

KOSMOS

Die Eulen — Europas

KOSMOS—NATURFÜHRER

Biologie, Kennzeichen,
Bestände



WOLFGANG SCHERZINGER
THEODOR MEBS



WOLFGANG SCHERZINGER
THEODOR MEBS

Die Eulen — Europas



WOLFGANG SCHERZINGER
THEODOR MEBS

Die Eulen — Europas

Biologie, Kennzeichen,
Bestände

KOSMOS

INHALT

Vorwort	6	„Mit Haut und Haar“	48
Zur 3., überarbeiteten und aktualisierten		Speiballen	49
Auflage	8	Feindverhalten	50
Vielfalt an Formen und Arten 10		Falsche „Ohren“ zur Tarnung	50
Artübergreifende Merkmale	10	Drohen und Angriff	51
Auge	11	Inner- und zwischenartliche	
Schnabel	11	Beziehungen	52
Schleier	13	Sozialkontakte	53
Fuß	14	„Hackordnung“	55
Gefieder	14	Werbung und Balzhandlungen	57
Federstrukturen	17	Wer wirbt, gewinnt	57
Gefieder der Jungeulen	18	Damenwahl	59
Vielfalt am Stammbaum	19	Nistplatz-Demonstration	59
Ur-Eulen	19	Nistplatz-Präparation	61
Artenvielfalt	21	Beuteübergabe	62
Die Eulen im System der Vögel	23	Paarung	62
Eulen-Verwandtschaft	24	Fortpflanzung und Brutpflege	64
Lebensform Eule	28	Eier und Gelege	64
Hoch spezialisierte Sinnesorgane	28	Bebrütung	66
Restlicht-Verstärkung	28	Brutbeginn und Schlupffolge	66
Irisblende	29	Arbeitsteilung	67
Blindflug und Horchpeilung	30	Größenunterschied der Geschlechter	68
Lauschangriff	32	Brutpflege	68
Flug mit Schalldämpfer	33	Schlupfhilfe	69
Kommunikationssignale	34	Fütterung am Nest	69
Kontrastzeichnungen	35	Nesthygiene	69
Rufe und Gesang	36	Verteidigung der Brut	70
Reichweite unterschiedlicher		„Verleiten“	71
Frequenzen	37	Nestlingszeit und Jugendentwicklung	71
Familienübergreifende Gemeinsamkeiten	39	Anpassungen im Nestlingsgefieder	72
Rhythmen	39	Leistungsspektrum der Jungeulen	73
Verhaltensweisen der Eulen ..	40	Gefahrvolle Ästlingszeit	74
Ruhe, Körperpflege und		Nestverlassen	74
Bewegungsweise	40	Lebensstrategien der Eulen ..	76
Gefiederpflege	41	Aktivitätsmuster	76
Flugkünstler	42	Nord-Süd-Gefälle	76
Beuteerwerb	44	Beutewahl	78
Lauern oder Pirschen	44	Vorteil von Kleinheit	79
Vorratswirtschaft	46	Die Kraft der Großen	79
		Mäuse für das Mittelmaß	80
		Hungerjahre	80

Paarungssysteme und Fortpflanzungsstrategien	81	Jagdliche Konkurrenz	113
Ortsfeste Arten müssen durchhalten	81	Zeigerarten	114
Geschlechtsspezifische Wege	83	Artenschutz – eine weltweite Verpflichtung	114
Nomaden auf Suche	84	Fachgerechte Nachweismethoden	115
Vorausschauende Planung	85	Bestandserfassung	116
Lebenserwartung	87	Entschärfung von Unfallrisiken	117
Populationsvernetzung durch Dispersion und Migration	88	Pflegestationen	118
Lebensraumsprüche	90	Zuchtprogramme	118
Wichtige Lebensraumparameter	90	Wiederansiedlungsprojekte	119
Biotopbewertung	90	Experimente in der Kritik	121
Beuteangebot	91	Hilfsmaßnahmen	123
Brutplatzangebot	92	Sicherung der Biotopqualität	124
Standortwahl	94	Künstliches Brutplatzangebot	124
Kompromiss im relativen Optimum	97	Sicherung der Nahrungsbasis	125
Schlüsselfaktoren	97	Schutzgebiete	126
Verteilung der Artenvielfalt	98	Unwägbarkeiten durch „Klimawandel“ ..	126
Natur- und Kulturlandschaften als Eulenbiotope	98	Die Arten	128
Nachklang der Eiszeit	99	Schleiereule <i>Tyto alba</i>	130
Primärbiotope in Mitteleuropa	100	Uhu <i>Bubo bubo</i>	151
„Kulturfolger“ in der Kulturlandschaft	101	Schnee-Eule <i>Bubo scandiacus</i>	174
„Kunstbiotop“ in der Siedlungslandschaft	102	Bartkauz <i>Strix nebulosa</i>	195
Lebensraumbereicherung durch Landnutzung	103	Habichtskauz <i>Strix uralensis</i>	217
Naturfremde Risikofaktoren	104	Waldkauz <i>Strix aluco</i>	238
Indirekte Bedrohung – meist unbemerkt und ungewollt	105	Waldohreule <i>Asio otus</i>	260
Eulen brauchen Hilfe	108	Sumpfohreule <i>Asio flammeus</i>	284
Eulen – Opfer des Aberglaubens	108	Zwergohreule <i>Otus scops</i>	303
Totenvogel	109	Sperbereule <i>Surnia ulula</i>	319
Schwarze Magie	110	Sperlingskauz <i>Glaucidium passerinum</i> ..	337
Symbole der Weisheit	111	Steinkauz <i>Athene noctua</i>	360
Anthropozentrischer Eulenschutz	112	Raufußkauz <i>Aegolius funereus</i>	384
Nützliche Schädlingsvertilger	112	Bestimmungsmerkmale der europäischen Eulen	408
		Adressen	410
		Quellen der Bestandschätzungen ..	412
		Literatur	412
		Register	413

Vorwort

(1. Auflage)

Eulen brauchen Freunde, und – im Gegensatz zu Scheu und Argwohn gegenüber den „unheimlichen“ Nachtvögeln oder gar deren Verfolgung in vergangener Zeit – wachsen heute das Interesse an dieser faszinierenden Vogelgruppe und die Bereitschaft, sich für den Erhalt dieser spezialisierten Tierarten zu engagieren. Die neue Wertschätzung der *Striges* (= wörtlich „Hexen“) verdanken wir nicht nur einer grund-

Kompendium zur Naturgeschichte der Eulenarten des europäischen Raumes gestalten. Um das Buch – bei allem Wunsch zur Vollständigkeit – dennoch handlich zu halten, wurden mit

- Verbreitung und ökologischen Ansprüchen,
- Bestandsschätzungen mit Folgerungen für die Artensicherung,
- Verhalten und Stimme zur Interpretation eigener Beobachtungen,

▷ Schleiereule schlüpft durch Stallfenster ein (Foto NILL).



▷▷ Schleiereule schlüpft durch Stallfenster aus (Foto NILL).



legend gewandelten Naturbetrachtung, sondern vor allem der hohen Bedeutung der Eulen in der Landschaftsbewertung, in Planungs- und Naturschutzpraxis, wo ihnen ein besonderer Stellenwert als Zeigerarten für wenig gestörte, artenreiche Lebensräume und als Leitarten für naturnahe und nachhaltig bewirtschaftete Areale zuerkannt wird! Entsprechend zahlreich sind neuere Veröffentlichungen zu Forschungs- und Artenschutzprojekten, Verbreitungskarten und Beringungsergebnissen, sodass eine übersichtliche Gesamtschau zum gegenwärtigen Wissensstand über die „Eulen Europas“ notwendig und sinnvoll erscheint.

Mit diesem Buch wollten wir eine Weiterentwicklung des seit Jahren bewährten Kosmos-Naturführers „Eulen und Käuze“, uns gleichzeitig jedoch nicht mit einer überarbeiteten Neuauflage begnügen, sondern ein modernes

- vergleichender Betrachtung zu Lebensformen, Nischen und Lebensstrategien europäischer Eulen
- vier Themenschwerpunkte bearbeitet, in die eine Fülle unveröffentlichter Dokumentationen sowie aktueller Angaben zu Siedlungsdichte und Bestandsentwicklung eingeflossen ist.

Wir strebten ein Eulenbuch an, das geeignet ist

- als Bestimmungshilfe (Artbeschreibung mit Stimmrepertoire und Abbildungen aller Altersstufen einschließlich Nestlinge/Ästlinge, Artenvergleich mit Bestimmungshilfe);
- für Hilfsmaßnahmen einschließlich der Bewertung lokaler Vorkommen (Risikofaktoren, Erfahrungen aus Schutzprojekten inklusive Nisthilfen oder Wiederansiedlung);
- zur Anregung für eigene Beobachtungen und Projekte (z. B. offene Fragen in jedem Artkapitel angesprochen);

- als griffiges Nachschlagewerk zur Naturgeschichte der Eulen (Evolutionbiologie, Anpassungen und Einnischung, Gegenüberstellung ursprünglich-natürlicher und Menschen-gemachter Lebensräume, Lebensstrategien und Beuteerwerb).

Jedenfalls war es unser Anliegen, die wachsende Bereitschaft zur europaweiten Zusammenarbeit aufzugreifen und die Biologie der „Eulen Europas“ zu beschreiben, wenn freilich die Detailgenauigkeit der eingeholten Daten mit der Entfernung vom deutschsprachigen Raum mitunter auch steil absinkt. Wir haben dieses Ungleichgewicht in Kauf genommen zugunsten einer großräumigen Übersichtlichkeit, aus der Bedeutung und Chancen von Eulenvorkommen in unserem Raum anschaulich abgelesen werden können.

In erfreulicher Kooperation mit dem Kosmos-Verlag konnte unser Wunsch nach reicher Illustration dieses Buches realisiert werden, wobei

wir bei Fotos und Zeichnungen besonderen Wert auf ausdrucksvolle Verhaltensstudien, auf arttypische Haltungen und Situationen und aussagekräftige Bewegungsabläufe gelegt haben – unter streng selektierendem Verzicht auf alle vermenschlichend konstruierten „Kitschbilder“ sowie auf Aufnahmen, bei denen die Vögel durch den Fotografen erkennbar verängstigt oder gestört worden waren. Dagegen konnten Protokolle, Tonbandaufzeichnungen und Fotobelege aus wissenschaftlich geführter Haltung und Zucht von Eulen ausgewertet werden, um ungestörtes Verhalten und Entwicklungsschritte der Nestlinge bzw. Jungeulen zu dokumentieren.

Wir wünschen den Eulen Europas viele neue Freunde durch dieses Buch!

DR. THEO MEBS/Castell

DR. WOLFGANG SCHERZINGER/St. Oswald,
2000

Vorwort (2., verbesserte Auflage)

Seit dem Erscheinen dieses Buches über „Die Eulen Europas“ im Herbst 2000 sind mehr als sieben Jahre vergangen, in denen eine Vielfalt bedeutender Ergebnisse zur Eulenforschung in Europa erarbeitet wurde. Deshalb wollten wir uns, als Autoren, bei der Neuauflage nicht mit Korrekturen von Druckfehlern begnügen, sondern das „Eulenbuch“ auf den neuesten Stand bringen. Wir haben uns deshalb bemüht, sowohl die aktuellen Bestandszahlen zu ermitteln, als auch die spezielle Literatur in den Artkapiteln nachzutragen. Hilfreich unterstützten uns

dabei die zahlreichen Kollegen und Kolleginnen im In- und Ausland.

Natürlich freuen wir uns sehr, dass unser Buch so breiten Anklang gefunden hat, und verbinden auch mit der 2. Auflage die Hoffnung, dass sie zu besserem Verständnis unserer Eulen und zu ihrem nachhaltigen Schutz beitragen wird.

DR. THEO MEBS/Castell

DR. WOLFGANG SCHERZINGER/
Bischofswiesen, 2008

Vorwort

(3., überarbeitete und aktualisierte Auflage)

Aus dem Schummer von Mythen und Märchen sind die Eulen in einem bisher nicht gekannten Maße ins Rampenlicht breiter Interessenskreise gerückt. Vom Kinderbuch bis zur Eulen-Show, von der Fachzeitschrift bis zur Welt-Eulen-Konferenz haben die Eulen ihr Außenseiter-Image abgestreift. Dank des wachsenden Engagements zum Schutz dieser ungewöhnlichen Vogelgruppe, dank langjähriger Beringung und neuer Telemetrie-Systeme, die jeden Ortswechsel selbst über Kontinente registrieren, mithilfe automatischer Kameras und Nachtsichtgeräte, die eine Beobachtung bei Dunkelheit ermöglichen, dank handlicher Aufnahmegeräte für bioakustische Feldarbeit und zunehmender Etablierung von Labors für genetische Analysen kam in wenigen Jahren eine Fülle wegweisender Forschungsergebnisse zur Veröffentlichung, die eine Überarbeitung und Aktualisierung der „Eulen Europas“ jedenfalls gerechtfertigt und geraten machen. Von besonderer Aussagekraft sind dabei Langzeitprojekte, die zum Teil mehrere Jahrzehnte überspannen, wie ein kontinuierliches Monitoring regionaler Bestände, die systematische Beringung lokaler Brutpopulationen oder die Fortschreibung von Genealogie und Populationsaufbau samt den mitunter komplexen Fortpflanzungsstrategien. Dabei erwies sich die Zusammenführung unterschiedlicher Disziplinen als besonders fruchtbar, da somit Beutewahl, Paarungssysteme, Bruterfolg und selbst Migrationen in eine Zusammenschau mit Lebensraum und Prädationsrisiko sowie den großräumigen, zum Teil kontinentalen Fluktuationen von Beuteangebot und Witterung gestellt werden können. Gänzlich neu sind Kooperationen zwischen funktionaler Morphologie, Strömungstechnik- und Luftfahrtingenieuren, die in der Feinstruktur

der Eulenfeder bis zum „lautlosen“ Eulenflug ein Modell für geräuscharme Flugkörper, Windkrafträder und Turbinen erkennen.

Diesen unübersehbaren Fortschritten steht die wachsende Gefährdung der Eulen gegenüber, wobei oft landschaftsweiter Lebensraumverlust an erster Stelle steht. Am auffälligsten in der Agrarlandschaft, durch stete Erweiterung der Feldeinheiten – unter rasantem Wegfall kleinräumiger Vielfalt und lebensraumbestimmender Strukturen; durch zunehmenden Umbruch von Grünland und Aufgabe von Brachland. Wenn Wald-Lebensräume auch noch weniger massiv umgebaut erscheinen, so trifft die zunehmende Nutzung naturnaher Altbestände samt ihrer Vielfalt an Specht- und Baumhöhlen sowie deckungsreichen Einständen besonders die Höhlenbrüter. Völlig ungewiss sind die Folgen des Klimawandels für die künftige Entwicklung der Lebensräume und für die Verbreitung der Eulen, wie auch für Beuteangebot und Feinddruck. Im „Anthropozän“ wachsen auch die Unfallrisiken für Eulen in der freien Landschaft, an erster Stelle durch den Verkehr, durch das dichte Netz an Stromleitungen und die trügerischen Glaswände der Hausfassaden.

Gleichzeitig beweist das erfreuliche Engagement für unsere Eulen in allen Gesellschaftsschichten, dass die Hilfsmaßnahmen greifen: wie der nachhaltige Effekt von Wiederansiedlungsprojekten bei Uhu, Habichtskauz und Steinkauz; die unübersehbaren Erfolge systematischer Nistkastenanbringung samt kontinuierlicher Betreuung, speziell für Steinkauz, Raufußkauz und Schleiereule; die Abschirmung sensibler Brutgebiete von Störungen wie Geocaching, Klettersport oder Baumfällung. Die Eulen selbst zeigen uns, dass auch ganz unerwartete Entwicklungen möglich sind, wie der



Als Merkmale des „Eulenschemas“ summieren sich: große, vorgerichtete Augen, ein durch den Schleierkranz abgegrenztes „Gesicht“, ein kugelig-runder Kopf und das lockere Gefieder, bei insgesamt gedrungenem Körper (Waldohreule Altvogel; Foto WOTHE).

Zuzug des Uhus aus „einsamen Waldschluchten“ in die lärmende Großstadt! Eulen brauchen Freunde – und die haben sie gefunden!

Mein aufrichtiger Dank gilt allen Bildautoren und Wissenschaftlern, die mir aussagekräftige Abbildungen aus ihrer laufenden Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Besonderen Dank schulde ich Frau Barbara Kieseewetter, die den Umbruch – trotz laufend anwachsender Textlänge – im nur leicht erweiterten Seitenumfang bewältigen konnte. Dazu war es erforderlich, das sehr umfangreiche Verzeichnis verwendeter Literatur aus dem Band zu nehmen. Dieses steht unter [kosmos.de/die-eulen-europas](https://www.kosmos.de/die-eulen-europas) in vollem Umfang online zur Verfügung.

Dr. Theo Mebs ist im Sommer 2017 verstorben. Die „Eulen Europas“ gingen auf seine Initiative zurück und sind letztlich eine Art Fortschreibung des Kosmos-Bändchens „Eulen und Käuze“. Auch wenn ich den schmerzlichen Wegfall des Co-Autors nicht in allen Punkten kompensieren kann, so ist es mein Anliegen, mit dieser 3. Auflage eine solide Zusammenschau der faszinierenden Ergebnisse aus Eulenschutz und Eulenforschung vorzulegen.

DR. WOLFGANG SCHERZINGER/
Bischofswiesen, 2020

Vielfalt an Formen und Arten

Eulen sind eine sehr einheitliche Vogelgruppe, deren Stammbaum bis zu 65 Millionen Jahre zurückreicht (ältester Fossilnachweis aus dem späten Paläozän). Die auffällige Übereinstimmung der für die Zuordnung wesentlichen Merkmale gilt als Hinweis auf eine gemeinsame (monophyletische) Abstammungslinie aller bekannten Eulen, das hieße, die Lebensform Eule wurde stammesgeschichtlich nur einmal entwickelt!

