit.

Wenn man von einem stimulierenden Effekt des Mondlichts ausgeht, so könnte sich dieser bei zunehmendem Mond auswirken, bei abnehmen-

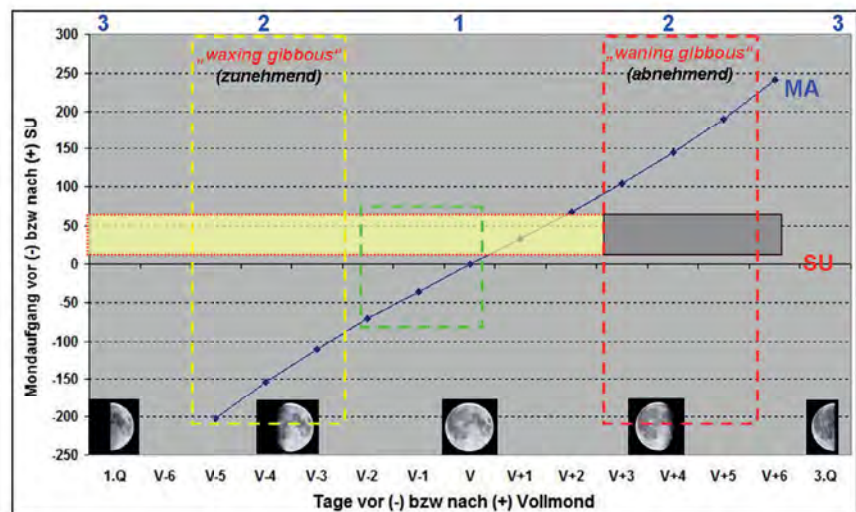


Abbildung 4: Mondaufgangszeiten (MA) in Relation zum Sonnenuntergang (SU) und der Hauptrufzeit der Uhus (Beispiel Vollmond, Erläuterungen im Text)

dem Mond hingegen nicht, sofern man die gleiche Erfassungszeit verwendet. Von einer Äquivalenz der Lichtverhältnisse kann also – aus der Sicht der Uhus – nicht gesprochen werden.

In der Konsequenz gelten diese Überlegungen für alle Mondphasen: das Mondlicht steht nicht zu allen Nachtstunden, sondern unterschiedlich lange pro Nacht zur Verfügung. Folglich macht es einen großen Unterschied, zu welcher Nachtstunde die Rufaktivität bestimmt wird. Ein möglicher Mondlichteffekt lässt sich daher nur bei detailgenauer Protokollierung der Rufzeiten und der dabei vorherrschenden Mondphase bzw. Beleuchtungsstärke dokumentieren. Solche präzisierenden Angaben finden sich bei PENTERIANI et al. (2010) nicht.

Populations- bzw. Brutplatzdichte

In mehreren grundlegenden Arbeiten hat PENTERIANI auf die Bedeutung innerartlicher Konkurrenz auf die Rufaktivität der Uhumännchen hingewiesen (DELGADO & PENTERIANI 2007; PENTERIANI 2002, 2003; PENTERIANI et al. 2002). Die Uhuspopulationen in seinen mediterranen Untersuchungsgebieten Südwestspanien und Südfrankreich erreichen mit bis zu 40 Brutpaaren pro 100 km² eine außergewöhnlich hohe Dichte (PENTERIANI et al. 2002; PENTERIANI 2003) mit Abständen von weniger als 1.000 m zwischen benachbarten Brutplätzen. Neben einem ausreichenden Angebot an Nistplätzen an den flussbegleitenden Felsklippen scheint die hohe Populationsdichte dem besonders großen und stabilen Beutetierangebot (ins-

besondere Kaninchen, *Oryctolagus cuniculus*, und Ratten, *Rattus norvegicus*, den beiden Hauptbeutetieren der dortigen Uhus) geschuldet zu sein (PENTERIANI et al. 2005; PENTERIANI et al. 2008; CAMPIONI et al. 2013).

