

Band 57 • Heft 1 • Februar 2019

Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde



Deutsche Ornithologen-Gesellschaft e.V.



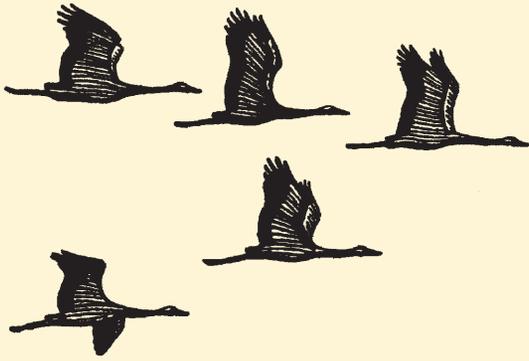
Institut für Vogelforschung
„Vogelwarte Helgoland“



Vogelwarte Hiddensee
und
Beringungszentrale Hiddensee



Max-Planck-Institut für Ornithologie
Vogelwarte Radolfzell



Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde

Die „Vogelwarte“ ist offen für wissenschaftliche Beiträge und Mitteilungen aus allen Bereichen der Ornithologie, einschließlich Avifaunistik und Beringungswesen. Zusätzlich zu Originalarbeiten werden Kurzfassungen von Dissertationen, Master- und Diplomarbeiten aus dem Bereich der Vogelkunde, Nachrichten und Terminhinweise, Meldungen aus den Beringungszentralen und Medienrezensionen publiziert.

Daneben ist die „Vogelwarte“ offizielles Organ der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und veröffentlicht alle entsprechenden Berichte und Mitteilungen ihrer Gesellschaft.

Herausgeber: Die Zeitschrift wird gemeinsam herausgegeben von der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, dem Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, der Vogelwarte Radolfzell am Max-Planck-Institut für Ornithologie, der Vogelwarte Hiddensee und der Beringungszentrale Hiddensee. Die Schriftleitung liegt bei einem Team von vier Schriftleitern, die von den Herausgebern benannt werden.

Die „Vogelwarte“ ist die Fortsetzung der Zeitschriften „Der Vogelzug“ (1930 – 1943) und „Die Vogelwarte“ (1948 – 2004).

Redaktion/Schriftleitung:

Manuskripteingang: Dr. Wolfgang Fiedler, Vogelwarte Radolfzell am Max-Planck-Institut für Ornithologie, Am Obstberg 1, 78315 Radolfzell (Tel. 07732/1501-60, Fax. 07732/1501-69, fiedler@orn.mpg.de)

Dr. Ommo Hüppop, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven (Tel. 04421/9689-0, Fax. 04421/9689-55, ommo.hueppop@ifv-vogelwarte.de)

Dr. Christoph Unger, Obere Gasse 23, 98646 Hildburghausen (Tel. 03685/40 35 99, corvus_hibu@freenet.de)

Christof Herrmann, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, - Beringungszentrale Hiddensee, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow (Tel. 03843-777250, Fax: 03843-7779250, Christof.Herrmann@lung.mv-regierung.de)

Meldungen und Mitteilungen der DO-G, Nachrichten:

Dr. Christoph Unger, Adresse s. o.

Redaktionsbeirat:

Hans-Günther Bauer (Radolfzell), Peter H. Becker (Wilhelmshaven), Timothy Coppack (Neu Broderstorf), Michael Exo (Wilhelmshaven), Klaus George (Badeborn), Fränzi Korner-Nievergelt (Sempach/Schweiz), Bernd Leisler (Radolfzell), Felix Liechti (Sempach/Schweiz), Ubbo Mammen (Halle), Roland Prinzing (Frankfurt), Joachim Ulbricht (Neschwitz), Wolfgang Winkel (Wernigerode), Thomas Zuna-Kratky (Wien/Österreich)

Layout:

Susanne Blumenkamp, Abraham-Lincoln-Str. 5, 55122 Mainz, susanne.blumenkamp@arcor.de

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich. V.i.S.d.P. sind die oben genannten Schriftleiter.

ISSN 0049-6650

Die Herausgeber freuen sich über Inserenten. Ein Mediadatenblatt ist bei der Geschäftsstelle der DO-G erhältlich, die für die Anzeigenverwaltung zuständig ist.