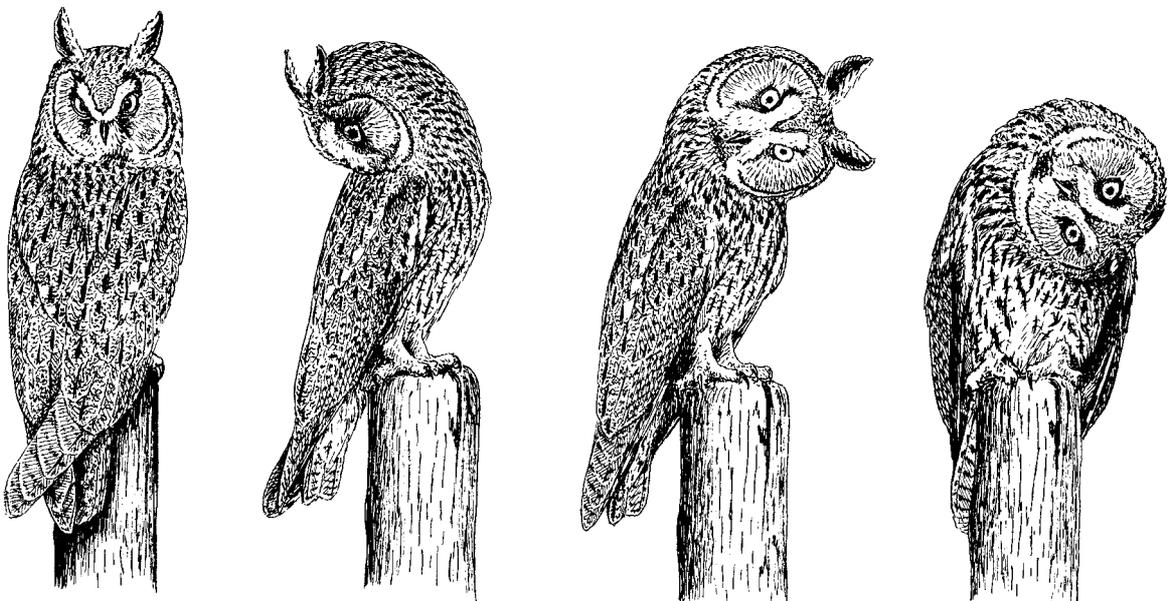
Auch ohne spezielle Vorkenntnisse lassen sich Eulen meist allein aufgrund ihrer ungewöhnlichen Gestalt, vor allem ihres markanten „Gesichtes“ mit den in der Regel großen, nach vorne gerichteten Augen richtig zuordnen. Weiter zählen eine gedrungene Gestalt, ein lockeres Gefieder und ein kugelig-großer Kopf zu den ausschlaggebenden Merkmalen des „Eulenschemas“. Optisch orientierte Tierarten, wie die Vögel, erkennen in dieser Merkmalskombination einen gefährlichen Fressfeind und schlagen entsprechend Alarm, attackieren eine

entdeckte Eule mitunter sogar – auch unter dem Risiko, dabei selbst erbeutet zu werden. Vielen Arten – speziell den Singvögeln – ist das Erkennen dieses „Eulenschemas“ angeboren oder es wird über inner- und zwischenartliche Tradition erworben. Die „Hassreaktion“ der Vögel auf eine Eule (Mobbing) wird seit alters zum Anlocken für den Vogelfang (z. B. Drosselfang mit dem Steinkauz auf der Jule) und für die Hüttenjagd (z. B. Abschuss von Krähen und Greifvögeln vor dem angepflockten Uhu) ausgenutzt. Diese offensichtliche „Feindschaft“ zwischen Tag- und Nachttieren fand symbolische Auslegung in der Mythologie, die den Eulen – seit der Steinzeit – eine vielschichtige Bedeutung zuordnete [55].

Artübergreifende Merkmale

Eulen sind gegenüber verwandten (z. B. Mäusevögeln und Nashornvögeln) oder vergleichbar spezialisierten Vogelgruppen (z. B. „Tag-Greifvögel“ – als Zusammenschau der Greifvögel und der nicht näher verwandten Falken) in folgenden Merkmalen unterschieden: Eulen sind in der Regel durch besonders große, kugelförmige Köpfe charakterisiert; in besonderem Maße trifft dies für dunkelaktive Waldbewohner zu. Ihr Schädel ist durch mehrschichtige Hohlkonstruktion der Knochen besonders

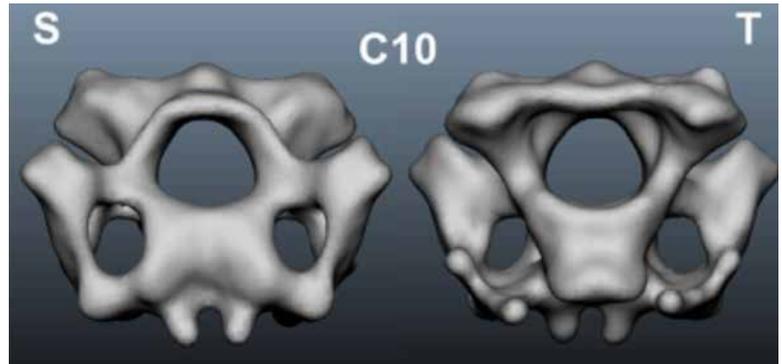
Die ungewöhnliche Beweglichkeit von Kopf und Hals bei den Eulen vermag die starre Lagerung der Augen auszugleichen (Waldohreule; nach MÜLLER 1985).



leicht gebaut; das Gehirn ist relativ groß, doch ist die Hirnschädel-Kapazität zugunsten der isolierenden Sandwich-Struktur zum Teil um bis zu 20 % verringert [1047].

Auge

Die sehr großen, vorgerichteten Augen charakterisieren die Eulen in besonderem Maße. Die Färbung der Iris ist bei Schleiereule, Wald- und Habichtskauz von dunklem Schwarzbraun, bei den meisten heimischen Arten hellgelb (Steinkauz) bis kräftig gelb (Schnee-Eule), bei Waldohreule und Uhu auch orange – im Einzelfall sogar glutrot (bei Uhu auch schwarze Iris als Aberration). Nestlinge zeigen oft noch eine blassgraue Iris; bei sehr alten Vögeln zerfällt die Iripigmentierung mitunter marmorartig. Das Eulenaugen kann von insgesamt drei Schutzmechanismen abgedeckt werden: einem oberen Lid, das dem Eulengesicht – oft durch kräftige Wimpern verstärkt – einen puppenhaft-menschlichen Ausdruck verleiht und als einprägsames Signal bei Erregung ruckartig bewegt wird („Augenklimern“); einem unteren Lid, das beim Schlaf weit heraufgezogen wird; und der Nickhaut, die – typischerweise milchig-weiß bzw. trüb – von oben innen nach außen unten über die Hornhaut geschoben wird [155]. Im Vergleich zur Körpergröße ist der Augapfel der Eulen ungewöhnlich groß. Walzenförmig gestreckt überragt er den Schädel seitlich, sodass der Eulenkopf – noch maßgeblich verstärkt durch das plustrige Gefieder und den Schleierkranz – sehr viel größer wirkt, als es seinem Skeletturniss entspricht. Das Auge ist von einem Ring knöcherner Platten eingefasst (Sklerotikalring), der mit dem Schädel fest verbunden ist. Form und Verankerung des Eulenauges lassen somit praktisch keine adjustierende Beweglichkeit zu (maximal 1,5° beim Waldkauz, 2° bei Schleiereule [330, 1042]), was die Vögel durch eine ungewöhnliche Drehbarkeit der 14 Halswirbel kompensieren können. Den meisten Arten gelingt dabei ein Zurückdrehen des Kopfes über den Rücken, was im Einzelfall einer Wendung von mehr als 270° entspricht. Damit das Gehirn bei extremer Halsverdrehung von der Blutversorgung nicht abgeschnürt wird, ist das Lumen des Halswirbelkanals, durch den die Kopfarterie geführt wird, rund 10-fach



weiter als der Querschnitt des Blutgefäßes. Diese lebenswichtige Versorgung wird zusätzlich durch eine reservoirartige Erweiterung des Blutgefäßsystems im Halsbereich abgesichert [548, 549, 723].

Die mehr oder minder starr nach vorne gerichteten Augen ermöglichen ein breites Sehfeld (z. B. 200° beim Waldkauz). Im Überlappungsbereich der beiden Sehfelder von 70–150° (z. B. Schleiereule) gelingt binokulares Sehen, eine wesentliche Voraussetzung für exaktes Anpeilen von Beutetieren [330, 758, 1215]. Bei großen Eulenarten verbessert der große Abstand der Augen die dreidimensionale Tiefenschärfe; kleine Arten können einen ähnlichen Effekt durch seitlich pendelnde Kopfbewegungen erzielen (Fixierbewegungen). Zur Akkomodation kann die Krümmung der Hornhaut (Cornea) und zum Teil auch die Form der Linse aktiv angepasst werden, doch sind Eulenaugen im Allgemeinen auf „Weitsicht“ eingestellt. D. h. auf sehr kurze Distanzen können sie nicht scharf sehen (Mindestdistanz für Kleineulen 25 cm, für Wald- und Bartkauz 58 bzw. 85 cm, für Uhu und Schnee-Eule 100 bzw. 166 cm [720]). Zur genauen Betrachtung eines Objektes müssen Eulen daher entweder zurücktrippeln bzw. den Kopf weit zurückbeugen oder das Objekt mit den langen Tastborsten an der Schnabelseite („Vibrissen“) erfassen. Wegen etwaiger Verletzungsgefahr werden die Augen dabei typischerweise geschlossen.

Schnabel

Der Eulenschnabel ist stark gekrümmt und weist scharfe Schneidekanten auf (kein „Falkenzahn“). Seine Färbung reicht von schwarz

Ein besonders großes Lumen in den Halswirbeln sichert den Blutstrom der Kopfarterie zur Versorgung des Eulengehirns – selbst bei extremer Kopfdrehung (Beispiel 10. Halswirbel von *Tyto furcata*; aus KRINGS 2014).

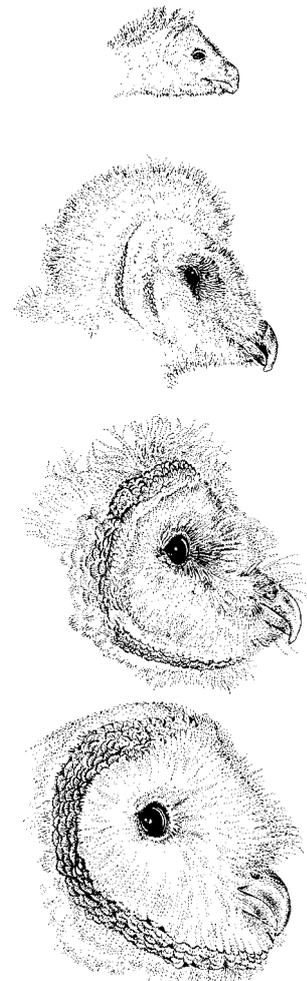
Der durchdringend-direkte Eulenblick wirkt auf den Betrachter nahezu „hypnotisch“ (Uhu; Foto NILL).



Von den 4 Zehen kann die äußerste bei den Eulen vor- oder zurückgestellt werden („Wendezehne“; Fang des Uhus; Foto GROSS).

(Schnee-Eule, Waldohr- und Sumpfohreule) bis dunkelgrau (Uhu, Zwergohreule), gelblich (Habichtskauz, Steinkauz) und hornfarben (Raufußkauz), kann aber durch die Ernährung beeinflusst werden (z. B. hochgelb bis grellorange durch Karotinoide; bei Nestlingen oft noch unausgefärbt bläulich grau). Erregte Eulen erzeugen mit dem Schnabel knackende bis prasselnde Abwehrlaute („Knappen“). Mit kraftvollem Biss sind selbst kleine Eulenarten in der Lage, Beute anzuschneiden, Gelenke zu durchtrennen und Knochen zu zerkleinern. Die Zunge ist fleischig (ohne Borsten, Widerhaken usw.), bei der Schleiereule jedoch mit horniger, gespaltenen Spitze. Vergleichbar mit Papageien, Tauben und Greifvögeln, haben Eulen an der Schnabelbasis eine unbefiederte Region ausgebildet, die – als sogenannte „Wachshaut“ – in der Regel auch die Nasenlöcher umschließt und einen meist matt-blaugrauen, hornfarbenen oder graurosa Farbton aufweist, mitunter von wachsartigem Fettglanz.

Von meist ähnlichem Aussehen ist die Bürzeldrüse, die in der Regel unbefiedert und birnenförmig-langgestreckt ist und durch das Bürzelgefieder nur leicht abgedeckt wird. Eulen haben keinen Kropf – wie z. B. Greifvögel – und deponieren Beuteüberschuss, da sie nicht „auf Vorrat“ fressen können [275].

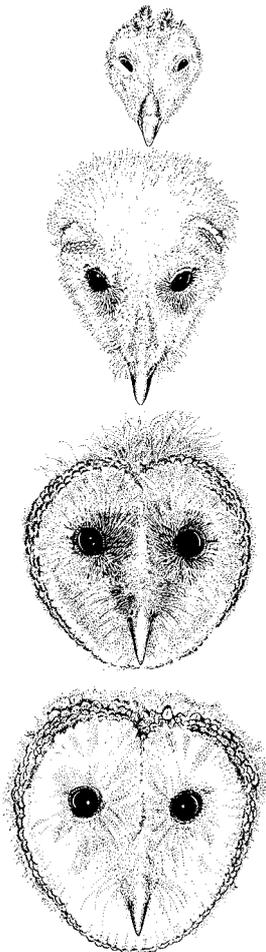




Zusätzlich zur meist milchig-trüben „Nickhaut“ verfügen Eulen über ein oberes und ein unteres Lid zum Schutz der Augen (Waldkauz; Foto POTT).

Schleier

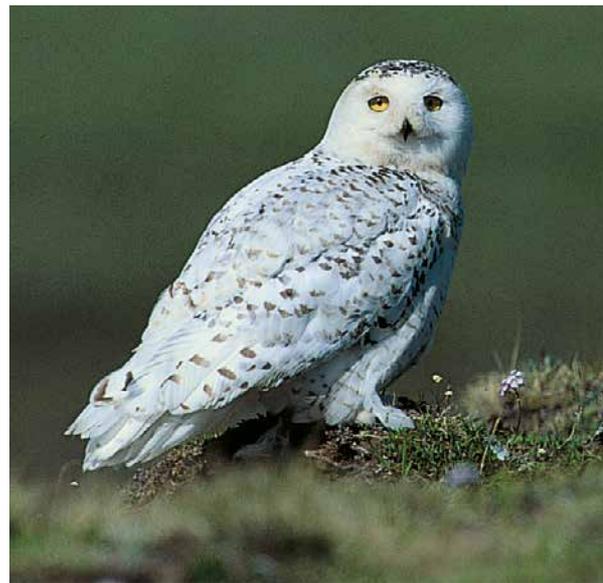
Ganz wesentlich für den gesichtshaften Ausdruck der Eulen ist ihr „Schleier“, eine kranzförmige Einfassung aus steifen, besonders geformten Federn, die – als Teil des hoch spezialisierten Gehörs – der Verstärkung und Lenkung von Schallwellen dienen: Direkt sichtbar ist der meist kreis- oder herzförmige „Innere Schleier“, der das Gesichtsfeld zwischen Auge und Kopfseite artspezifisch bestimmt. Er bedeckt den Gehöreingang wie ein steifer Deckel aus gitterartig durchlässigen Federchen. Ein zweiter, größerer Kranz aus kurzen, dicht gepackten Federchen fasst den hinteren Rand des Gesichtsfeldes als „Äußerer Schleier“ ein. Dieser ist elastisch verformbar und lässt die jeweilige Stimmung der Eule mimisch erkennen: Bei konzentriertem Horchen bildet er eine kreisrunde Scheibe, wodurch die Fläche des Schallaufpralls wesentlich vergrößert werden kann. In Ruhe- oder Tarnstellung hingegen legt sich der Äußere Schleier der Kopfform eng an. Schleier- und Kopfform spielen speziell im Sozial- und Feindverhalten eine signalhafte Rolle, weshalb diese äußere Umrahmung des Gesichtsfeldes bei zahlreichen Arten durch artspezifische Kontrastzeichnungen betont wird [925]. Eine Reihe von Eulenarten zeigt besondere Federstrukturen am Kopf, die – als „Stimmungsbarometer“ – unterschiedlich aufgestellt, weggestreckt, angelegt oder zur



Formung des Gesichtschleiers bei der Schleiereule während der Jugendentwicklung (nach HARESIGN & MOISEFF 1988).

Waldkäuze treten in Europa in unterschiedlichen Farbmorphen auf (wie grau, braun und fuchsrot), mit wechselnden Anteilen in den geografischen Regionen (Foto NILL).

Seite geklappt werden können. Innerhalb der Eulenfamilie haben sich solche „Federohren“ aus besonders verlängerten, mitunter auch abweichend gefärbten Kopffedern mehrfach entwickelt. Sie stehen in keinerlei Zusammenhang mit dem Gehör, werden vielmehr bei Balz und Aggressivverhalten signalhaft eingesetzt und kaschieren in der Tarnstellung die eulentypische Kopfform.



Mit ihrer ausgeprägten „Rindenzeichnung“ optimiert die Zwergohreule den Tarneffekt des Gefieders (Foto NILL).

Das weiß-fleckige Gefieder der Schnee-Eule scheint eine Anpassung an die schneereiche Tundra; doch gilt diese Tarnwirkung nicht für die Brutzeit (junges Männchen; Foto WOTHE).

Fuß

Der Fuß aller Eulenarten hat 4 Zehen, die nur im Fall der Schleiereulen mehr oder minder gleich lang sind und bei der die Innenseite der Mittelzehe eine feine Sägestruktur aufweist (Putzkralle); bei den „Echten Eulen“ ist die Innenseite etwas kürzer. Die 4. Zehe ist als „Wendezehe“ ausgebildet, d. h. sie kann über eine gelenkige Fixierung sowohl vor- als auch zurückgedreht werden [509]. Wenn Jungeulen auch lange Zeit eine Zehenstellung mit 3 vor- und einer zurückgerichteten Zehe zeigen – speziell im Fersensitz –, so ist der Fuß adulter Eulen typischerweise zangenartig gebaut, mit je 2 Zehen vor und zurück (zygodactyl). Der gespreizte Fuß bildet sowohl eine trittsichere „Sohle“ beim Gehen als auch einen treffsiche-

ren Greifapparat beim Beutefang. Zusätzlich sichern warzenartige Papillen an der Zeheninnenseite ein sicheres Tasten und Greifen.

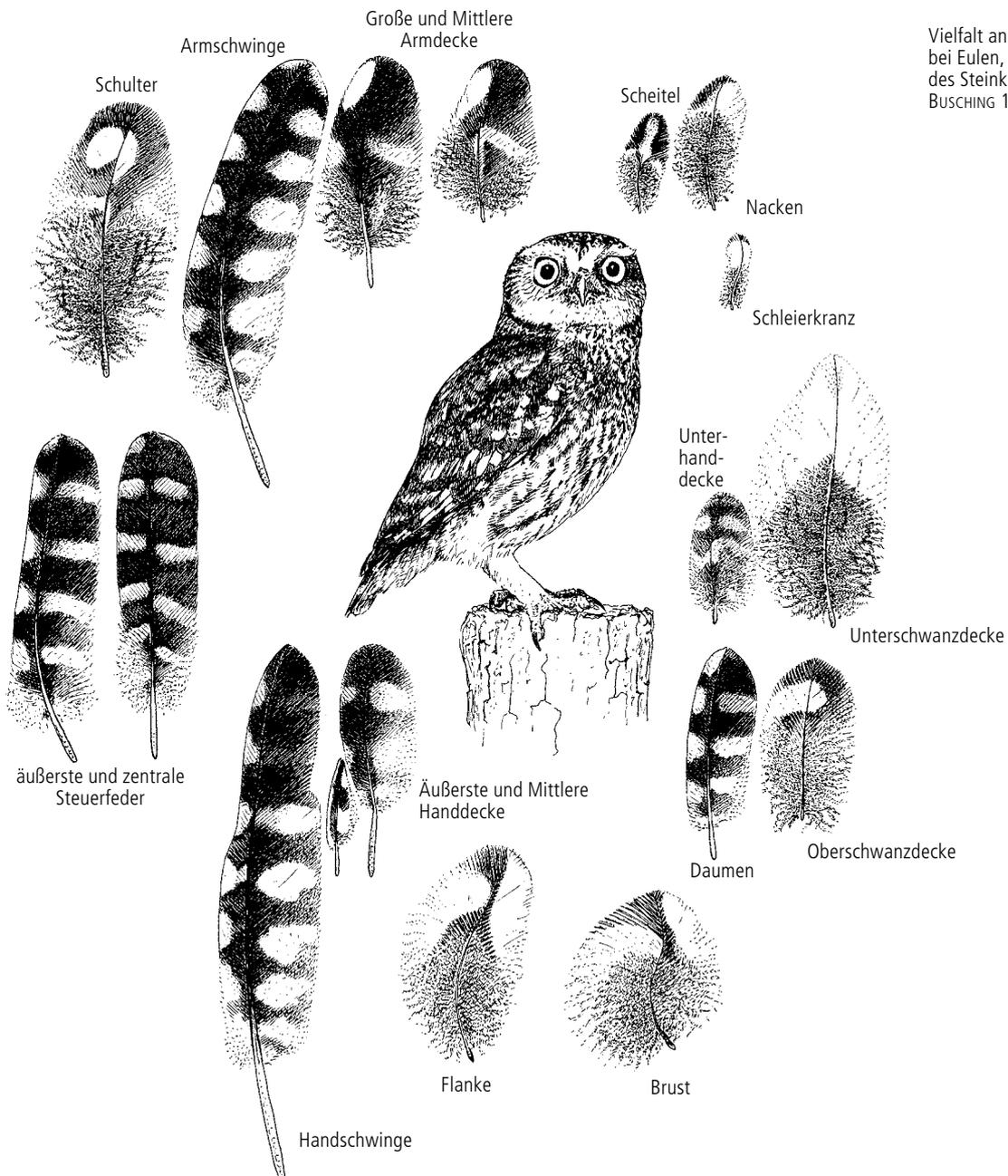
Gefieder

Das Eulengefieder ist typischerweise flauschig-locker, mit sehr breiter, auffallend leichter Fahne und hochelastischem Kiel. Es dominieren tarnende (kryptische), die Körperform kaschierende (somatolytische) Farbtöne und Musterungen in Rostbraun, Mattbraun, Ocker,

Beige, Grau und Schwarz. Bei der Zwergohreule ist eine solche „Rindenzeichnung“ besonders ausgeprägt. Wüstenbewohner sind in der Regel sandfarben-„ausgebleicht“; allerdings sind solche Farbabstufungen nicht immer genetisch vererbt, was ihre taxonomische Verwendbarkeit erheblich einschränkt (z. B. Umfärben nach Umsiedlung in anderen Klimaraum [946]).