Demgegenüber gehen wir für unser Berichtsgebiet derzeit von weniger als zwei Brutpaaren pro 100 km² aus (HARMS et al. 2015; HARMS 2016a). Der durchschnittliche Abstand zwischen Brutplätzen lag bei 7,8 km; in der Brutsaison 2015 wurden 4,8 km als geringster Abstand ermittelt, 2016 wurde erstmals eine Situation mit nur 1,4 km Abstand zwischen zwei Brutrevieren beobachtet. Insgesamt kann man in unserem Untersuchungsgebiet davon ausgehen, dass Konkurrenz zwischen benachbarten Revierhaltern eine unbedeutende Rolle spielt und das Rufverhalten nur unwesentlich beeinflusst. Das könnte erklären, warum wir bei unseren Verhörungen generell eine deutlich verminderte Rufaktivität beobachten als PENTERIANI in seinen dicht besiedelten Untersuchungsgebieten (vgl. Abschnitt 3.4).

3.6 Gibt es einen Vollmondeffekt auf die Rufanzahl, die Rufdauer, den Rufbeginn?

Die bisherige Betrachtung behandelt die Frage nach der Vollmondwirkung auf die Rufaktivität von Uhus unter dem Gesichtspunkt der Häufigkeit, ob also eine größere Anzahl der revierhaltenden Männchen durch Vollmond zum Rufen angeregt werden. Nach DELGADO & PENTERIANI (2007)

und PENTERIANI et al. (2014b) unterscheiden sich Revierhalter und Floater bzw. Disperser (d.h. nicht revierhaltende, umherstreifende, oftmals immature Individuen oder solche mit geringem Sozialstatus oder minderer Fitness) deutlich in ihrem Rufverhalten. Die feststellbare Rufaktivität in einem Revier ist demnach primär dem verpaarten revierhaltenden Männchen geschuldet (MARTINEZ & ZUBEROGOTIA 2002, 2003; PENTERIANI et al. 2011) und wird darüber hinaus u.a. von Faktoren wie Populationsdichte (MARTINEZ & ZUBEROGOTIA 2003; PENTERIANI 2003, PENTERIANI et al. 2002), Beutetierabundanz (CAMPIONI et al. 2013; PENTERIANI et al. 2014b) und individueller Fitness (PENTERIANI 2003; PENTERIANI et al. 2011) beeinflusst. In unseren Uhrevieren wurden Floater nur ausnahmsweise wahrgenommen und können daher in der Bewertung der Rufaktivität vernachlässigt werden.

Wenn man von einer Stimulation der Rufaktivität durch Mondlicht ausgeht, sollte sie sich auch in einer erhöhten Rufanzahl bei den rufenden Männchen niederschlagen. Zur Unterstreichung ihres Territorialanspruchs wäre es für die Revierhalter sinnvoll, die optimale Sichtbarkeit des Kehlflecks bei Vollmond durch erhöhte Rufaktivität zur Geltung zu bringen. Auch unter energetischen und Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten erscheint eine gesteigerte Rufaktivität bei hellem Mondlicht für die Revierhalter vorteilhaft (DELGADO & PENTERIANI 2007; PENTERIANI & DELGADO 2009). Dies sollte vor allem unter Bedingungen hohen Konkurrenzdrucks (bei hoher Revierdichte) gelten. Bei PENTERIANI et al. (2010) finden sich zur Rufanzahl oder Rufdauer der rufenden Männchen keine Angaben. In einer erweiterten Untersuchung (PENTERIANI et al. 2011) wurde die Bewegungsaktivität während der Nachtstunden von elf besenderten Uhumännchen für 98 Nächte ermittelt. Aus bestimmten Charakteristika des Radiosignals ließen sich Aktivitäten (Rufe, Jagd, Fluggeschwindigkeit, Ruhezeiten u.a.) unterscheiden und quantitativ auswerten. Somit ließ sich zuordnen, wie viel Zeit pro Nacht ein Individuum für die verschiedenen Aktivitäten aufwendet, dies auch in Relation zur Mondphase. In der Modellierung der Beobachtungen zeigte sich, dass Uhumännchen

Zeitfenster	N*	Rufanzahl (MW)	min – max
NM, bedeckt	15	17,5	2–205
NM, klar	12	26,8	1–183
VM, bedeckt	11	24,5	1–119
VM, klar	12	19,3	1–391