Da von einigen Eulenarten unterschiedliche Populationen in Mitteleuropa aufeinandertreffen, kann in Überlappungsgebieten eine erhebliche Variation sowohl der Grundfärbung als auch der Gefiedermusterung beobachtet werden. Im Fall der Schleiereule treffen z. B. weißbäuchige Formen aus West- und Südwesteuropa und gelbliche bis rostfarbene Formen aus dem

Vielfalt an Federtypen bei Eulen, am Beispiel des Steinkauzes (nach BUSCHING 1997).



Die zarten, weißen Eidunen (Neoptil) frisch geschlüpfter Eulen bieten einen nur geringen Wärmeschutz (Sperbereule; Foto SCHERZINGER).

„Rupfungsblatt“ mit Uhu-Gefieder. Die Artzugehörigkeit von Mauserfedern oder in Rupfungen aufgefundenen Federn lässt sich am besten über eine Vergleichssammlung bestimmen, in der das gesamte Großgefieder und charakteristische Typen des Körpergefieders übersichtlich aufgeklebt sind (Foto TYLL).

Osten aufeinander. Partner mitteleuropäischer Brutpaare können somit auffällig verschiedenen Farbtypen angehören. Darüber hinaus treten auch dunkelbraune bis rußschwarze Individuen auf. Beim Uhu reicht die Farbpalette von hell sandfarben bis tieffocker oder rostrot, mit nur zarter Zeichnung oder auch tiefschwarzer Fleckung. Das Brust- und Bauchgefieder von Raufußkäuzen kann fein marmoriert, derb gefleckt, quer gebändert oder längs gestreift sein.

Manche Arten – wie der Waldkauz – treten in unterschiedlichen Formmorphen auf, deren Anteile in den Populationen mit der geographischen Breite wechseln, bei einem allgemeinen Trend von mehr „roten“ Käuzen in südlicheren/feucht-wärmeren Gebieten zu mehr „grauen“



in nördlicheren/trocken-kälteren Gebieten. Da der Farbtyp des Gefieders durch Melanin bestimmt wird, das gleichzeitig an den Hormonhaushalt gekoppelt ist, unterscheiden sich graue, braune und rote Morphen auch hinsichtlich ihrer Physiologie (z. B. Kältetoleranz, Stressbewältigung), Lebenserwartung und Fortpflanzungsaktivität. Ein solcher Gradient vom dunkleren, zum Teil sattbraunen Eulengefieder im Süden Europas zum eher hellgrauen Typus bei nordischen Populationen lässt sich auch für Raufußkauz und Habichtskauz feststellen („Glogers Regel“ [746]). In osteuropäischen Vorkommen und auf dem Westbalkan treten bei letzterer Art neben grauen, mattbraunen und schokobraunen Individuen vermehrt auch melanistische auf (sogenannte „Mohren“). Innerhalb der europäischen Eulen treten Schwärzlinge bei wenigstens 5 Arten auf. Ein solcher Farb-Poly-morphismus wird als Reaktion auf sehr vielseitig strukturierte Habitats interpretiert.

Bei wenigstens 6 heimischen Eulenarten wurden auch Individuen mit teilweise oder vollständig weißem Gefieder beobachtet (Leuzismus = Farbpigment fehlt nur im Gefieder; Albinismus = reinweißes Gefieder und rote Augen aufgrund völligen Pigmentausfalls).

Die Geschlechter unterscheiden sich im Allgemeinen weder in der Färbung noch in der Zeichnung. Eine markante Ausnahme ist die Schnee-Eule, deren Weibchen meist eine kräftige, schwarze Querbänderung zeigen, während Männchen mit zunehmendem Alter reinweiß werden können. Bei Waldohreulen dominieren rostbraune Farben bei Weibchen, Männchen





Die Gefiederfärbung kann innerhalb einer Art erheblich variieren (Extreme der Farbpalette bei Habichtskauz-Ästlingen: links heller „Nordlandtyp“, rechts dunkler „Balkantyp“; Fotos SCHERZINGER).

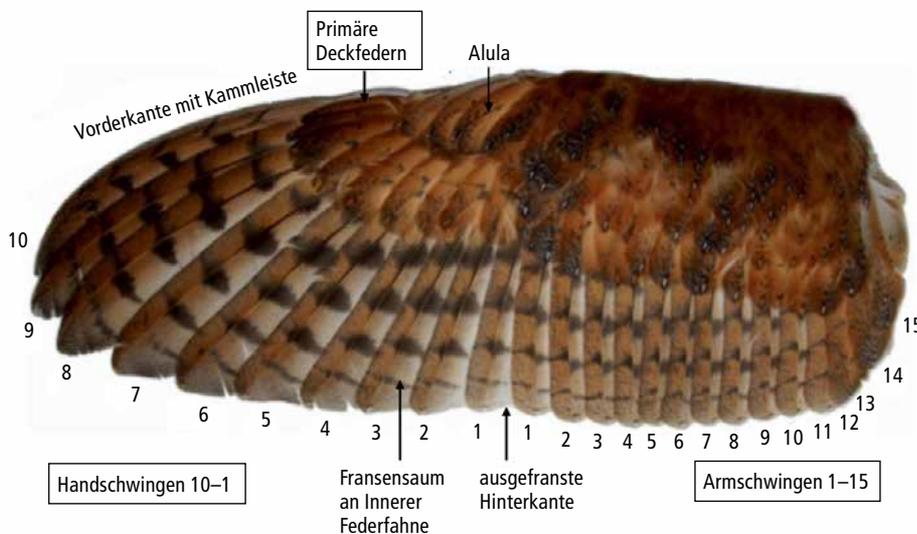
sind meist heller ockergelb bis beige. Dasselbe gilt für Schleiereulen, bei denen sich die Geschlechter aber zuverlässiger an der Bänderung der Schwungfedern unterscheiden lassen [440, 638].

Federstrukturen

Körperfedern sind einzeln inseriert, d. h. ihnen fehlt der dunig ausgebildete „Afterschaft“ (Zwillingsfedern, die z. B. bei Hühnervögeln das wollig-dunige Untergefieder bilden); ersatzweise dient den Eulen eine dunige Ausbildung des basalen Federabschnitts zur Thermoisolation. Das Großgefieder der Eulen umfasst

10 Handschwingen (und 1 verkümmertes Remicelle), je nach Eulenart 15–20 Armschwingen und 10–12 Schwanzfedern (ausnahmsweise auch 10 oder 13; [144, 221]). Die Längenproportionen des Großgefieders entsprechen – funktional – den jeweiligen Lebensraumtypen, wobei in der Regel runde, kurze Flügel und lange Schwänze für mehr oder minder standorttreue Waldbewohner typisch sind, und schmale, lange Flügel in Kombination mit kurzen Schwänzen für Pirschjäger des Offenlandes, speziell für Arten, die zu Langstreckenwanderungen befähigt sind.

Bei Flug- und Wendemanövern vermindern die kleinen Federn des Daumenfittich (Alula)



Schleiereulen-Schwinge mit Kennzeichnung schalldämpfender Strukturen (aus WAGNER et al. 2017).



Innerhalb der europäischen Eulen repräsentiert der Uhu den größten Vertreter; sein Gewicht beträgt etwa das 40-Fache eines Sperlingskauzes als kleinstem Vertreter (vgl. gegenüberliegende Seite; Foto REINHARD).

gefährliche Turbulenzen bzw. das Absturzrisiko. Dank großer Flügelfläche bleibt die Flügelbelastung bei dem relativ geringen Körpergewicht der Eulen generell sehr niedrig, was ihnen einen auffällig langsamen Flug ermöglicht und zur Vermeidung störender Fluggeräusche beiträgt. Darüber hinaus bewirken besondere Federstrukturen den „lautlos“-mottenhaften Eulenflug [35, 268, 269, 1140].

Die Befiederung der Beine (Tarsen) und Zehen variiert zwischen den einzelnen Eulenarten erheblich. Sie reicht von den langen, „nackten“ Beinen der Fischeule zur borstenartig-schütterten Befiederung an den Zehen von Schleier- oder Zwergohreule, und von der zart

abdeckenden Beinbefiederung beim Sperlingskauz bis zum dichten Feder-„Pelz“ an den Beinen von Uhu oder Habichtskauz. Dieser reicht bei den nordischen Arten bis über die Zehen (z. B. Bartkauz, Spereule; namensgebend beim Raufußkauz [rauh bzw. rauch = veraltete Bezeichnung für Pelz]). Durch buschig dichte Befiederung wird die Fußsohle bei der Schneeeule sogar schneeschuhartig verbreitert.

Gefieder der Jungeulen

Im Beispiel der Schleiereule deuten sich im Laufe der Embryonalentwicklung im 32. Stadium erste Federraine an Rücken und Schwanz an; die Federanlagen an Schultern, Brust und Flügel sind ab 35. bzw. 36./37. Stadium erkennbar. Bereits 2 Tage vor dem Schlüpfen ist der ganze Körper von zartem Dunenflaum bedeckt [522]. Frisch geschlüpfte Eulen tragen ein plüschartig-kurzes, bei den meisten Arten weißliches Dunenkleid (Eidunen oder Neoptil). Durch rasches Wachstum schiebt sich – an identischen Kielen – das halbdunig ausgebildete Nestlingskleid (Mesoptil) nach, das arttypisch von weißlich grau, beige bis schokoladenbraun gefärbt sein kann und die verbliebenen Eidunen noch an den Spitzen trägt. Nur die Schleiereulen-Nestlinge entfalten 2 aufeinanderfolgende Dunenkleider. Unter dem letzten bildet sich das Jugendkleid (Teleoptil), das fertig erscheint, sobald der weiße Dunenflaum abgefallen ist [474]. Das Großgefieder der Jungeulen entwickelt sich in der Regel erst nach dem Nestverlassen vollständig. Vor allem bei Höhlenbrütern bleibt das Wachstum der Schwanzfedern, die in einer engen Höhle eher hinderlich bzw. bruchgefährdet wären, gegenüber den Schwingen deutlich zurück. Nach dem Verlassen des Brutplatzes sind die meist noch flugunfähigen „Ästlinge“ daher stark gefährdet. Bei den „echten Eulen“ vervollständigt sich das Mesoptil zum Jugendkleid (Zwischenkleid) ohne Federwechsel.

Das Jugendgefieder mancher Eulenarten differenziert zum Teil auffällig vom Adultgefieder, im Extrem z. B. bei den reinweißen Ästlingen des Brillenkauzes (*Pulsatrix perspicillata*), die wie ein „Negativ“-Abbild zum tiefschwarzen Gefieder der Altvögel wirken! Innerhalb der europäischen Eulen fallen Raufußkauz, zum Teil auch Sperlingskauz und Spereule auf, deren Äst-

linge ein nahezu einfarbig schokoladenbraunes Gefieder tragen, ohne die Tüpfel, Streifen oder Sperberung des Alterskleides.

Mit allmählichem Selbstständigwerden der Jungvögel schiebt sich das Erstjahres-Federkleid – mit „echten“ Federn – über das flauschige Jugendkleid, dessen Halbdunen gleichzeitig abgestoßen werden. Dabei wird das Großgefieder nicht gewechselt, weshalb die Kondition während der Jugendentwicklung für die Überlebensfähigkeit im 1. Winter wichtig erscheint. Das Erstjahres-Kleid ist somit ein Mischtyp und ähnelt in Struktur, Färbung und Zeichnung bei den meisten Arten dem späteren Adultgefieder, ausgenommen bei der Schnee-Eule, deren Jährlinge durch eine deutliche bzw. dichtere Querbänderung erkennbar sind. Eulen, die bereits vor Abschluss ihres 1. Lebensjahres zur Fortpflanzung schreiten, tragen noch das Großgefieder des Jugendkleides und das Körpergefieder des Erstjahres-Kleides. Erst mit der Mauser im 2. Lebensjahr erhalten sie ihr „endgültiges“ Alterskleid. Vor allem die kleinen Arten erneuern dabei auch Schwanz und Schwingen aus dem Jugendkleid. Uhus und Schnee-Eulen wechseln ihr Großgefieder hingegen im Laufe von 3–4 Jahren. Somit können Vögel hinsichtlich ihrer Fortpflanzung zwar reif (matur), hinsichtlich ihres Federkleides gleichzeitig aber noch unausgereift (subadult) sein, was die Benennung der Altersstadien und Gefiederausformungen bei den Eulen verkompliziert [144, 189, 275].

Der Mauserverlauf ist einerseits charakteristisch für die Eulen, gleichzeitig aber artspezifisch unterschiedlich: Die meisten Eulen aus unserer Fauna vermausern die Handschwingen vom Körper zur Flügelspitze fortschreitend (deszendente; Beginn mit HS. 1 bzw. HS. 2), nur bei Schleiereule, Uhu und Schnee-Eule geht die Schwingenmauser von verschiedenen Punkten aus (Beginn mit HS. 6 bzw. HS. 7) – jeweils nach innen wie außen fortschreitend (nicht-deszendente bzw. mehrere Foci). Die Schwanzfedern werden typischerweise von außen zur Mitte fortschreitend abgeworfen (zentripetal), sodass die Eule im Sommer nur noch über die Mittelfedern zur Steuerung verfügt. Umgekehrt ist der Verlauf bei Schleiereule, Uhu und Zwergohreule, die zuerst die Mittelfedern verlieren (zentrifugal). Kleineulen stoßen die



Schwanzfedern nahezu gleichzeitig ab, was z. B. mausernde Sperlingskäuze beim Flug erheblich behindert.

Kleineulen, wie der Sperlingskauz, können noch beutearme Bergwälder besiedeln; gleichzeitig sind sie erhöhtem Feinddruck durch die größeren Eulen ausgesetzt (Foto SCHMIDT).

Vielfalt am Stammbaum

Als Flugjäger, die sich auf vorwiegend dunkelaktive Beute spezialisierten, konnten sich die Eulen sehr erfolgreich über nahezu alle Kontinente ausbreiten. In unterschiedlichen Größen und Anpassungstypen siedeln sie von tropischem Urwald und Halbwüsten bis zu Savannen, Sumpfbereichen, den europäischen Waldgebieten vom Tiefland bis zur alpinen Waldgrenze, auch im kalten Borealwald und den Tundren in Polnähe. Nicht erreicht wurden die Antarktis und einige ozeanische Inseln. Die höchste Artenvielfalt weist das landschaftlich reich gegliederte Asien auf, speziell die subtropischen und tropischen Waldgebiete, wobei die zahlreichen – oft endemischen – Inselformen Indonesiens und der Philippinen zur Gesamtvielfalt erheblich beitragen.

Ur-Eulen

Aufgrund der spektakulären Fossilfunde aus China in den letzten Jahren gibt es keinen Zweifel mehr, dass sich die Vögel von befiederten Sauriern ableiten [141, 224, 563]. Nach heutigem Kenntnisstand dürften alle Vertreter der Eulen einem gemeinsamen „Stammbaum“ entspringen, der sich vor rund 65 Millionen Jah-

Vielfalt an Formen und Arten

Tabelle 1. Die monophyletische Ordnung der Strigiformes differenzierte sich bereits zum Beginn der „Erd-Neuzeit“ – vor rund 65 Mio. Jahren – und ist durch eine Fülle neuerer Fossilfunde belegt (nach RICH & BOHASKA 1981, FEDUCCIA 1999, JOHNSON 2003, KUROCHKIN & DYKE 2011, MAYR 2016, WINK 2009, 2016, 2018).

ÄRA	PERIODE	EPOCHE	ALTER (MIO. J.)	FOSSILNACHWEIS	REGION	
ERD-NEUZEIT (KÄNOZOIKUM)	Neogen	Holozän	0,01	<i>Bubo</i> , <i>Nyctea</i>	England, Frankreich	
		Pleistozän	2,6	<i>Otus scops</i> ; <i>Glaucidium</i>	Ungarn, Frankreich; Brasilien	
				<i>Ornimegalonyx oteroi</i> , <i>Surnia</i>	Kuba, Tennessee/USA	
				<i>Grallistrix</i> , <i>Bubo scandiacus</i>	Hawaii, Südfrankreich	
		Pliozän	5,3	<i>Tyto cravesae</i> , <i>Bubo ibericus</i>	Kuba, Spanien	
				<i>Aegolius</i> , <i>Tyto alba</i>	Ungarn, Ostafrika	
		Miozän	23	<i>Bubo lacteus</i>	Ostafrika	
				<i>Athene inexpectata</i>	Südafrika	
				<i>Tyto gigantea</i> , <i>Tyto balearica</i>	Italien	
				<i>Tyto ignota</i>	Frankreich	
		Paläogen	Oligozän	34	<i>Miotyto montispetrosi</i>	Süddeutschland
					<i>Basityto rummeli</i> , <i>Strigidae</i> , <i>Asio</i>	Bayern, Nordamerika, Frankreich
Eozän	56		<i>Prosybris antiqua</i>	Frankreich		
			<i>Oligostrix</i>	Europa		
			<i>Heterostrix tatsinensis</i>	Mongolei		
			<i>Necrobyas harpax</i>	Frankreich		
			<i>Nocturnavis incerta</i>	Frankreich		
			<i>Aurorornis</i>	Halbinsel Krim		
			<i>Protostrix</i> , <i>Sophiornis</i>	Nordamerika, Frankreich		
			<i>Palaeoglaux artophoron</i>	Grube Messel/Deutschland		
Paläozän	60	<i>Eostrix tsaganica</i> , <i>Eo. martinelli</i>	Mongolei, Nordamerika			
		<i>Berruornis</i>	Frankreich, Deutschland			
ERD-MITT.	Kreide	65	<i>Ogygoptynx wetmori</i>	Colorado/USA		
			68	Differenzierung Lebensform Eule	(Annahme)	
			135			

ren, zum Ende der Kreidezeit differenziert hat. Dafür sprechen zum einen ein Knochensteg am Skelett des Unterarms (Radius), der ausschließlich bei Eulen vorkommt, auch bei den von den Strigiden abweichenden Schleiereulen [84, 85]; des Weiteren die Möglichkeit zur Hybridisierung über die Gattungsgrenzen (z. B. Waldohreule × Waldkauz [951]).

Das Auftreten erster Eulen fällt zeitlich mit der Entfaltung der vorwiegend nachtaktiven Kleinsäuger zusammen [986]. Die ältesten Fossilreste von Eulen werden *Ogygoptynx wetmorei* aus Nordamerika (Wyoming bzw. Colorado) zugeordnet und sind etwa 60 Millionen Jahre alt (Mittleres Paläozän [1174, 1177]). Nachfolgende Prototypen wie *Berruornis* aus dem Oberen Paläozän, *Eostrix* aus dem Unteren Eozän oder *Heterostrix* aus dem Unteren Oligozän

stehen noch an der Schwelle zur Auftrennung in *Tytonidae* und *Strigidae*. Während fossile Vertreter der *Tytonidae* schon früh eine radiative Artendifferenzierung erkennen lassen, sind Vertreter der *Strigidae* erst ab dem Unteren Miozän nachweisbar. Dabei dürften nach heutiger Kenntnis steinkauzartige Formen an der Basis der „Echten Eulen“ stehen [398, 857]. Am längsten lässt sich die Ahnentafel der Schleiereulen zurückverfolgen, mit *Necrobyas* aus dem Oberen Eozän. Einige Vertreter erreichten sogar Riesenformen, wie *Tyto gigantea* und *Tyto robusta* aus dem Miozän Italiens oder *Tyto cravesae* aus dem Pleistozän auf Kuba. Daneben fanden sich in der Karibik der Riesenuhu *Bubo osvaldoi* sowie ein unvorstellbar großer Vertreter der *Strigini*, *Ornimegalonyx oteroi*, der mit rund 1 m Größe und wenigstens 9 kg Körpergewicht

alle heute lebenden Euenarten bei Weitem übertraf, allerdings nur noch bedingt flugfähig gewesen sein dürfte [224, 435, 1174].

Mit *Bubo incertus* lebte ein früher Uhu vor rund 40 Millionen Jahren (Frankreich [647]). Gehäufte Eulenfunde aus Europa reichen etwa bis 4 Millionen Jahre zurück und wurden den noch heute verbreiteten Gattungen *Bubo* (Uhus), *Strix* (Waldkäuze), *Otus* (Zwergohreulen), *Aegolius* (Raufußkäuze) und *Glaucidium* (Sperlingskäuze) zugeordnet [189].

Artenvielfalt

Weltweit leben gegenwärtig vermutlich mehr als 270 Eulenarten, doch differieren die Angaben im Schrifttum mit 141, 195, 205, 212, 225 oder 270 ganz erheblich [65, 189, 275, 509, 681, 793, 1146]. Diese überraschend große Differenz ist zum einen auf die unterschiedliche Bewertung des Artstatus einzelner Eulenformen bei den Systematikern zurückzuführen:

- Beispielsweise wurden verschiedene Uhu-typen entweder jeweils als Unterart oder als getrennte Art eingestuft (Gattung *Bubo* = 11 Arten bei WOLTERS [1180]; 13 Arten bei ECK & BUSSE [189]; bzw. 21 Arten bei KÖNIG, WEICK & BECKING [509] und 26 Arten bei WINK [1175] – Schnee-Eule und Fischuhus der bisherigen Gattungen *Ketupa* und *Scotopelia* einbezogen).

- Ähnlich werden bei WINK [1175] z. B. 23 Arten der Gattung *Strix* angegeben (die bisherige Gattung *Ciccaba* einbezogen), gegenüber 20 bei WOLTERS [1180], aber nur 14 Arten bei ECK & BUSSE [189].
- Besonders groß ist die Differenz bei den weitverbreiteten Kleineulen der Gattungen *Glaucidium* (mit 11 rezenten Arten bei ECK & BUSSE [189] bzw. 29–32 Arten bei KÖNIG, WEICK & BECKING [634]) und *Otus* (mit 22 rezenten Arten bei ECK & BUSSE [189] bzw. 67–73 Arten bei KÖNIG, WEICK & BECKING [509])! Entsprechend der neuen Systematik trennt WINK [1174] die 47 Arten der Alten Welt (Gattung *Otus*) von den 28 Arten der Neuen Welt ab (Gattungen *Megascops* und *Psilosops*).

Zum anderen ist die Unsicherheit im geringen Kenntnisstand von Biologie, Ethologie und Ökologie mehrerer Arten begründet, speziell aus den schlecht erforschten Tropenwäldern. Zum Dritten handelt es sich um relativ junge Artabspaltungen, die eine Hybridisierung zum Teil noch zulassen (z. B. Mischlinge von Wald- und Habichtskauz oder Uhu und Schnee-Eule; [936, 951]), phänotypisch aber wie „gute“ Arten unterscheidbar sind. Eine feintaxonomische Analyse wird auch durch den hohen Selektionsdruck erschwert, dem nachtaktive Beutegreifer ausgesetzt sind und der relativ einheitliche

EUROPÄISCHER BESTAND		WELTWEITER BESTAND AN EULENARTEN			
ARTENZAHL	GATTUNG (soweit in Europa)	DEL HOYO et al. 1999	WEICK 2006	MIKKOLA 2012	WINK 2017
1	<i>Tyto</i>	14	22	24	> 24–25
1	<i>Surnia</i>	1	1	1	1
1	<i>Aegolius</i>	4	4	4	4
1	<i>Athene</i>	4	4	7	6 (8)
2	<i>Asio</i>	7	7	8	8
3	<i>Strix</i>	19	21	24	23
2	<i>Bubo</i>	18	26	26	26
1	<i>Glaucidium</i>	31	32	25	32
1	<i>Otus</i>	63	73	48	47
9 Gattungen		weltweit insgesamt 28 (31) Gattungen			
13 Arten in Europa		205	232	> 250	> 270

Tabelle 2. Anzahl an Eulenarten innerhalb der 9 in Europa und der 28 (31) weltweit verbreiteten Gattungen. Auf Basis von Stimmenvergleich und genetischer Analyse verfeinert sich die Differenzierung von Einzelarten laufend.

Vielfalt an Formen und Arten

MERKMAL	EIGENSCHAFT	ARTEN													
		SPERLINGSKAUZ	ZWERGOHREULE	RAUFUSSKAUZ	STEINKAUZ	WALDOHREULE	SPERBEREULE	SCHLEIEREULE	SUMPFHOREULE	WALDKAUZ	HABICHTSKAUZ	BARTKAUZ	SCHNEE-EULE	UHU	
GRÖSSENKLASSEN	bis Taube	■	■	■	■										
	bis Mäusebussard					■	■	■	■	■					
	bis Fasan										■	■	■		
	bis Adler														■
KOPF	klein/flach	■				■									
	klein/ohne „Hals“		■												
	groß/kugelig			■						■	■	■	■	■	■
	groß/flach				■										
	groß/ohne „Hals“					■		■	■						
FEDEROHREN	deutlich		■			■									■
	klein/spitz									■				■	
OCCIPITALGESICHT	markant	■													
	deutlich erkennbar		■	■	■		■								
SCHLEIER	markant								■						
	deutlich erkennbar			■		■			■		■	■			
	unauffällig	■	■		■		■			■			■	■	
AUGENGRÖSSE	klein/rund	■					■					■			
	klein/mandelförmig								■		■				
	groß/rund		■	■	■	■				■	■				■
	groß/spaltförmig													■	
IRISFARBE	schwarzbraun								■		■	■			
	gelb	■	■	■	■		■		■			■	■		
	orange					■									■
BRUSTGEFIEDER	längs gestreift								■		■	■			
	längs gefleckt	■													■
	quer gebändert						■							■	
	quer- u. längs gezeichnet		■			■				■					
	marmor-fleckig			■	■										
	einfarbig								■						
SCHWANZFORM	lang rhombenförmig						■				■	■			
BEINE	beborstet								■						
	glatt befiedert	■	■		■	■			■						
	pelzig befiedert			■				■		■	■	■	■	■	■
ZEHEN	beborstet		■		■			■							
	glatt befiedert	■				■	■		■						■
	pelzig befiedert			■						■	■	■	■		
KRALLEN	glatt (innen)	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
	gesägt (innen)								■						

Tabelle 3. Bestimmungsschlüssel für die Eulen Europas (Merkmale von Altvögeln; Reihung der Arten nach Körpermasse).

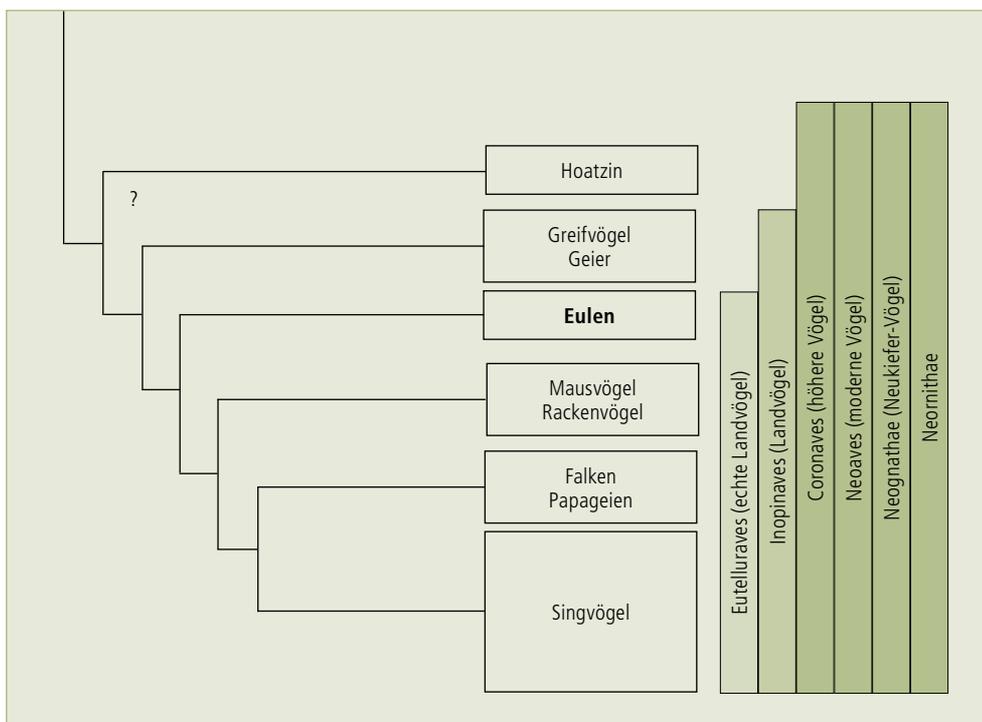
Merkmalsausprägungen erzwingt. Nach Körper- und Gefiedermerkmalen sehr ähnliche Eulen, die nach Museumsbälgen als „Art“ zusammengefasst waren, entpuppten sich bei Erweiterung der verglichenen Merkmale – z. B. Verhalten und Lautäußerungen – aber oft als Gruppe deutlich verschiedener Einzelarten (vgl. Gattungen *Athene* aus Europa, *Otus* und *Glaucidium* aus Südamerika, *Tyto* weltweit [513, 514, 862]).

Die Eulen im System der Vögel

Wenn auch die Eulen aufgrund ihrer übereinstimmenden Merkmale seit jeher als geschlossene Vogelfamilie aufgefasst wurden, so erfuhr deren Einordnung im System der Vögel in den letzten Jahren doch einen markanten Wandel. In der Antike oft noch mit den Fledermäusen vereint, wurden die Eulen den „Taggreifvögeln“ bis in die Neuzeit als „Nachtgreifvögel“ angegliedert. Als man meinte, die Merkmalsübereinstimmungen zwischen Greifvögeln und Eulen doch besser als Konvergenzen aufzufassen, wurden die Eulen zwischen Papageien und Falken gruppiert. Entsprechend findet man die Eulen in den Handbüchern des 20. Jhs. nach

Kuckucken und Papageien bzw. vor den Nachtschwalben eingereiht.

Neben neuen Erkenntnissen aus dem Vergleich der Ontogenese von Skelett- und Sehnenmerkmalen bei Vogelnestlingen [547, 621] haben letztlich die modernen Analysemethoden genetischer Strukturen zu gänzlich neuen Modellen der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft der Eulen (*Strigiformes*) innerhalb der Vögel (*Aves*) geführt. Nach ersten Annäherungen von SIBLEY & AHLQUIST [991], den Stammbaum auf der Basis von DNA-Hybridisierung nachzuzeichnen, mit der die Ähnlichkeit bestimmter Eiweißstoffe einzelner Arten aufgezeigt werden kann, sollten die Eulen gemeinsame Vorfahren mit den Nachtschwalben haben. Das schien hinsichtlich der dunkelaktiven Lebensweise, der tarnenden Gefiedermerkmale und der carnivoren Ernährung zunächst durchaus plausibel. Dieses System festigte auch die traditionelle Trennung der „Tag-Greifvögel“ (z. B. Adler, Habichte, Geier) von den Eulen – als „Nacht-Greifvögel“. Übereinstimmende Merkmale zwischen diesen Vogelgruppen entsprachen demnach eher parallelen Anpassungen (Konvergenz, Analogie).



Position der Eulen (*Strigiformes*) im Stammbaum der Vögel, mit einer vermutlich gemeinsamen Wurzel mit den Greifvögeln und benachbart zu Maus- und Rackenvögeln (stark vereinfacht, nach PRUM et al. 2015).

Zur weiteren Verwandtschaft der Eulen wurden in diesem Modell die Segler, Tauben und Kuckucke gerechnet; auch wurden die fruchtfressenden Turakos und Papageien mit ihnen in Beziehung gebracht.

Neuere Analysen vergleichen artspezifische Strukturen der Zelle, wie das Cytochrom-b der Mitochondrien, deren genetischer Code ausschließlich über die weibliche Linie weitergegeben wird, und die DNA des Zellkerns, die von beiden Elterntieren vererbt wird. Aktuell erlaubt die Sequenzierung kompletter Genome die Nachzeichnung der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft zu „Stammbäumen“, aus denen sowohl der zeitliche wie auch genetische Abstand einzelner Vogelgruppen abzulesen sind. Diese Darstellung der Abstammungslinien hat die „klassischen“ Modelle der Taxonomie vielfach aufgehoben und eine völlig neue Anordnung im System der Vögel erstellt:

Bereits an der Basis des Stammbaums der modernen Vögel (*Neornithae*) haben sich die Straußenvögel und Tinamus (als *Palaeognathae* = Altkiefern-Vögel) von den moderneren *Neognathae* abgetrennt. Als offensichtlich sehr alter Zweig dieser „Neukiefern-Vögel“ finden sich die Hühner- und Gänseartigen (*Galloanserae*) sozusagen am Fuß des Stammbaums. Der Hauptstamm trägt mit den *Neoaves* alle weiteren Vogelarten und verzweigt sich mit einer Astgabel, die jeweils Ziegenmelker, Segler und Kolibris (*Strisores*) trägt bzw. die Taubenartigen (*Columbaves*; Tauben inklusive Turakos und Kuckucke). Ein höherer Ast trägt die Kraniche (*Gruiformes*), gefolgt von einem breiten Verzweigungsbündel, das die Vielfalt an Wasservögeln umfasst (*Aequorlitorithes*; mit Flamingos, Möwen, Limikolen, Pinguinen, Störchen, Reiher, Pelikanen etc.). Der Stammbaum gipfelt in den *Inopinaves*, die durch sehr ungleiche Bereiche repräsentiert sind: mit den Greifvögeln (*Accipitrinae*; Geier, Adler, Habichte u. a.), den Rackenvögeln (*Coracimorphae*; mit Mausvögeln, Hopfen, Tukanen, Eisvögeln und Spechten) sowie der hochdiversen Gruppe der Singvögel (*Passeriformes*), an die noch die Papageien und Falken angegliedert wurden.

In diesem Modell sind die Eulen als Geschwistergruppe der Rackenvögel (*Coracimorphae*) platziert. Damit erscheinen sie einerseits

als nächstverwandt mit den Mausvögeln, entstammen aber gleichzeitig einer gemeinsamen Wurzel mit den Greifvögeln. Als Alternative könnten die Eulen auch in die Nähe der Papageien gerückt werden [817]. Während also die Tag- und Nacht-Greifvögel in dieser Auffassung wieder als mehr oder minder zusammengehörig betrachtet werden könnten, gelten die Merkmalsübereinstimmungen mit Ziegenmelkern, Seglern und Kuckucken als klare Parallelanpassung, zumal die *Strisores* jetzt an völlig anderer Stelle im Stammbaum platziert wurden [94, 1178]. Wenn diese Konstruktion eines Stammbaums auch auf phylogenetischen Beziehungen erstellt wurde, so liegt es auf der Hand, dass mit jedem Fortschritt der Analysetechnik künftig mit weiteren Umstellungen zu rechnen ist.

Aus dieser Eingruppierung der Eulen in die Nachbarschaft einer frucht- und fleischfressenden Vogelgruppe ließe sich möglicherweise auch die Anatomie ihres Verdauungstraktes erklären. Die Eulen als hoch spezialisierte Carnivore besitzen nämlich zwei ausgeprägte, lange Blinddärme, wie das eher für herbivore Arten typisch ist. Möglicherweise handelt es sich hier um ein „atavistisches“ Merkmal aus der frühen Ahnenreihe [991]! (Der Kot aus den Blinddärmen ist meist dunkel senfartig und übel riechend; verängstigte Nestlinge und Schleiereulen-Brutvögel können diese ekel-erregende Masse als Abwehrmittel gegen Störer am Brutplatz einsetzen).