* N = Anzahl der Datensätze je Szenario (dto. in Tab. 6 und 7)

Tabelle 5: Rufanzahl während Verhörungen bei unterschiedlichen Mondphasen

Zeitfenster	N	Rufbeginn* (MW)	min – max (Min.)**
NM, bedeckt	17	8,4	-8–28
NM, klar	16	21	-13–40
VM, bedeckt	12	15,5	-30–50
VM, klar	13	22,3	-20–64

* Minuten nach SU; ** negative Werte: Minuten vor SU

Tabelle 6: Rufbeginn während Verhörungen bei unterschiedlichen Mondphasen

Zeitfenster	N	Rufdauer (Min.)	min – max (Min.)
NM, bedeckt	13	24	1–76
NM, klar	14	19	1–42
VM, bedeckt	11	17	1–37
VM, klar	10	17	1–50

Tabelle 7: Rufdauer während Verhörungen bei unterschiedlichen Mondphasen

generell aktiver sind bei Vollmond und mehr Zeit auf die Jagd und für Rufe verwenden als bei Neumond. In erster Linie wird dieses Aktivitätsmuster vom Verhalten der Beutetiere bestimmt. Konkrete quantitative Angaben zur Dokumentierung einer erhöhten Rufaktivität bei Vollmond werden von PENTERIANI et al. (2011) allerdings nicht präsentiert.

In unseren Verhörungen wurde in zahlreichen Fällen auch die Anzahl der dabei abgesetzten Rufe ermittelt. Für die zwei Zeitfenster und zwei Himmelsbedeckungen ergaben sich folgende Durchschnittswerte für die Rufanzahl (vgl. Tab. 5).

Die Rufanzahl unter den verglichenen Szenarien lässt keinen Einfluss der Mondphase erkennen, die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant (1-Weg-Anova mit Tukey-Kramer-Test: $F_{3,46} = 0,206$, $P = 0,89$).

Ob sich ein möglicher Mondlichteffekt auf den Rufbeginn oder die Dauer der Rufaktivität bei den rufenden Männchen ausgewirkt hat, lässt sich

anhand unserer Verhördaten ebenfalls überprüfen. Tab. 6 und Tab. 7 fassen die entsprechenden Daten zusammen.

Die Rufbeginne unter den verglichenen Szenarien stehen nicht unter einem erkennbaren Einfluss der Mondphase, die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant (1-Weg-Anova mit Tukey-Kramer-Test: $F_{3,54} = 2,313$, $P = 0,086$). Die Daten bestätigen allerdings eine frühere Beobachtung, wonach unsere Uhumännchen bei bedecktem Himmel tendenziell früher mit Rufen beginnen als bei klarem Himmel (HARMS 2016b).

Auch für die Rufdauer der Uhumännchen ist ein Vollmondeffekt aus unseren Verhördaten nicht darstellbar (Tab. 7), die Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant (1-Weg-Anova mit Tukey-Kramer-Test: $F_{3,44} = 0,524$, $P = 0,668$).

4. Unterschiedliche Untersuchungsbedingungen – Schlussfolgerungen

Die hier präsentierten Befunde aus abendlichen Uhuverhörungen der Jahre 2014-2016 lassen für die Uhu-population in unserem Berichtsgebiet keinen Vollmondeffekt auf die Rufaktivität residenter Uhumännchen erkennen. Die von PENTERIANI et al. (2010, 2011) postulierte erhöhte Rufaktivität bei Vollmond scheint somit auf den ersten Blick durch unsere Untersuchungen widerlegt. Allerdings wurde bereits im Abschnitt 3.5 auf etliche Faktoren und Umstände hingewiesen, die bei einem Vergleich der Befunde berücksichtigt wer-

den müssen, um Fehleinschätzungen zu vermeiden. Hieraus ergeben sich zahlreiche Anhaltspunkte, wie die widersprechenden Ergebnisse möglicherweise zu erklären sind (vgl. Abschnitt 3.5). Darüber hinaus lohnt ein neuerlicher vergleichender Blick auf die Unterschiede zwischen den Versuchsanordnungen (Tab. 8).