Eulen-Verwandtschaft

Wenn in der Antike auch eine enge Verwandtschaft zwischen Eulen und Fledermäusen vermutet wurde, so stellen die Nachtvögel mit der Ordnung *Strigiformes* (ältere Bezeichnung *Strigae* = Eulenvögel) doch eine sehr einheitliche und in sich geschlossene Vogelgruppe dar. In der ersten systematischen Artenliste von LINNÉ (1758) galten die Eulen noch als Greifvögel (*Accipitres*) und die Arten wurden einheitlich mit dem Gattungsnamen *Strix* belegt. Doch folgten mehrere Ansätze zur Differenzierung der Formenvielfalt. So schied L'HERMENIER (1827) die Eulen als „Nacht-Greifvögel“ von den „Tag-Greifvögeln“ und SCHLEGEL (1862) meinte, in Ohreulen (*Oti*) und Käuzen (*Stri-*

ORDNUNG STRIGIFORMES			
FAMILIE	UNTERFAMILIE	TRIBUS	GATTUNGEN
TYTONIDAE	Tytoninae		<i>Tyto</i>
	Phodilinae		<i>Phodilus</i>
STRIGIDAE	Striginae	Bubonini	<i>Bubo</i> (inkl. <i>Nyctea</i> , <i>Ketupa</i> , <i>Scotopelia</i>)
		Strigini	<i>Strix</i> (inkl. <i>Ciccaba</i> , <i>Jubula</i>)
		Pulsatrigini	<i>Pulsatrix</i> , <i>Lophostrix</i>
		Megascopini	<i>Megascops</i> , <i>Psilosops</i> , <i>Pyrroglaux</i> , <i>Gymnoglaux</i>
		Asionini	<i>Asio</i> , <i>Ptilopsis</i> , <i>Pseudoscops</i> , <i>Nesasio</i>
		Otini	<i>Otus</i> , <i>Mimizuku</i>
	Surniinae	Surniini	<i>Surnia</i> , <i>Glaucidium</i> , <i>Taenioglaux</i> <i>Xenoglaux</i> , <i>Micrathene</i>
		Athenini	<i>Athene</i> (inkl. <i>Speotyto</i>)
		Aegolini	<i>Aegolius</i>
	Ninoxinae	Ninoxini	<i>Ninox</i> , <i>Uroglaux</i> , <i>Sceloglaux</i>

Tabelle 4. Genetische Analysen bestätigen die klare Trennung der Familien Tytonidae (Schleiereulenartige) und Strigidae („Echte Eulen“). Innerhalb Letzterer kam es zur Zusammenfassung nahestehender Gattungen (z. B. *Bubo*, *Strix*) sowie Aufspaltungen ähnlich erscheinender Gattungen (z. B. *Otus*, *Megascops*; nach WINK 2016).

ges) eine naturgegebene Gliederung zu sehen. NITSCH (1840; in [1176]) separierte die auffällig verschiedenen Schleiereulen als Familie *Tytonidae* von den „Eigentlichen“ oder „Echten Eulen“ aus der Familie *Strigidae*. Diese Zweiteilung hat bis heute Gültigkeit.

Die *Tytonidae*, zu denen heute auch die „fratzenhaften“ Maskeneulen aus Südasien (Gattung *Phodilus*) zählen, zeigen ein seidig-glattes Gefieder, dunkle, relativ kleine Augen, einen schmalen, sehr langen Schnabel und einen besonders markanten – namengebenden – Schleier. Die 10. Handschwinge weist an ihrer Vorderkante eine kammartige „Zähnelung“ auf; gattungstypisch ist eine innen gezähnelte Krallen an der 3. Zehe (Putzkrallen). Ihr Gewölle ist durch einen lackschwarzen Schleimüberzug charakterisiert. Die Nestlinge tragen nacheinander 2 echte Dunenkleider. Die eigentlichen Schleiereulen zählen mit insgesamt 24 (25) Arten zur Unterfamilie *Tytoninae* [74]; von den Maskeneulen (Unterfamilie *Phodilinae*) sind nur 2 Arten bekannt.

Die wesentlich artenreichere Familie der *Strigidae* wirkt in sich sehr inhomogen, hat aber eine glatte Innenseite der Krallen (keine Zähnelung) und das halbdunige Mesoptil (Nestlingskleid äl-

terer Nestlinge bzw. Ästlinge) gemeinsam [189]. Die weltweite Artenvielfalt verteilt sich auf 23–27 Gattungen. Hierzu zählen so unterschiedliche Formen wie Uhu und Bartkauz oder Schnee-Eule und Sperlingskauz. Die populäre Unterteilung in „Ohreulen“ (mit Federohren) und Käuze (mit runden, katzenartigen Köpfen) ist wissenschaftlich nicht gerechtfertigt, da ohrenartige Federstrukturen sicher mehrfach – unabhängig voneinander bei wenigstens 8 Gattungen – entwickelt wurden und als Verwandtschaftshinweis somit ungeeignet sind. Außerdem zeigen manche rundköpfigen Käuze in Feindsituationen durchaus vergleichbare „Ohren“ (z. B. Sperlingskauz, Raufußkauz, Schnee-Eule). Hingegen lässt sich eine Gruppierung nach der Ausformung der realen Hilfsstrukturen des Gehörs finden: d. h. in Gattungen mit einer häutigen Ohrklappe (Operculum) vor dem Gehöreingang (wie *Asio*, *Strix*, *Aegolius*) bzw. ohne solche Ohrklappe (wie *Otus*, *Bubo*, [*Nyctea*], *Athene*, *Glaucidium*, *Surnia*). WOLTERS [1180] versuchte eine feinsystematische Gruppierung innerhalb der *Strigidae* nach Merkmalen von Morphologie, Gefieder und Verhalten und schlug die Aufstellung neuer Unterfamilien vor, die die Ohreulen als *Asioninae*, die Waldkäuze zusam-

men mit Uhu, Schnee-Eule und Zwergohreule als *Striginae* und die Kleineulen als *Surniinae* erfassen.

Der Vergleich genetischer Strukturen bestätigt diesen Vorschlag zum Teil, findet aber zu einer weitergehenden Differenzierung: So wurden die Arten im Tribus *Bubonini* als monophyletisch erkannt und entsprechend die Schnee-Eule (*Nyctea*) sowie die eurasischen und afrikanischen Fischeulen (*Ketupa* bzw. *Scotopelia*) in die Gattung *Bubo* übernommen. Dem Tribus *Bubonini* wurden die Arten des ebenfalls als monophyletisch erkannten Tribus *Strigini* zur Seite gestellt. Als monophyletisch werden auch die Arten aus dem Tribus *Asionini* gewertet, denen u. a. die afrikanischen Weißgesichtseulen (*Ptilopsis*) zugeordnet wurden. Keine Änderung ergab sich für die Raufußkäuze der

Gattung *Aegolius*, die ebenfalls als monophyletisch erkannt und in der Nähe der Sperbereule (Gattung *Surnia*) platziert wurden. Im Tribus *Otini* sind hingegen 3 unterscheidbare Entwicklungslinien zu erkennen, weshalb die Neuweltarten (Nord- und Südamerika), mit den Gattungen *Megascops* und *Psiloscops*, von der Gattung *Otus* aus der Alten Welt (Eurasien und Afrika) separiert wurden. Vergleichbar wurden die Arten der Gattung *Glaucidium* in der Alten und Neuen Welt unterschiedlichen Clustern zugeordnet (für Letztere wurde die Gattung *Phalaenopsis* vorgeschlagen). Die großen Vertreter aus Afrika und Asien, die den Steinkäuzen deutlich näher stehen als den Sperlingskäuzen, wurden in der Gattung *Taenioptynx* zusammengefasst. Bei den Steinkäuzen der Gattung *Athene* scheinen mehrere geografisch getrennte Entwicklungslinien vereint, sodass die Gliederung nach Arten oder Unterarten noch sehr unausgewogen scheint.

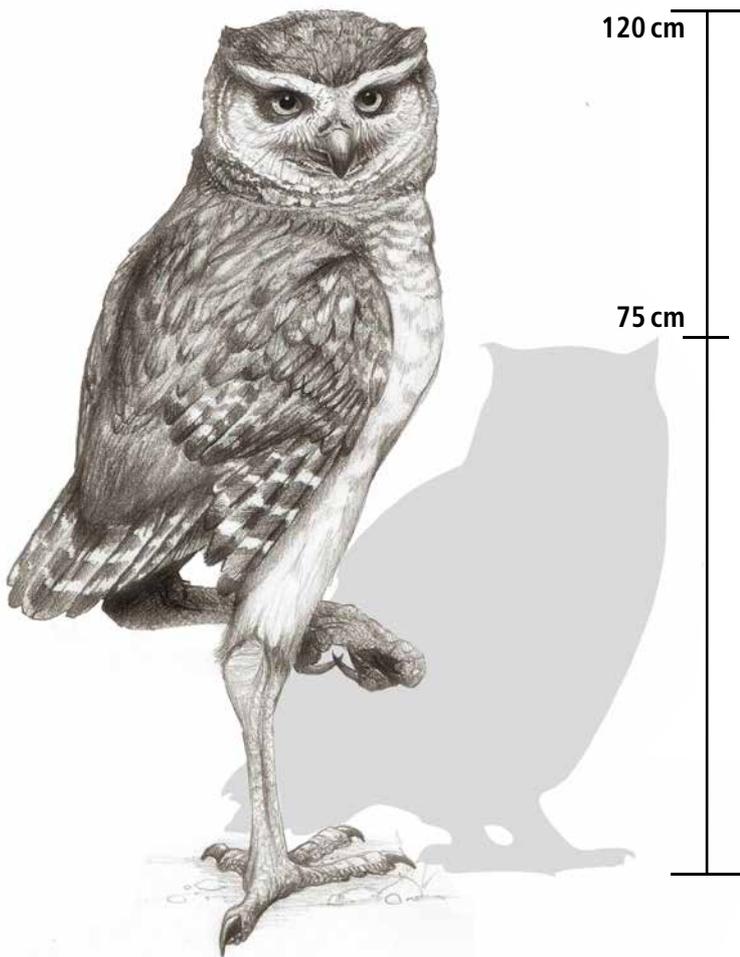
Auch wenn die Rekonstruktion eines „Stammbaums“ für die Eulenfamilie – entsprechend der phylogenetischen Radiation – noch keineswegs abgeschlossen ist, lässt sich die Artenvielfalt innerhalb der Eulen Europas bereits schlüssig gruppieren:

- Schleiereule
- Uhu – Schnee-Eule
- Bartkauz – Habichtskauz – Waldkauz
- Waldohreule – Sumpfohreule
- Zwergohreule
- Sperbereule – Sperlingskauz
- Steinkauz
- Raufußkauz

Im „Speziellen Teil“ folgt die Reihung der einzelnen Eulenarten diesen Erkenntnissen.

In Europa kommen aktuell 13 Eulenarten aus 10 Gattungen vor, d. h. nur wenige Gattungen sind mit mehreren Arten vertreten (z. B. *Strix* und *Asio*). Keine dieser Arten ist auf Europa beschränkt, vielmehr treffen hier sehr unterschiedliche Faunenkreise aufeinander: So erstreckt sich der Lebensraum der Eulenarten der nordischen Taiga von Fennoskandien quer durch ganz Sibirien; einzelne Arten mit isolierten Reliktarealen kommen aber auch in den Alpen und Mittelgebirgen Europas

Rekonstruktion der Kubarieseule *Ornimegalonyx oteroi* aus dem späten Paläozän im Vergleich zur Maximalgröße eines Uhus. Die sehr langen Beine lassen auf einen Bodenvogel schließen, der mit schätzungsweise 9 kg Körpergewicht und über 1 m Größe nur bedingt flugfähig gewesen sein dürfte (Grafik STEFAN KNÖPFER).



vor (boreo-alpine Verbreitung bei Sperlings-, Raufuß- und zum Teil auch Habichtskauz) oder sind sogar zirkumpolar verbreitet (wie Bartkauz, Schnee- und Sumpfohreule). Hingegen sind Raufuß- und Sperlingskauz, Waldohreule und Uhu in Nordamerika jeweils durch Geschwisterarten vertreten. Daneben leben bei uns Arten aus dem mediterranen Klimaraum (Zwergohreule, Steinkauz), deren Brutgebiete bis in offene Baumsteppen und Halbwüsten reichen können. Schließlich sind Arten aus dem Waldgürtel gemäßigter Zonen (Waldkauz) zu nennen und „Allerweltsarten“, die entweder – als „Anpasser“ – fast überall zurechtkommen (Uhu) oder als Mittel- und Weitstreckenwanderer in Europa Station machen (Wald- und Sumpfohreule) [275, 1128]. Von diesen 13 Arten handelt dieses Buch, unter Aussparung des äußeren Grenzbereichs Europas im südlichen und östlichen Mittelmeerraum, weshalb der „Halbmond“ von Nordafrika über Israel, Libanon und Kleinasien nur peripher gestreift werden kann.

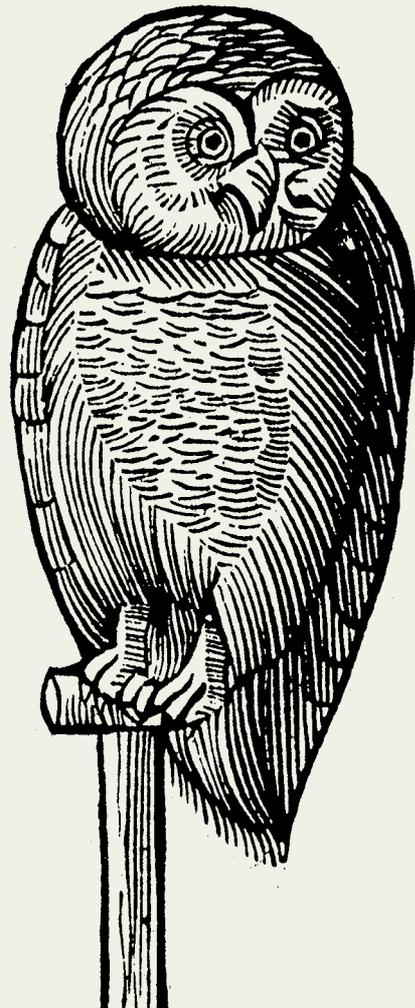
Nach internationalen Nomenklatur-Regeln gelten primär die wissenschaftlichen Bezeichnungen für Art, Gattung, Familie oder Ordnung, da sie in aller Regel eine eindeutige Benennung ermöglichen. In der älteren Literatur findet sich vielfach aber eine heute ungebräuchliche, zum Teil geradezu irritierende Namensgebung, was genaue Recherchen – speziell bei der Literatursuche – notwendig macht: So wurde z. B. die Schleiereule von LINNÉ mit *Strix flammea* aus der Familie *Strigidae* benannt; keine dieser Bezeichnungen lässt sich heute mit *Tyto alba* assoziieren! Der Steinkauz hieß noch bis Anfang des 20. Jhs. *Glaucidium noctuum*, *Surnia noctua* oder *Athene passerinum* (bei GESNER [267] auch *Noctua saxatilis*), der Habichtskauz *Syrnium uralense* usw. Geradezu unglücklich ist die Namenskombination *Glaucidium passerinum*, die nicht nur für die kleinste Eulenart Europas, sondern gleichzeitig für eine Blütenpflanze in Asien gewählt wurde [943]!

Ähnlich verwirrend waren lange Zeit auch die deutschen Populär- und Trivialnamen, die oft gleich auf mehrere Eulenarten zutrafen (z. B. Nachteule, Totenvogel). Heute sind die deutschen Artnamen einheitlich anerkannt, al-

lerdings nicht immer glücklich gewählt, speziell die vergleichenden Doppelnamen – wie „Sperber“-Eule, „Habichts“-Kauz, „Sperlings“-Kauz; aber auch die Bezeichnung „Zwerg“-Ohreule, zumal deren Körpergröße völlig natürlich ist und die Art keineswegs eine „verzweigte“ Ohr-eule darstellt!

In der älteren Literatur findet sich – vor der normierten Festlegung wissenschaftlicher wie deutscher Artnamen – eine oft verwirrende Namensgebung (Steinkauz, *Noctua saxatilis*; Steinkauz als „Wichel“ zum Vogelfang; nach GESNER 1669).

Gesneri Thierbuch Von dem Kauzen oder Steinkauzen. *Noctua. Noctua saxatilis.*



Lebensform Eule

Zum Verständnis der Eulen als „Lebensform“ sind zwei wesentliche Anpassungswege herauszustellen: die gruppentypische Dunkelaktivität und der carnivore Beuteerwerb. Beides zusammen erschließt den Eulen vor allem das Beuteangebot der Kleinsäuger mit ihrer vorwiegend nächtlichen Lebensweise; gleichzeitig weichen sie dem Konkurrenzdruck durch die tagaktiven Greifvögel aus. Eine solche extravagante „Nische“ prägt alle Facetten eines Eulenlebens und verlangt den Vögeln extreme Anpassungen ab, zum Teil bis an die Leistungsgrenze von Organis-

men, wie dies vor allem die hoch spezialisierten Sinnesorgane verdeutlichen.

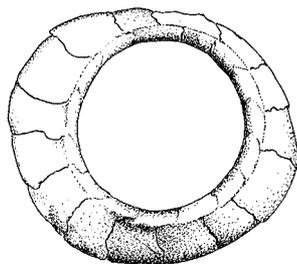
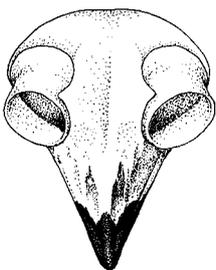
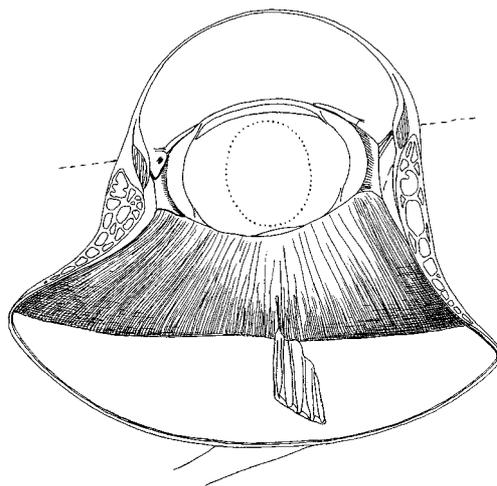
Hoch spezialisierte Sinnesorgane

Die für Vögel ungewöhnlich großen Augen sind auf maximale Ausnutzung von Restlicht ausgelegt. Dazu zählt die große Pupille, die sich bei Dunkelheit praktisch zur gesamten Augenöffnung ausweiten kann und damit möglichst viel Licht durchlässt (rund 2,7-facher Lichteinfall im Vergleich zum Menschen [398]). Folgerichtig gelingt den großen Eulenarten die Restlicht-Verwertung besser als den kleinen, was allein schon durch den absoluten Durchmesser ihrer Pupillen begründet ist. Der röhrenförmige Augapfel erlaubt – als „Teleskopauge“ – einen sehr viel größeren Augendurchmesser, als es – bei kugeligem Ausformung – den Ausmaßen des Eulenschädels entspräche. Im Vergleich zum menschlichen Auge mit einer mittleren Achsenlänge von 24 mm, beträgt der Abstand zwischen Hornhaut und Netzhaut bei der Schleiereule 17,48 mm, beim Waldkauz 28,5 mm und beim Virginia-Uhu sogar 38,72 mm.

Restlicht-Verstärkung

Die lichtempfindliche Netzhaut bedeckt nur eine kleine Fläche des Augenhintergrundes, sodass das ohnehin schwache Nachtlicht nicht weiter gestreut wird. Sie weist des Weiteren vorwiegend Stäbchenzellen auf, mit denen Hell-dunkel-Kontraste wahrgenommen werden können. (Wenn auf Internetseiten auch mehrfach fälschlich behauptet, so fehlt den Eulen – im Gegensatz zu nachtaktiven Säugetieren – ein „Tapetum lucidum“ als reflektierende Schicht auf der Netzhaut, sodass ihr Auge die Dämmerungsleistung z. B. einer Hauskatze nicht erreicht [398, 599].) Die Ausstattung an lichtempfindlichen Zellen variiert allerdings artspezifisch bzw. nach Lebensraum, Beutewahl und Aktivitätsmuster einzelner Arten. So wird den dunkelaktiven Waldbewohnern die höchste Leistungsfähigkeit abverlangt, da die Restlichtmenge im Waldesinneren – bzw. unter dem Kronendach der Waldbäume – um ein Vielfaches geringer ist als auf der Freifläche (Lichteinfall auf Waldboden = 0,000 0043 Lux; Beuteer-

Der Bau des Eulenauges ist ganz auf die maximale Ausnutzung von Restlicht ausgerichtet: Am Beispiel eines Uhu-Auges zeigt der Querschnitt die Größe von Pupille und Linse im zylindrisch-langgestreckten Augapfel (oben; nach FRANZ 1909). Dieser ist im Schädel durch einen Ring aus Knochenplatten gefestigt (Sklerotikalring, unten; nach MÄRZ & PIECHOCKI 1976).



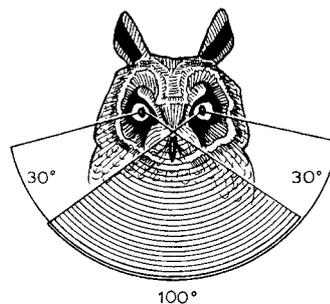
kennen auch noch bei 0,000 0017–0,000 0027 Lux möglich [688]).

Das Eulenaugemeistert diese Herausforderung durch die Dominanz an hell-dunkel-empfindlichen Stäbchenzellen (bei Schleiereule und Waldkauz z. B. 90 % der Rezeptoren), die auf der Retina 4- bis 8-mal dichter gepackt sind als bei tagaktiven Vögeln und im Schwarz-Weiß-Bereich auch bei sehr schwachem Licht noch eine räumliche Sehschärfe leisten. Der Bereich höchster Lichtempfindlichkeit liegt – anders als die zentrale Fovea bei Säugetieren – am schläfenseitigen Außenrand der Netzhaut. Er ist vorwiegend mit Stäbchenzellen bestückt (Verhältnis Stäbchen zu Zapfen bei der Schleiereule 19 : 1). Damit erreichen die Eulen eine maximale Lichtempfindlichkeit, bei allerdings eher geringer Sehschärfe. Das gilt im besonderen Maße für die Schleiereule, deren Lichtempfindlichkeit die von Waldkauz und Uhu um nahezu das Doppelte übertrifft. Dabei ist das Waldkauz-Auge wenigstens 2,5-mal lichtempfindlicher als das des Menschen. Nachtaktive Eulen erreichen eine 3- bis 10-fach bessere Dämmerungsleistung als der Mensch [330, 746, 758]. Der dämmerungs- und tagaktive Sperlingskauz allerdings sieht deutlich schlechter als ein Mensch, besitzt dafür aber in der Netzhaut ausreichend Zapfenzellen, um – als Vogeljäger – auch Farben sehen zu können. Dazu reichen offensichtlich die wenigen Zapfenzellen in der Netzhaut der Eulen aus, deren Sehpigmente für drei verschiedene Wellenlängen empfindlich sind (trichromatisch im Beispiel des Waldkauzes für 468, 530, 580 nm), bei einer Maximalleistung im Gelbbereich. Höchstens 1% der Zapfen können Rot erkennen. Solch ein beschränktes Farbsehen ist auch für Steinkauz und Zwergohreule belegt, für die Schnee-Eule wahrscheinlich. Infrarot ist für Eulen allerdings nicht wahrnehmbar [92, 345, 633, 1181], selbst bei hochgradig verstärkter Lichtenergie. Im Gegensatz zu vielen lichtaktiven Vogelarten fehlen den Eulen UV-Licht-empfindliche Rezeptoren, was experimentell selbst für den teilweise lichtaktiven Sperlingskauz bestätigt ist.

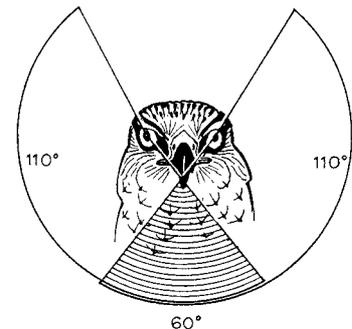
Irisblende

Eulen sind keineswegs tagblind, wie oft behauptet wird, wenn auch das Schärfsehen mit zunehmender Helligkeit abnehmen kann

Waldohreule



Habicht



(Beispiel Schleiereule). Die Zylinderform des Augapfels erlaubt sogar Blicke gegen die Sonne. Allerdings müssen die Vögel ihre empfindlichen Sinnesorgane vor grellem Lichteinfall schützen, wozu sie einerseits die Pupille punktförmig verengen können (je nach der belichteten Kopfseite an beiden Augen unabhängig voneinander), zusätzlich auch die Augenlider zukneifen. Spaltförmig geöffnete Augen sind vor allem für die Schnee-Eule typisch, die – zum Teil ja tagaktiv – dem gleißenden Sonnenlicht über der verschneiten Tundra ausgesetzt sein kann. Darüber hinaus verfügen einige lichtaktive Arten über besonders hervortretende Augenbrauen (z. B. Sperbereule, Steinkauz), die als Sonnenschutz gedeutet werden können [746].

Für Nachtvögel ist eine kugelige Linsenform typisch. Die räumliche Sehschärfe, unerlässlich für einen punktgenauen Zugriff beim Beutefang, wird von der Brennweite der Linse bestimmt und ist bei der Schleiereule besonders ausgeprägt („hyperakute Stereo-Vision“). Diese Leistung wird durch eine Vergrößerung des „Seh-Wulstes“ im Vorderhirn ermöglicht. Dabei ist der Auflösungsgrad bei Helligkeit (photopisches Sehen) geringer als bei Dunkelheit (skotopisches Sehen). Die Qualität dreidimensionalen Sehens wird durch die nahezu parallele Stellung der nach vorne gerichteten Augen begünstigt. Je größer der Augenabstand, desto weiter ist das binokulare Schfeld (150° z. B. bei der Schleiereule). Kleineulen sind diesbezüglich im Nachteil, können dies aber durch weit ausholendes Pendeln, Schlingern oder Kreisen mit ihrem Kopf kompensieren. Solche „Fixierbewegungen“ ermöglichen ihnen – zeitlich nacheinander –

Den Eulen gelingt durch die Überlagerung der Blickwinkel ihrer vorgeordneten Augen ein binokular-dreidimensionales Sehen, Voraussetzung für die genaue Abschätzung der Entfernung zum „Opfer“ (nach FETESTICS 1978).

Durch seitlich ausholende Fixierbewegungen des Kopfes verbessern z. B. Steinkäuze ihr räumliches Sehen (aus SCHÖNN et al. 1991).



Zum Horchpeilen vergleicht die Eule den Zeitunterschied des an linkem und rechtem Ohr auftretenden Schalles. Zur Verstärkung dieses Effekts vergrößern spezialisierte Arten den Abstand der Gehöröffnungen durch asymmetrische Verlagerung am Schädel (oben: symmetrischer Schädel eines Uhus, nach PORTENKO 1973; unten: asymmetrischer Schädel eines Raufußkauzes; nach NORBERG 1978).

unterschiedliche Blickwinkel. Ein solches Verhalten ist ganz besonders für Jungeulen typisch, die die Abschätzung von Entfernungen zu einem Sitzplatz oder zu einer Beute erst lernen müssen [594].

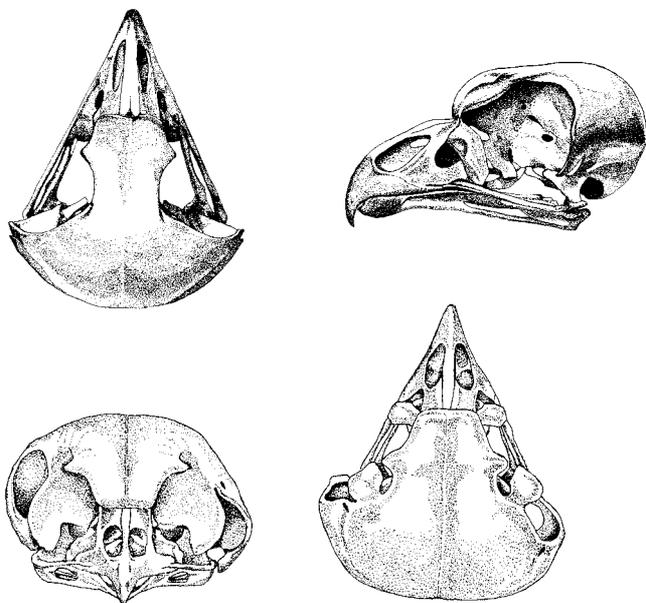
Blindflug und Horchpeilung

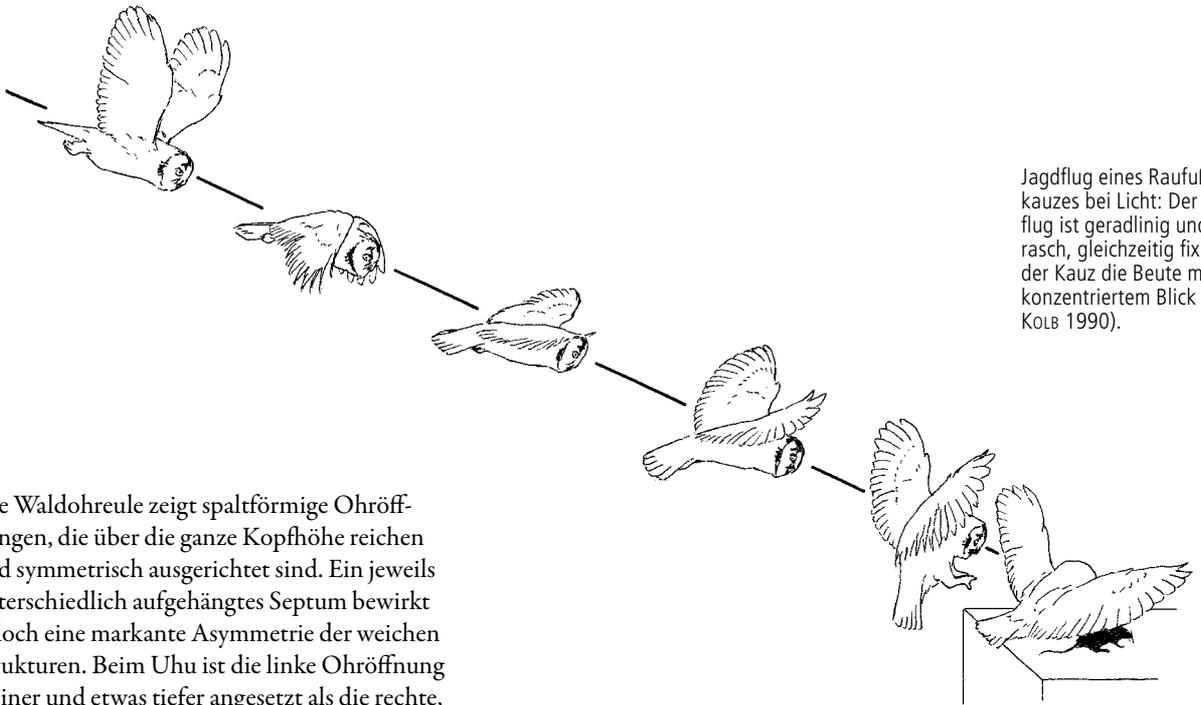
Bei völliger Finsternis sehen auch Eulenaugen nichts mehr. Auch fehlt den Eulen die Fähigkeit zur Echolotung, wie sie z. B. die höhlenbewohnenden Fettschwalme entwickelt haben. Sofern Hindernisse und Strukturen im Lebensraum auswendig gelernt wurden, können sich manche Arten dennoch rasch und sicher fortbewegen (z. B. Flugbahn der Schleiereule in völlig abge-

dunkelten Kirchtürmen). Das Entdecken und Anpeilen von Beutetieren gelingt aber mehreren Eulenarten auch in völliger Dunkelheit aufgrund der bewundernswerten Spezialisierung ihres Gehörs:

Durch kreisrundes Spreizen des Äußeren Schleiern wird der auftreffende Schall gebündelt und zum Gehöreingang gelenkt. Dieser liegt von den Federn des Inneren, schalldurchlässigen Schleiern verdeckt knapp hinter dem äußeren Augenrand. (Die „Federohren“ stehen mit dem Gehör in keinem funktionalen Zusammenhang.) Der sehr breite Hörbereich der Eulen reicht zwar von 0,5–12 kHz, doch liegt die beste Hörleistung bei 5–10 kHz, entsprechend den Frequenzen von Rascheln oder Piepsen der Kleinsäuger. (Sinneszellen, die im 5-kHz-Frequenzbereich ansprechen, überwiegen in der Cochlea, wobei abgenutzte Haarzellen laufend regeneriert werden, sodass die Hörleistung lebenslang gleich bleibt.) Das Nervensystem kann dabei sowohl schwache Signale verstärken als auch Störgeräusche aus dem Umfeld wegfiltern. Die Richtung einer Schallquelle wird von der Eule mit einer Peilgenauigkeit von 1–2° sehr exakt bestimmt, sowohl durch Zeit- als auch durch Intensitätsunterschiede, mit denen z. B. ein Beutegeräusch jeweils von vorne, am rechten bzw. linken Ohr auftritt. Dank extrem schneller Reizleitung der Gehörnerven kann das Mittelhirn einer Schleiereule z. B. Zeitdifferenzen von nur 5 ms verwerten, um die Richtung einer Schallquelle in horizontaler Ebene festzustellen [343, 415, 523, 762]! Für die Peilung in vertikaler Ebene vergleicht das Eulenoht einerseits Intensitätsunterschiede und analysiert andererseits das Frequenzspektrum des auftreffenden Schalls.

Die Fähigkeit zur Verrechnung derart kurzer Zeitunterschiede wird auch von der räumlichen Entfernung der beiden Gehöreingänge bestimmt. Um diese maximal zu erweitern, haben mehrere Eulenarten eine asymmetrische Verlagerung der Gehöröffnungen, mit einer jeweils einseitig abgesenkten bzw. angehobenen Position am Kopf, entwickelt. Eine solche Asymmetrie der Gehöreingänge wurde innerhalb der Eulenvögel wenigstens 4- bis 7-mal – unabhängig voneinander – entwickelt [746], allerdings auf jeweils unterschiedlichem Wege:

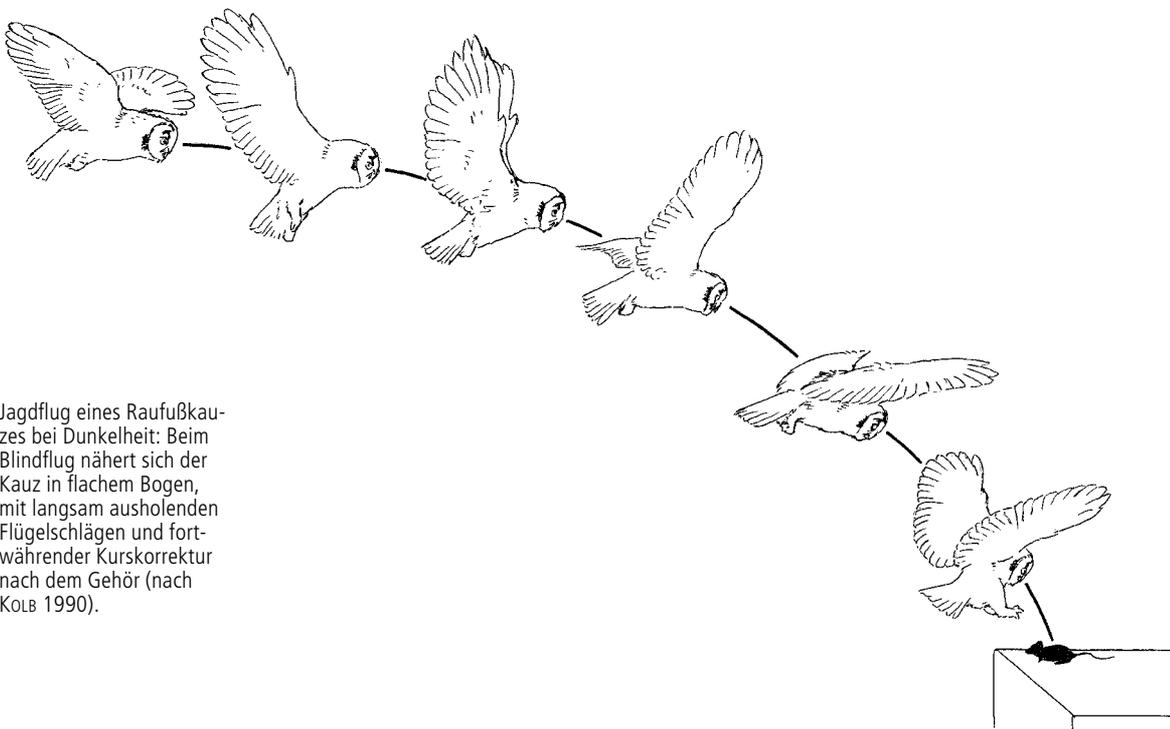




Jagdflug eines Raufußkauzes bei Licht: Der Zielflug ist geradlinig und rasch, gleichzeitig fixiert der Kauz die Beute mit konzentriertem Blick (nach KOLB 1990).

Die Waldohreule zeigt spaltförmige Ohröffnungen, die über die ganze Kopfhöhe reichen und symmetrisch ausgerichtet sind. Ein jeweils unterschiedlich aufgehängtes Septum bewirkt jedoch eine markante Asymmetrie der weichen Strukturen. Beim Uhu ist die linke Ohröffnung kleiner und etwas tiefer angesetzt als die rechte, wobei von dieser Asymmetrie nur die weichen und stark verformbaren Teile der Ohrstruktur betroffen sind, nicht jedoch der Schädel. Bei der Schleiereule bildet eine Hautfalte zwischen innerem und äußerem Schleier eine röhrenförmige Verlängerung des Gehöreingangs mit links und rechts jeweils gegenläufiger Ausrichtung. Dadurch liegt das linke Ohr höher als das rechte, wobei auch nur die weichen, fleischigen Teile betroffen sind. Während der Schädel dieser Arten die ursprüngliche Symmetrie beibehalten hat, zeigt sich bei Bart- und Ha-

bichtskauz eine Asymmetrie der Schläfenregion (Schuppenbein) am Schädel. Als Extrem sind beim Raufußkauz die Gehöreingänge sogar am Schädelskelett verlagert, wobei das linke Ohr tief und das rechte Ohr hoch ansetzt. Mit dieser diagonalen Anordnung erreicht der Kauz eine maximale Entfernung der Gehöreingänge bzw. einen effektiv verwertbaren Zeitunterschied, trotz der relativ geringen Größe seines Schädels! Junggeulen, die die Verrechnung des Zeitunterschiedes des links und rechts auftreffenden



Jagdflug eines Raufußkauzes bei Dunkelheit: Beim Blindflug nähert sich der Kauz in flachem Bogen, mit langsam ausholenden Flügelschlägen und fortwährender Kurskorrektur nach dem Gehör (nach KOLB 1990).

Schalles erst lernen müssen, verdrehen den Kopf nur scheinbar verspielt; sie vergleichen den Empfang bei horizontaler und schräger Stellung der Ohrenachse [415, 746].