Ein bislang nicht diskutierter, aber möglicherweise entscheidender Punkt ist dabei augenfällig (Tab. 8): Während wir die Rufaktivität während der abendlichen Hauptrufzeit der Uhus für die Ermittlung eines möglichen Vollmondeffekts heranziehen, schließen PENTERIANI et al. (2010, 2011) genau diesen Zeitraum wegen vermu-

teter Interferenzen aus ihrer Betrachtung aus: "Because the vocalization peaks of eagle owls at sunset and sunrise may be influenced more by twilight (DELGADO & PENTERIANI 2007, PENTERIANI & DELGADO 2009) than by lunar phase, we excluded crepuscular call displays (i.e. those during the first hour after sunset and the first hour before sunrise) from our analysis" (PENTERIANI et al. 2011). Aus der Arbeit selbst ist nicht erkennbar, ob es sich dabei um eine bloße (allerdings gut begründbare) Vermutung handelt oder um eine durch entsprechende Beobachtungen unterlegte Erfahrung aus der Praxis. Unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung von Komplexität erscheint PENTERIANIS Beschränkung

Kriterium	PENTERIANI et al. (2010) / (2011)	dieser Beitrag
Untersuchungsgebiet	Sierra Morena (Südwestspanien, nahe Sevilla)	Raum Freiburg (Baden-Württemberg)
Untersuchungszeitraum	2003-2008 / (2003-2010)	2014-2016
Anzahl untersuchter Brutreviere	16	16 (nur besetzte Reviere)
Methodik	Telemetrie besenderte Uhus (14 M, 9 W) Bewegungserkennung	Verhörung, ohne Gebrauch von Klangattrappen
Untersuchungsumfang	189 Nächte – 66 mit Mondlicht* – 123 ohne Mondlicht	127 Nächte – 65 Nächte im Zeitfenster "Vollmond"*** – 62 Nächte im Zeitfenster "Neumond"***
Verteilung	gleichmäßig über Reviere u. Jahreszeit verteilt	zufällig über die Reviere verteilt
Jahreszeit	ganzjährig	Herbstbalz (Okt.-Dez.) Hauptbalz (Jan.-März)
Tageszeit	ganze Nacht (1 h vor SU bis 1 h nach Sonnenaufgang)	Hauptrufzeit in der Abenddämme- rung, (Verhörungen i.d.R. 15 Min. vor bis 1 h nach SU)
Rufaktivität	ohne Rufaktivität während der Däm- merung (i.d.R. 1 h nach SU bis 1h vor Sonnenaufgang)	Hauptrufaktivität während der Abenddämmerung
Witterung	Klare Nächte ("ohne Regen, Wind und Wolken")	Klare Voll- und Neumondnächte (+ Nächte mit Himmelsbedeckung zum Vergleich)
Untersuchte Mondphasen	5 (mit Sichtbarkeit der Mondscheibe 0-10%, 11-25%, 26-50%, 51-90%, 91-100%)	2 – Zeitfenster "Neumond": Neumond + 2 Tage davor (Sicht- barkeit 0 - 6,3%) – Zeitfenster "Vollmond": Voll- mond + 2 Tage davor (Sichtbar- keit 92 - 100%)

* Ohne genauere Angabe der Verteilung über die Mondphasen; PENTERIANI et al. (2011) reklamieren eine homogene Verteilung über alle Mondphasen, vgl. Zitat im Abschnitt 3.5.

** jeweils der Tag des astronomischen Eintreffens sowie die zwei Tage davor (vgl. Tab. 2)

Tabelle 8: Vergleich der Versuchsanordnungen

auf die reinen Nachtstunden sinnvoll und zweckmäßig, selbst wenn er sich damit auf der anderen Seite höhere Komplexität bei der Versuchsdurchführung einhandelt (Besenderung, lange nächtliche Beobachtungszeit, Phasen unterschiedlicher Rufaktivität, unterschiedliche Mondscheindauer pro Nacht, u.a.), die eine unabhängige Überprüfung oder eine Wiederholung seiner Untersuchung an anderen Uhupopulationen erschweren.

Unsere Ergebnisse aus Verhörungen in der abendlichen Hauptrufzeit der Uhumännchen sind angesichts der bestehenden sehr grundsätzlichen Unterschiede im Versuchsansatz nicht wirklich geeignet, den postulierten Mondlichteffekt von PENTERIANI et al. (2010, 2011) infrage zu stellen oder zu widerlegen. Im Gegenteil, indem sie keine stimulierende Wirkung des Mondlichts während der abendlichen Hauptrufzeit erkennen lassen, liefern sie ungewollt eine Bestätigung für die Richtigkeit ihrer Annahme, dass es bei der Rufaktivität in der Dämmerung zu Interferenzen kommen kann, die einen Mondlichteffekt möglicherweise überdecken.

Falls Mondlicht die Rufaktivität von Uhus stimuliert, dann ist nach den Befunden unserer Untersuchung die abendliche Hauptrufzeit allem Anschein nach kein geeigneter Zeitraum, danach zu suchen. Die Frage eines Mondlichteffekts auf das Rufverhalten der Uhus erweist sich damit als tiefgründiger und komplexer als ursprünglich angenommen. Wie bei manch anderem Problem steckt auch hier der Teufel offenkundig im Detail.

Die Frage nach dem Einfluss der Mondphase auf das Rufverhalten von Uhus ist damit sicher noch nicht abschließend und erschöpfend beantwortet. Es wäre wünschenswert und hilfreich, wenn Leser dieses Beitrags aus ihrer eigenen Arbeit und Erfahrung Hinweise, Beobachtungen und (möglichst auch) belastbare Daten beisteuern könnten, um eine weitere Klärung dieser Frage zu befördern.

5. Zusammenfassung

Anhand von Verhörungsdaten aus den Jahren 2014-2016 zur abendlichen Hauptrufzeit der Uhumännchen wäh-

rend der Herbst- und Hauptbalz wurde an einer Uhupopulation im Raum Freiburg (Baden-Württemberg) untersucht, inwieweit sich Vollmondbeleuchtung auf das Rufverhalten auswirkt. Dazu wurden die Rufaktivitäten bei Vollmond und Neumond gegenübergestellt, jeweils unter Einbeziehung unterschiedlicher Himmelsbedeckung (klar vs. bedeckt). Eine positive Wirkung starken Mondlichts auf die Rufaktivität (d.h. die Häufigkeit rufender Männchen) konnte nicht festgestellt werden. Auch der Rufbeginn, die Rufdauer und die Anzahl der Rufe zeigten sich unbeeinflusst von der Mondphase. Die These, wonach die optimale Sichtbarkeit und Signalwirkung des weißen Kehlflecks bei Vollmond eine vermehrte Rufaktivität der Uhumännchen bewirkt, konnte somit zumindest für die Hauptrufzeit der Uhus in der Abenddämmerung nicht bestätigt werden.

Summary

HARMS C 2017: Does moonlight really stimulate the vocal activity of Eagle Owls *Bubo bubo*? Eulen-Rundblick 67: 64-72

Using data from auditory surveys within a population of Eagle Owls near Freiburg (Baden-Württemberg) conducted 2014-2016 during the principal fall and winter calling periods we attempted to establish how the vocal display activity may be affected by moonlight. To this end vocal activities during full and new moon phases were compared, in combination with different sky cover (clear vs. covered). No positive effect of intense moonlight on the frequency of calling resident males was detectable in our study. The onset of calling, call duration and number of calls per session were likewise unaffected by the moon phase. The results of this study thus do not serve to support the view that the optimal visibility and signaling strength of the white throat badge under full moon illumination stimulates an increased vocal activity of the male Eagle Owls. No such effect could be demonstrated for the main dusk vocalisation period of Eagle Owls in this study.