Da die Schleiereule für viele sinnesphysiologische Studien als Modell herangezogen wird, liegen für diese Art sogar Studien zur Embryonalentwicklung der Ohrenöffnungen vor: Demnach sind im Entwicklungsstadium 29 (entspricht etwa 10. Bebrütungstag) erstmals Ohrspalten in Höhe des Unterkiefers erkennbar. Bis zum Stadium 36 (= etwa 20. Bebrütungstag) sind diese noch symmetrisch angeordnet. Im Laufe der Verschiebung der Ohröffnungen in die Schläfenregion kommt das linke Ohr höher und weiter nach hinten. Dieser Prozess ist erst knapp vor dem Schlüpfen der Jungeule abgeschlossen (30. Bebrütungstag). Die volle Hörleistung erreicht der Nestling aber erst im Alter von 5 Wochen. Bemerkenswert ist, dass auch beim Steinkauz eine asymmetrische Anlage des Gehöreingangs im Laufe der Embryonalentwicklung festgestellt werden kann (Entwicklungsstadien 37–39), wiewohl Altvögel eine völlig symmetrische Anordnung zeigen. Die Autoren schließen daraus, dass die Asymmetrie als Anpassung an die Dunkelaktivität erster Eulenarten phylogenetisch ursprünglich ist, bei den dämmerungs- und lichtaktiven Arten aber verloren gegangen ist.

Lauschangriff

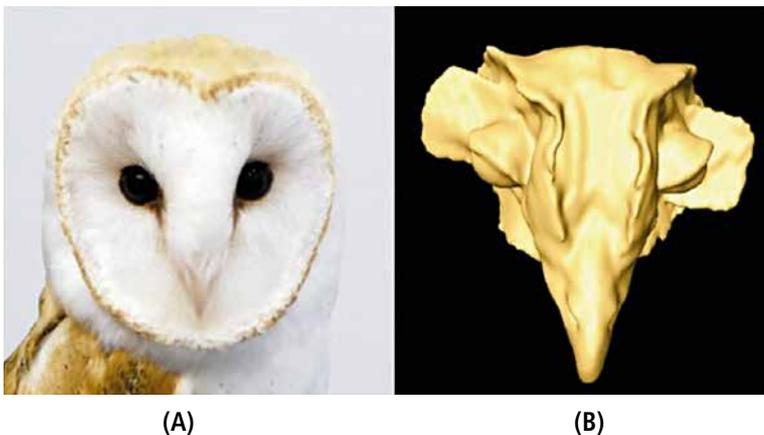
Bei rein akustisch orientiertem Beutefang, wie ihn z. B. Schleiereule, Raufußkauz und Bart-

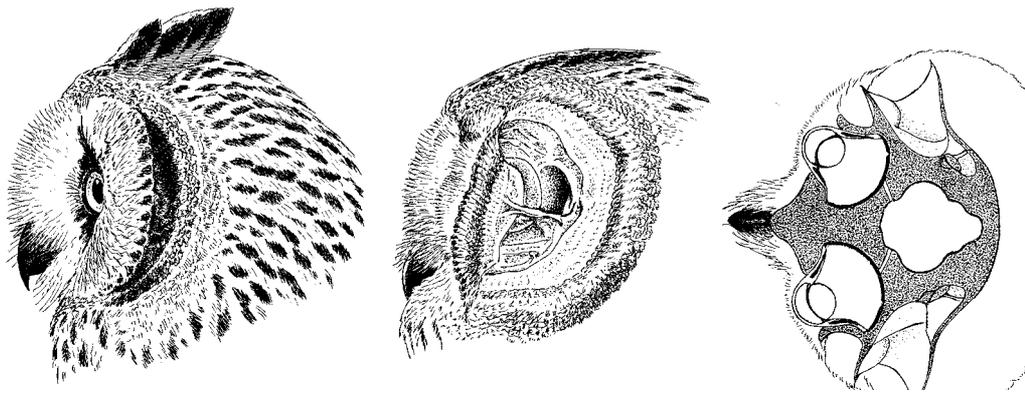
kauz mit faszinierender Präzision beherrschen, müssen die Eulen nach wenigstens 2 Ebenen peilen: Für ein exaktes Richtungshören in der Horizontalen (Links-rechts-Korrektur) wird die Wahrnehmung des Zeitunterschieds des jeweils auftreffenden Schalles durch den Vergleich von Intensitätsunterschieden in den niederen Frequenzen (dunkle Töne) zwischen linkem und rechtem Ohr unterstützt. Je größer der Abstand zwischen den Gehöreingängen, desto besser können die tiefen Frequenzen wahrgenommen werden; großköpfige Arten sind hier im Vorteil, zumal dunkle Töne über größere Entfernungen reichen. Für das Richtungshören in der Vertikalen (Nah-fern- bzw. Unten-oben-Korrektur) nutzt die Eule hingegen Intensitätsunterschiede von hohen Frequenzen zwischen beiden Ohren. Sehr tiefe Töne sind allerdings genauso wie reine Töne (z. B. Mäusequieken) für das Eulenoohr besonders schlecht zu orten; die größte Peilgenauigkeit gelingt bei Geräuschen mit breitem Frequenzband (z. B. Mäuserascheln [500, 518]).

Immer wieder ist es erstaunlich, wie wenig sich manche Eulen – bei der außerordentlichen Empfindlichkeit ihres Gehörs – selbst von intensivem Lärm stören lassen: seien es Schleiereulen, die ihre Jungen unmittelbar neben den dröhnenden Kirchenglocken aufziehen, oder Uhus, die trotz regelmäßiger Sprengungen mitten im Steinbruch brüten! Tatsächlich können Eulen selbst so gewaltige Störgeräusche wegfiltern.

Eine wichtige Rolle für die Gehörleistung spielt der „Schleier“, der über seine parabolspiegelartige Form den auftreffenden Schall durch Bündelung bis zu 10-fach verstärkt und zur Gehöröffnung leitet. Die beiden Schleierhälften arbeiten unabhängig, wobei eine senkrecht gestellte, bürstenartige Federzeile zwischen Schnabel und Stirn als Trennwall fungiert, der die beiden „Parabolspiegel“-Hälften gegen störende Schallwellen von der jeweils anderen Seite abschirmt. Dabei können Schleiereulen die Schleierform – je nach Funktion – gezielt verändern; bei konzentriertem Horchen wird er z. B. kreisrund gespreizt. Bei einem Durchmesser von maximal 7 cm erreicht der Eulenschleier eine Verstärkung um 10 db (getestet bei Frequenzen von 7 kHz [139, 491]).

Dank extremer Spezialisierung gelingt der Schleiereule der Beutefang selbst bei völliger Dunkelheit: Maßgeblich dafür sind die komplexen Federstrukturen des verformbaren Schleiers (A) und die durch häutige Strukturen verschobenen Gehöreingänge (B; aus BACHMANN & WINZEN 2014).





Lage der Gehöröffnung hinter dem Schleier (links), Hautfalten am Gehöreingang (Mitte) und Anordnung von vorderer und hinterer Hautklappe (im Querschnitt: an Vorder- und Hinterkante der Ohrmuschel bzw. am äußeren Schleier) am Beispiel der Waldohr-eule (nach SPARKS & SOPER 1972 und JOHNSGARD 1988).

Da die Gehörleistung junger Schleiereulen erst gegen Ende der Nestlingszeit voll entwickelt ist, wird auch das Schleiergefieder sehr spät entfaltet: So platzen die Kiele des Äußeren Schleiers erst im Alter von 30–35 Tagen. Im 40–45-Tage-Alter ist zwar die Parabolspiegel-form der Gesichtshälfte erkennbar, die Ausfor-mung des funktionell so wichtigen Federnkran-zes ist jedoch erst mit 60 Tagen abgeschlossen.

In Summe sind Eulen in der Lage, je nach Belichtungs- und Umweltbedingungen, aus den optischen und akustischen Sinneseindrücken ein sehr genaues, dreidimensionales Bild ihrer Umgebung zu erstellen.

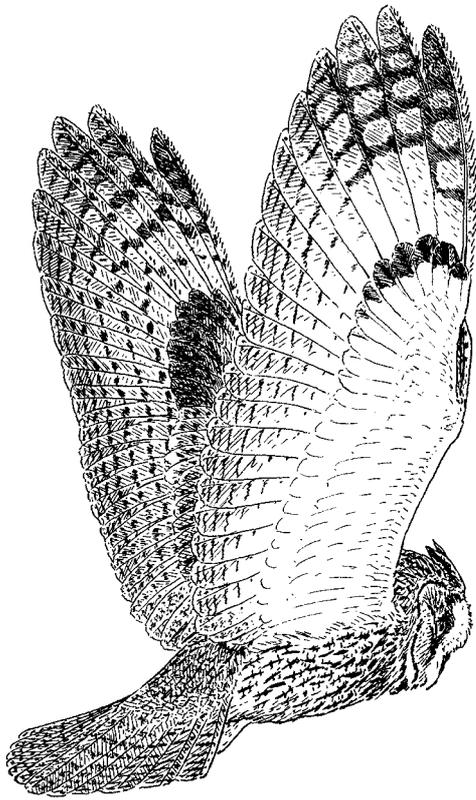
Flug mit Schalldämpfer

Wichtig ist für einen Beutegreifer, der im Dun-keln vorwiegend auf sein Gehör angewiesen ist, dass er möglichst wenig Eigengeräusche verursacht – einerseits, um ein akustisches Aufspüren und Orten von Beutetieren nicht zu erschweren, andererseits, um die Beute nicht zu alarmieren. So beträgt die Lautstärke beim Waldkauz-Flug nur 0,03 mbar (bei Frequenz von 200 Hz) [733]. Der „lautlose“-weiche Eulenflug vermeidet sogar Ultraschall, der von Nagetieren wahrgenommen werden könnte! Von den speziellen Federstrukturen, die in Summe die eulenspezifische Schalldämpfung ermöglichen, ist eine kammartige Leiste aus borstig verlängerten Federästchen an den ä-ußeren Handschwingen (zumindest HS. 10) besonders auffällig. Durch diese Zähnelung wird der Luftstrom an der Vorderkante des Eulenflügels in kleinste Einheiten zerteilt und damit die Geräusentwicklung vermindert.

Des Weiteren bildet eine fransenartige Verlän-gerung der feinen Ästchen (Pennuli) am Rand der inneren Federfahne eine weiche, elastische Verbindung aller Schwungfedern, sodass eine geschlossene Flügelfläche entsteht. Dabei bleibt der Flügel aufgrund der zarten Gitterstruktur dieser Federsäume luftdurchlässig. Gleichzeitig dämpft die samtartig aufgeraute Oberfläche der Federfahnen das Fluggeräusch. Damit nicht genug, zeichnen sich Eulenfedern durch locker ausgefranzte Ränder aus, die den Luft-strom über Flügeloberfläche und -hinterkante sanft abgleiten lassen. Der „lautlose“ Eulenflug wird in der Bionik zunehmend als Modell für lärmfreie Rotoren und Flugkörper analysiert. Dementsprechend sind feinste Verwirbelung an Flügelbug und Oberfläche für die Dämpfung des Fluggeräuschs wesentlich, doch wird der volle Wirkungsgrad nur im Zusammenwirken dieser speziellen Federstrukturen erreicht [269, 905, 1140].

Eine kammartige Zähnelung an der äußersten Flügelfläche unterdrückt geräuschhafte Luftverwirbelungen, eine von mehreren Federstrukturen, die den „lautlosen“ Eulenflug ermöglichen (10. Hand-schwinge einer Schleiereule in unterschiedlicher Vergrößerung; aus BACH-MANN & WAGNER 2011).





auf große Augen, auf die Spezialanpassung asymmetrisch gelagerter Ohröffnungen, letztlich sogar auf das weiche Gefieder bzw. den geräuscharmen Flug, wie es ganz besonders auffällig bei Sperbereule, Stein- und Sperlingskauz zu beobachten ist. Zwischen diesen Extrempunkten wären die teilweise lichtaktiven Arten Sumpfohreule und Schnee-Eule einzureihen.

Kommunikationssignale

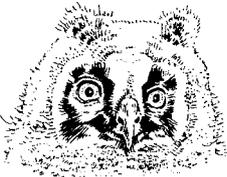
Eine dunkelaktive Lebensweise prägt natürlich auch die innerartliche Kommunikation der Eulen. Optisch wirksame Signale, wie sie für das Verhalten der meisten Vögel von besonderer Bedeutung sind, können ja nur in beschränktem Umfang eingesetzt werden, zumal das meist tarnfarbige Eulengefieder jede Auffälligkeit zu meiden trachtet. Wenn die Eulen demnach auch keine extravaganten Schmuckfedern, Schillerfarben, Farbmuster oder plakative Balzstellungen entwickelt haben, so verzichten sie dennoch keineswegs auf kommunikative Gefiedermerkmale: So verstärken die Männchen mehrerer Eulenarten die akustische Wirkung ihres Gesanges durch die Präsentation eines weißen Kehlflecks (z. B. Uhu). Da der Gesichtsausdruck und die Kopfform die jeweilige Stimmung einer Eule recht klar wiedergeben, sind

Im „Demonstrationsflug“ wird die helle Flügelunterseite präsentiert, wie es vor allem für Eulen der Offenlandschaft typisch ist (Waldohreule; nach MÜLLER 1985).

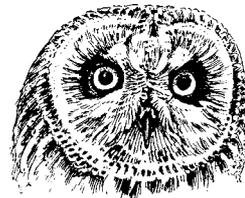
Den höchsten Grad der Spezialisierung entwickelten dabei die streng dunkelaktiven Arten (z. B. Bartkauz, Raufußkauz, Schleiereule). Gleichzeitig gibt es auch Eulenarten, die bei noch guten Lichtverhältnissen zur Jagd fliegen, manche sogar am hellen Tag. Diese haben die Palette eulenspezifischer Anpassungen großenteils wieder fallen gelassen und verzichten z. B.



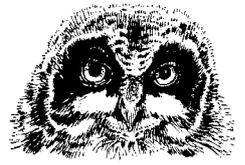
Waldohreule



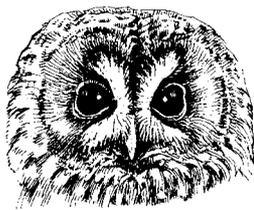
Sumpfohreule



Waldkauz



Bartkauz



Im „Kindergesicht“ zeigen Jungeulen meist deutlich kontrastierende Abzeichen um Augen und Schnabel (jeweils im Vergleich zum Adultgesicht; aus GLUTZ et al. 1980).

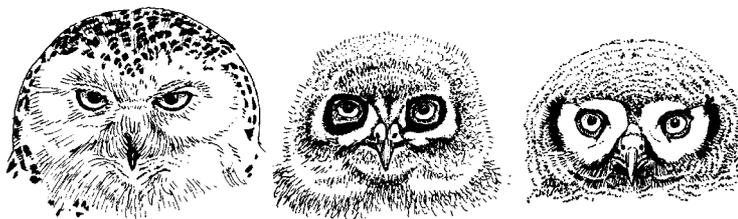
solche Merkmale im Nahfeld von Bedeutung, speziell in der aggressiv-getönten Anpaarungsphase.

Kontrastzeichnungen

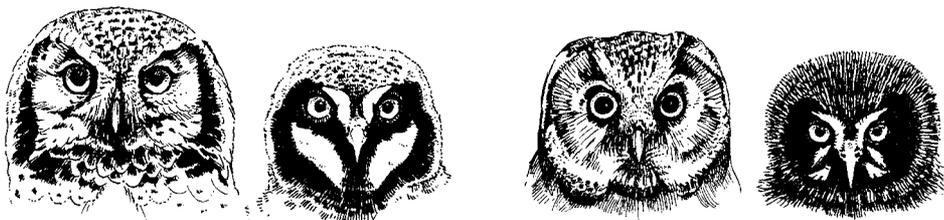
Zur Unterstreichung ihrer Mimik zeigen mehrere Eulenarten daher bestimmte Federpartien in deutlichem Schwarz-Weiß-Kontrast, der bei Dämmerlicht auch dem menschlichen Betrachter ins Auge springt: Genannt seien der schwarze „Bartstreif“ des Bartkauzes unter dem Schnabel, der als optische Trennlinie zwischen den 2 weißen Halbmondflecken wirkt, die bei Erregung am unteren Schleierrand hervorgeschoben werden können, oder die weißen „Augenbrauen“ und der weiße, breite Kinnlatz z. B. beim Steinkauz, die den jeweiligen Erregungszustand durch unterschiedliche Breite signalisieren, sowie die nahezu einfarbig weißen Flügelinnenseiten, die beim Imponierflug von Wald- und Sumpfohreule durch auffälliges Hochheben der Flügel signalhaft demonstriert werden [145]. Hier seien auch die auffälligen Signalzeichnungen im Gesicht der Jungewulen erwähnt („Kindergesicht“), deren vorwiegend weiße Abzeichen vor allem die Schnabel- und Augenpartie betonen. Die hell-dunkel kontrastierenden Muster ändern sich bei manchen Arten sukzessive mit der Entwicklung des Jugendgefieders (z. B. Schnee-Eule). Zum



Bettelnder Steinkauz-Ästling, die auffällig weiße Kehle präsentierend (Foto SCHERZINGER).



Schnee-Eule



Sperbereule

Raufußkauz

Das „Kindergesicht“ kann in seiner Ausprägung eine sukzessive Veränderung durchmachen (jeweils im Vergleich zum Adultgesicht; aus GLUTZ et al. 1980).



„Occipitalgesicht“; ein „falsches“ Gesicht am Hinterkopf mit übertrieben großen Nachbildungen von Augen und Augenbrauen ist besonders für lichtaktive Kleineulen typisch (Sperlingskauz; Foto SCHERZINGER).

einen dürfen diese hervorstechenden Kontrastzeichnungen die Orientierung des fütternden Altvogels in der meist eher düsteren Bruthöhle erleichtern (z. B. Raufußkauz [744]), zum anderen das Betteln der Ästlinge auch optisch unterstreichen, letztlich auch beschwichtigende Funktion haben, um der innerartlichen Intoleranz der meisten Eulenarten zu entgehen. Uhus können offenbar an der Leuchtkraft der weißen Gesichtspartie halbwüchsiger Junger deren Vitalität und Nahrungsbedarf ablesen [720].

Kontrastzeichnungen als optisch verstärkendes Signal bei singenden Eulen (z. B. helle Federbasis beim Waldkauz, weißer Kehlfleck beim Uhu, schwarzer Kinnfleck bei der Sperbereule; nach SCHERZINGER 1988/89).



Die Männchen mehrerer Eulenarten verstärken den akustischen Effekt ihres Gesanges durch kontrastierende Kehlzeichnung, besonders auffällig beim Uhu, der die breite weiße Kehle – wegen der optisch höheren Auffälligkeit – bevorzugt bei Dämmerung und Mondlicht präsentiert. Vergleichbare Effekte sind bei Steinkauz (breite weiße Kehlzeichnung) und Sperbereule (weiße Kehle mit schwarzem Fleck unter dem Schnabel) zu beobachten.

Vor allem kleinere Eulenarten zeigen am Hinterkopf eine verblüffende Gefederzeichnung, die kräftige, helle Augenbrauen imitieren kann (z. B. Steinkauz), oder regelrechte Augenmuster (typischerweise bei Sperlingskauz, auch Sperbereule). Ein solches „Occipitalgesicht“ dient vermutlich der Irritation von Greifvögeln und anderen Feinden, falls sie von hinten angreifen; eine Beweisführung dazu steht aber noch aus [509, 925, 966].