Danksagung

Folgenden Personen gebührt mein Dank für ihre ausdauernde Unterstützung und Mithilfe bei den Verhörungen: S. AMBS, G. ASBECK, R. GANZ, J. HIPPE,

A. KOLLMANN, R. LÜHL, M. NAHM, G. RINGWALD, A. und M. ROSENBERGER, E. STENGELE und M. WALTER.

6. Literatur

- BETTEGA C, CAMPIONI L, DELGADO MM, LOURENÇO R & PENTERIANI V 2013: Brightness features of visual signaling traits in young and adult Eurasian eagle owls. *J. Raptor Res.* 47: 197-207
- CAMPIONI L, DELGADO MM, LOURENÇO R, BASTIANELLI G, FERNANDEZ N & PENTERIANI V 2013: Individual and spatio-temporal variations in the home range behaviour of a long-lived, territorial species. *Oecologia* 172: 371-385
- DELGADO MM & PENTERIANI V 2007: Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls (*Bubo bubo*). *J. Zool.* 271: 3-10
- 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
- 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 & LÜHL R 2017: Hohe Verluste bei Uhubruten im Raum Freiburg – Vergleich mit erfolgreichen Brutplätzen. *Eulen-Rundblick* 67: 11-19
- KERSTING G 2015: 50 Jahre Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz. In: Rau F, Lühl R & Becht J (Hrsg.): 50 Jahre Schutz von Fels und Falken. *Ornithol. Jh. Bad.-Württ.* 31 (Sonderband): 47-74
- KÉRY M 2008: Grundlagen der Bestandserfassung am Beispiel von Vorkommen und Verbreitung. *Ornithol. Beobachter* 105: 353-386
- 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
- MCDONALD JH 2014: *Handbook of Biological Statistics*, 3. Aufl. Baltimore, Maryland, USA

- PENTERIANI V 2002: Variation in the function of eagle owl vocal behavior: territorial defence and intra-pair communication? *Ethol. Ecol. Evol.* 14: 275-281
- PENTERIANI V 2003: Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis* 145: E127-E135
- PENTERIANI V & DELGADO MM 2009: The dusk chorus from an owl perspective: Eagle owls vocalize when their white throat badge contrasts most. *PlosOne* 8 (4): e4960. doi: 10.1371
- PENTERIANI V, GALLARDO M & CAZASSUS H 2002: Conspecific density biases passive auditory surveys. *J. Field Ornithol.* 73: 387-391
- PENTERIANI V, SERGIO F, DELGADO MM, GALLARDO M & FERRER M 2005: Bias in population diet studies due to sampling in heterogeneous environments: a case study with the Eagle Owl. *J. Field Ornithol.* 76: 237-244
- PENTERIANI V, ALONSO-ALVAREZ C, DELGADO MM, SERGIO F & FERRER M 2006: Brightness variability in the white badge of the eagle owl *Bubo bubo*. *J. Avian Biol.* 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. *Behav. Ecol.* 18: 143-147
- PENTERIANI V, DELGADO MM, BARTOLOMMEI P, MAGGIO C, ALONSO-ALVAREZ C & HOLLOWAY GC 2008: Owls and rabbits: predation against substandard individuals of an easy prey. *J. Avian Biol.* 39: 215-221
- PENTERIANI V, DELGADO MM, CAMPIONI L & LOURENÇO R 2010: Moonlight makes owls more chatty. *PlosOne* 5(1): e8696. doi: 10.1371
- PENTERIANI V, KUPARINEN A, DELGADO MM, LOURENÇO R & CAMPIONI L 2011: Individual status, foraging effort and need for conspicuousness shape behavioural responses of a predator to moon phases. *Animal Behaviour* 82: 413-420
- PENTERIANI V, DELGADO MM, KUPARINEN A, SAUROLA P, VALKAMA J, SALO E, TOIVOLA J, AEBISCHER A & ARLETTAZ R 2014a: Bright moonlight triggers natal dispersal departures. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 68: 743-747
- PENTERIANI V, DELGADO MM, STIGLIANO M, CAMPIONI L & SANCHEZ M 2014b: Owl dusk chorus is related to the quality of individuals and nest-sites. *Ibis* 156: 892-895
- 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 (Hrsg.): 50 Jahre Schutz von Fels und Falken. *Ornithol. Jh. Bad.-Württ.* 31 (Sonderband): 99-127

Dr. Christian Harms
 Brandensteinstraße 6
 D-79110 Freiburg/Br.
 E-Mail: cth-frbg@go4more.de
 Weitere Informationen und Download
 publizierter Untersuchungen unter
www.researchgate.net/profile/Christian_Harms2/contributions