Rufe und Gesang

Die Stimme stellt bei Dunkelheit jedenfalls das wirkungsvollste Kommunikationssignal dar, weshalb die meisten Eulenarten über ein vergleichsweise reichhaltiges Repertoire an Lauten für den Distanz- und Nahbereich verfügen. Die Stimmbildung erfolgt bei den Eulen im unteren Kehlkopf (Syrinx), der nur von Bronchien gebildet wird und von einem Paar Muskeln geformt werden kann [509, 862]. Wenn auch in TV-Krimis regelmäßig die Stimmen vom Waldkauz (bzw. vom Virginia-Uhu) unterlegt werden, um eine schaurig-gruselige Stimmung zu vermitteln, so dominieren in dieser Vogel-

gruppe keineswegs die heulend-jaulenden Laute. Freilich verfügen Eulen nicht über den Stimmenreichtum von Singvögeln, doch produzieren einige Arten ausgesprochen melodische „Gesänge“, wobei *u*-Elemente deutlich vorherrschen:

- z. B. weiche, okarinaartige Flötentöne bei Zwergohreule, Raufußkauz;
- kräftiges, okarinaartiges Glissando beim Steinkauz;
- klare Pfeiftöne beim Sperlingskauz;
- weich tremolierender „Roller“ bei Sperbereule, Raufußkauz (auch „Kollern“ beim Waldkauz);
- hohl und dumpf-geblasene Silben bei Waldohreule, Bartkauz (auch beim Habichtskauz);
- kräftig geblasene Doppelsilben beim Uhu;
- heiser-hustendes Bellen bei der Schnee-Eule.

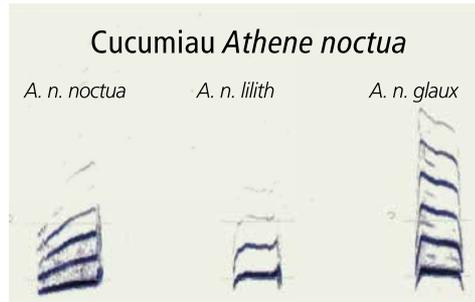
Wie auch in zahlreichen anderen Merkmalen weicht die Schleiereule mit ihren kräftig-kreisenden bis sirrenden Schnarchlauten völlig vom Lautcharakter der „echten“ Eulen ab.

Die Lautäußerungen der Eulen sind durchwegs „angeboren“ und eignen sich somit sehr gut zur taxonomischen Artabgrenzung, speziell bei äußerlich kaum unterscheidbaren Formen (z. B. Zwergohreulen, Sperlingskäuze). Eine geringe individuelle Variation innerhalb einer Population ermöglicht aber das Erkennen benachbarter, individuell bekannter Männchen bzw. Rivalen an ihrer Stimme, wie es bisher für Uhu, Waldkauz, Raufußkauz, Steinkauz und Zwergohreule belegt ist.

Die Evolution der Eulentrufe im Distanzfeld unterliegt im Wesentlichen 3 Selektionskriterien:

- Die Stimme muss weithin hörbar sein;
- die Stimmfrequenzen des Senders müssen dem Empfindlichkeitsbereich des Empfängers entsprechen;
- das Signal muss artspezifisch unverwechselbar sein;
- die Frequenz muss der Charakteristik des Habitats angepasst sein (z. B. Filterwirkung durch Waldvegetation oder Reverberation durch dichten Baumbestand).

(Aufgrund des beschränkten Stimmumfangs der Eulen und eines hohen Selektionsdrucks durch das Umfeld können getrennt verbreitete Arten – auch ohne näheren Verwandtschaftsgrad – in sehr ähnlicher Charakteristik singen [793])!

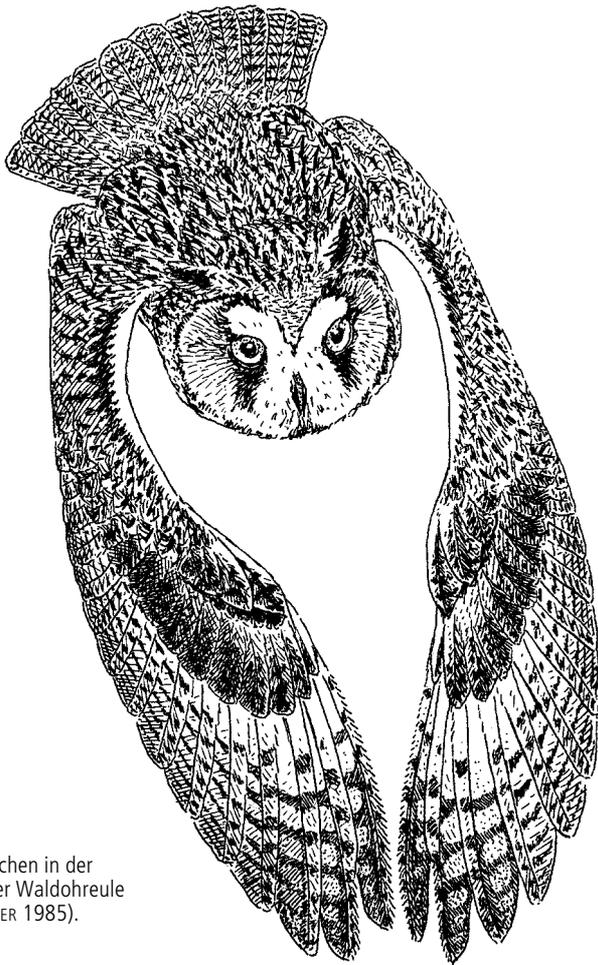


Der Vergleich der Gesangsstrukturen im Sonogramm erhärtet die Abtrennung des Lilith-Kauzes und des Nordafrikanischen Steinkauzes als eigenständige Arten (aus M. ROBB 2015).

Reichweite unterschiedlicher Frequenzen

Nach den oben genannten Kriterien sollten dunkle, tiefe Töne für Distanzlaute eingesetzt werden, da tiefe Frequenzen in der Landschaft am weitesten reichen und selbst dichte Waldvegetation durchdringen können. Große Eulenarten wie Uhu und Schnee-Eule nutzen dieses physikalische Phänomen (Frequenzschwerpunkte beim Reviergesang 0,2–0,4 kHz bzw. 0,3–0,5 kHz); besonders eindrucksvoll ist der nahezu mühend-dumpfe Gesang des Bartkauzes (0,2–0,3 kHz). Kleineulen, die tiefe Laute weder produzieren noch besonders gut hören können, suchen einen anderen Weg, indem sie – meist frei sitzend – auf exponierten Warten singen, wie es für Sperlingskauz und Sperbereule besonders typisch ist (1,2–1,5 kHz bzw. 0,8 kHz; alle Frequenzangaben nach M. ROBB [862]). Selbst der Uhu optimiert die Wirkung seiner kräftigen Stimme, indem er exponierte Singwarten aufsucht, möglichst im Sichtfeld benachbarter Rivalen. Bemerkenswert sind auch die Formen der Flugbalz, bei denen die Eule von höchster „Warte“ aus singt, wie z. B. die Sumpfohreule (0,25–0,35 kHz). Die grell-schnarchenden Kreischlaute der Schleiereule passen zur Gänze in den Optimalbereich der akustischen Leistungsfähigkeit des Eulengehørs (1,8–2,2 kHz).

Die Gesangsaktivität der Männchen kennt saisonale Schwerpunkte, wobei Reviergesänge in die Zeit der Anpaarung bis zur Eiablage fallen. Zur Jungenaufzucht bis zur sommerlichen Mauser verstummen die meisten Arten und reagieren dann nicht einmal auf Playback-Stimulation durch Rivalenrufe. Einige Eulenarten, speziell solche mit einem streng abgegrenzten Jahresrevier, äußern spezifische Laute zur Herbstbalz. Die Charakteristik solcher



Flügelklatschen in der Flugbalz der Waldohreule (nach MÜLLER 1985).

Schnabel-Knappen; der hart-knackende Instrumentallaut wird durch kräftiges Abrutschen des Unterschnabels von der Oberschnabelspitze erzeugt (Filmsequenz vom Habichtskauz; nach SCHERZINGER 1980).

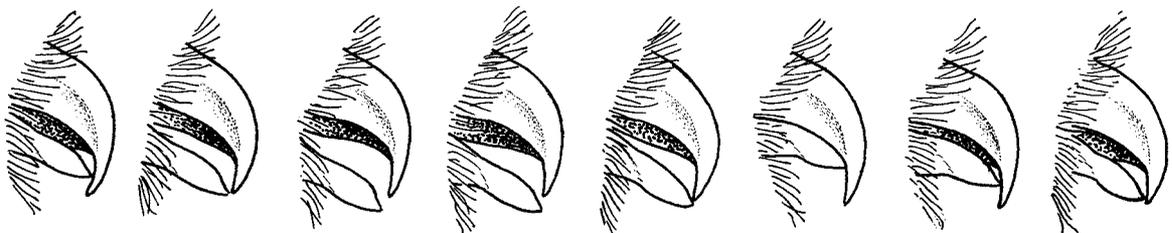
„Herbstgesänge“ weicht bei mehreren Arten vom Balzgesang markant ab; sie klingen z. B. quiekend-gepresst (Sperlingskauz), bellend-gestoßen (Habichtskauz) bis kreischend-schrill (Waldkauz) und sind oft durchdringend-schaurig (Habichtskauz), dabei meist besonders weittragend.

Wenn auch das Stimmrepertoire der Eulenarten meist eine klare Gliederung nach Revier-

gesang, Alarmruf, Nestzeigelauf, Bettel- und Fütterungslaut erkennen lässt, so sind die aktuellen Äußerungen oftmals nur aus dem jeweiligen Kontext aus Verhalten und Umfeld zu interpretieren. Das gilt z. B. für Habichtskauz-Weibchen, deren sogenannte „Standort- und Bettellaute“ stufenlos zwischen Betteln und vehementem Fordern um Beute bis hin zu defensivem Alarm oder aggressiver Attacke übergehen können. Auch beim Reviergesang von Raufußkauz-Männchen sind gleitende Übergänge von monoton-gereihten Kurzstrophen zur Standortkundgabe zu weich-lullender Werbung und hart-bellender Rivalenabwehr zu beobachten.

In den meisten Fällen verfügen beide Geschlechter über ein identisches Repertoire, nur wenige Laute sind geschlechtsspezifisch. (In Konfliktsituationen versuchen Männchen z. B. durch Weibchen-typische Laute ihren körperlich überlegenen Partner zu beschwichtigen.) Die Rufe und Gesänge von Männchen und Weibchen lassen sich in der Regel nach Häufigkeit und Klangfarbe der Einzellaute sicher unterscheiden. Bei der Zwergohreule wurde eine Korrelation zwischen Körpermasse der Männchen und Stimmfrequenz festgestellt; entsprechend können Weibchen eine gute Kondition an der dunkleren Stimme des Männchens erkennen. Bei dem zum Teil erheblichen Größenunterschied der Geschlechter wären – theoretisch – tiefere Laute bei den größeren Weibchen und hellere bei den zierlicheren Männchen zu erwarten. Dies ist aber bei keiner heimischen Art der Fall: Sowohl die Gesänge als auch die Stimmfühlungs- bzw. Bettellaute der Weibchen liegen auf identischer oder höherer Frequenz, selbst beim massigen Uhu!

Mit besonders hohen, zum Teil schneidendscharfen Zwiellauten betteln die Weibchen von



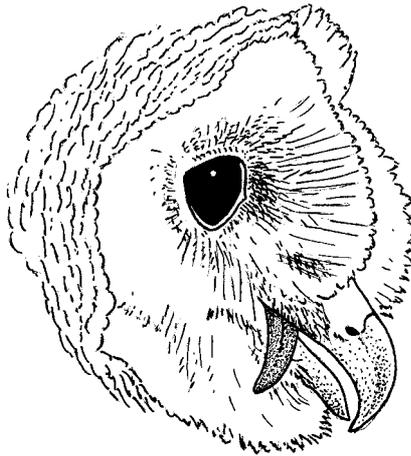
Sumpfohreule und Schnee-Eule (4,0–4,5 kHz bzw. 4,0–6,8 kHz) sowie des Sperlingskauzes, dessen gepresster *sssieh*-Laut hinsichtlich der Tonhöhe an den Gesang eines Haselhahns herankommt (4,3–6,0 kHz).

Die Stimmen im Nahbereich unterliegen völlig anderen Selektionskriterien und sind deshalb in ihrer Charakteristik weder durch die Dunkelaktivität noch durch akustische Effekte der Habitatstrukturen geprägt.

Familienübergreifende Gemeinsamkeiten

Zusätzlich zu stimmlichen Äußerungen setzen Eulen auch Instrumentallaute ein, die selbst bei unterschiedlichsten Arten eine recht einheitliche Form aufweisen: Z. B. „knappen“ Eulen zur Abwehr mit dem Schnabel, ein auffällig knackendes bis rasselndes Geräusch, das bereits Nestlinge eindrucksvoll beherrschen. Ein imposantes Flügelkatschen wird vor allem bei Arten mit Flugbalz gebracht (typischerweise von Wald- und Sumpfohreule; vereinzelt auch bei Uhu, Schnee-Eule, Bartkauz und Raufußkauz beobachtet). Spezielle schallbildende Instrumentalfedern (wie z. B. bei der Bekassine) wurden in der Eulenfamilie aber nicht ausgebildet [398].

Zu den stimmlichen Universalien zählt ein reptilienhaftes Fauchen (fehlt möglicherweise bei Sperlings- und Steinkauz?), das z. B. bei Schleiereule und Bartkauz durch ein merkwürdiges „Züngeln“ noch ertümlicher wirkt [115, 940]. Gemeinsam ist allen Arten ein bibbernd-schäkernder Stakkato-Laut (Unlustlaut), den bereits frisch geschlüpfte Nestlinge bei Unterkühlung, Hunger oder anderem Unwohlsein äußern. Daneben ist ein zirpend-gepresster Trillerlaut (Schirken) gemein, den Nestlinge zur Abwehr derber Stöße, Tritte oder Bisse von Nestgeschwistern, Eltern oder auch Beutegreifern äußern; Altvögel „schirken“ bei aggressiven Auseinandersetzungen und Angst. In diese Auflistung passt auch ein Tuckern, Gackern, Glucken oder Trillern in stotterndem Stakkato, der als „Fütterungslaut“ der Weibchen die Nestlinge zur Abnahme von Beutestücken stimuliert, bei Männchen mitunter zum Nestzeigen und zur Balz geäußert wird und selbst bei nicht näher verwandten Eulenarten eine sehr ähnliche Charakteristik aufweist.



„Züngeln“ der Schleiereule; diese merkwürdige Verhaltensweise tritt bei Feindbegegnung meist zusammen mit Fauchen und Knappen auf (nach SCHERZINGER 1989).

Rhythmen

Die Gesänge europäischer Eulen sind fast durchwegs sehr einfach strukturiert und bauen sich im primitivsten Fall aus einer monotonen Serie identischer Silben – bei gleichbleibender Frequenz – auf („Pausenlied“ [1038]; z. B. Sperlingskauz, Zwerg- und Waldohreule, auch Schnee-Eule). Vergleichbare Silben zu jeweils kurzen Strophen gegliedert hören wir vom Raufußkauz und von der Sumpfohreule, in anschwellend-kullernder Folge auch von der Spereule. Beim Gesang waldbewohnender Eulen können die Bäume ein vielfaches Echo zurückwerfen und dadurch den arttypischen Rhythmus verzerren (Re-Verberation; [554]); durch häufige Wiederholung und passende Pausen kann z. B. ein Raufußkauz diesem Störeffekt begegnen.

Komplexere Gesänge setzen entweder ein breiteres Frequenzspektrum ein, wie das über gut eine Oktave hochgezogene Glissando beim Steinkauz (0,5–1,0 kHz) oder der über eine vergleichbare Tonstufe abfallende *bubo*-Ruf des Uhus (0,4–0,2 kHz). Als Alternative kann eine komplexere rhythmische Abfolge die Unwechselbarkeit arttypischer Laute sicherstellen, wie die mehrgliedrigen Gesangsstrophen von Wald- und Habichtskauz, bei denen auf die heulend-gedehnten Eingangssilben trillerartige Lautgruppen folgen, durch charakteristische Pausen getrennt. Auf jeden Fall verstärkt regelmäßige Wiederholung die Signalfunktion (Redundanz). Eulenmännchen singen mitunter pausenlos – die ganze Nacht.

Verhaltensweisen der Eulen

konnten erst in jüngerer Zeit dank aufwendiger Freilandarbeiten unter Einsatz von Telemetrie und konsequenter Beobachtungen an Eulen in Gehegehaltung gewonnen werden, oftmals erst mithilfe moderner Techniken wie Tonbandaufzeichnungen, Nachtsichtgeräten, fernbedienten Kameras, Fotofallen, Videofilmen im Infrarotbereich usw.

Eulen galten als lichtscheue Einzelgänger, die nachts ihr spukhaftes Wesen trieben, dämonenhaft kreischten und heulten, mit übermenschlichen Sinnen ausgestattet waren und – bei ihrem für den Menschen der Vergangenheit unheimlichen Lebenswandel – entweder göttlicher oder höllischer Natur sein mussten. Realistische Einblicke in die Lebensweise der Eulen

Ruhe, Körperpflege und Bewegungsweise

Hinsichtlich der allgemeinen Verhaltensweisen unterscheiden sich Eulen nur graduell von anderen Vögeln gleicher Größe: Alle Eulenarten kratzen sich „vorne herum“ (d. h. das Bein wird an der Brustseite – bzw. vor dem Flügelansatz –

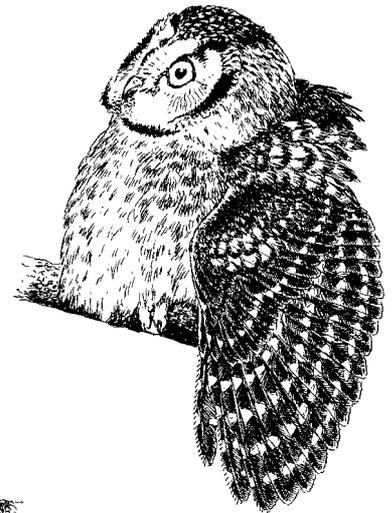
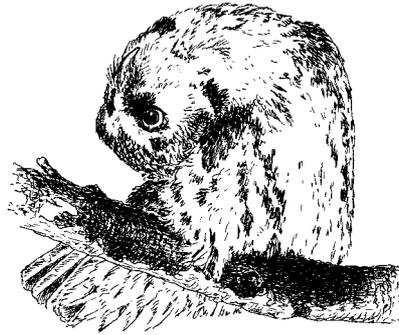


Kopfkratzen. Eulen kratzen sich „vorne herum“, d. h. die Beine werden bauchseitig vor dem Flügel geführt (Habichtskauz-Nestling; Foto SCHERZINGER).

zum Kopf geführt). Sie strecken ihre Flügel sowohl senkrecht (jeweils ein Flügel gemeinsam mit dem Bein derselben Körperseite) als auch waagrecht (in vorgebeugter Haltung werden gleichzeitig beide Flügel über dem Kopf vorgezogen).

Gefiederpflege

Zur Gefiederpflege wird Schütteln, beknabberndes Putzen mit dem Schnabel und auch Baden eingesetzt. Verbreitet ist ein Regenbad, zu dem die meisten Eulen einen exponierten Sitzplatz aufsuchen und die Flügel ausbreiten, um sich – unter meist drehend-schaukelnden Bewegungen – berieseln zu lassen. Baden im Wasser – mit Antrinken, Kopfeintauchen und schaufelnden Flügelschlägen – ist verbreitet,



Zur Gefiederpflege zählen auch Kopfreiben (links) und Sonnenbaden (rechts, Beispiel Raufußkauz; nach SCHERZINGER).



Nestlinge investieren besonders viel Zeit ins Beknabbern, Putzen und Glätten des rasch sprießenden Gefieders (Habichtskauz; Foto SCHERZINGER).