DO-G-Geschäftsstelle:

Karl Falk, c/o Institut für Vogelforschung, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven (Tel. 0176/78114479, Fax. 04421/9689-55, geschaefststelle@do-g.de, <http://www.do-g.de>)



Alle Mitteilungen und Wünsche, welche die Deutsche Ornithologen-Gesellschaft betreffen (Mitgliederverwaltung, Anfragen usw.) werden bitte direkt an die DO-G Geschäftsstelle gerichtet, ebenso die Nachbestellung von Einzelheften.

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

DO-G Vorstand

Präsident: Dr. Wolfgang Fiedler, Vogelwarte Radolfzell am Max-Planck-Institut für Ornithologie, Am Obstberg 1, 78315 Radolfzell, fiedler@orn.mpg.de

1. Vizepräsidentin: Prof. Dr. Petra Quillfeldt, Justus Liebig Universität Gießen, Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, Petra.Quillfeldt@bio.uni-giessen.de

2. Vizepräsidentin: Dr. Dorit Liebers-Helbig, Deutsches Meeresmuseum, Katharinenberg 14-20, 18439 Stralsund, Dorit.Liebers@meeresmuseum.de

Generalsekretär: Dr. Ommo Hüppop, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“. An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven, ommo.hueppop@ifv-vogelwarte.de

Schriftführerin: Dr. Franziska Tanneberger, Universität Greifswald, Partner im Greifswald Moor Centrum, Soldmannstr. 15, 17487 Greifswald, tanne@uni-greifswald.de

Schatzmeister: Dr. Volker Blüml, Freiheitsweg 38A, 49086 Osnabrück, schatzmeister@do-g.de

DO-G Beirat

Sprecher (seit 01.01.2018): Dr. Dirk Tolkmitt, Menckestraße 34, 04155 Leipzig, tolkmitt-leipzig@t-online.de

Titelbild: „Seidenschwanz“ – von Helene Rimbach. Größe des Originals: 29,7 cm x 21,0 cm, Farbstift auf Papier, 2017

Oskar Heinroth, Erwin Stresemann und die Geschichte der Mauserforschung

Karl Schulze-Hagen

Schulze-Hagen K 2019: Oskar Heinroth, Erwin Stresemann, and a short history of the study of moult. *Vogelwarte* 57: 1-12.

The unifying characteristic of all birds is the feathers, which consist of keratin. They enable flight but are subject to abrasion and wear, which necessitates that they must be renewed regularly by moulting. Moulting is an energy-intensive process without which a bird cannot survive. It is all the more astonishing that it has aroused little interest among ornithologists. A simple, but perhaps not completely wrong explanation attributes this to “an aversion to messy birds” (Howell 2003). Even at the beginning of the 20th century it was questioned that changes in the body feathers are caused by moulting. Instead, even prominent ornithologists believed the process to be a change of colour. Oskar Heinroth (1871-1945) and Erwin Stresemann (1889-1972) are two ornithologists who enthusiastically studied the process of moult throughout their lives and who made important contributions to moult research. For Heinroth, the so-called “change of colour theory” was the trigger for his interest in moult, while for Stresemann it was the careful examination of study skins. They came into contact as early as 1907 and their scientific exchange only ended with Heinroth’s death. In their final working years, Erwin Stresemann and his wife Vesta (1902-2004) devoted themselves intensively to the study of moult. The results are summarized in their work “Die Mauser der Vögel” (E & V Stresemann 1966), which they dedicated to Oskar Heinroth. These two prominent ornithologists are rightly regarded as pioneers of moult research.

Their studies and lifelong scientific exchange contributed significantly to the establishment of this branch of ornithology. Both Heinroth and Stresemann recognised early on the bewildering variability of moulting strategies, which depends more on ecological than phylogenetic factors, and left many open questions for modern moult research. Since the 1960s the number of moult-related publications has increased considerably, bringing important new insights into ornithology. This development is briefly described. Today’s innovative techniques have long since provided answers that go far beyond those of the early researchers.

✉ KSH: Bleichgrabenstr. 37, D-41063 Mönchengladbach. E-Mail: karl@schulze-hagen.de

1. Einleitung

Das auffälligste Kennzeichen der Klasse der Vögel sind die Federn, die in ihrem fertigen Zustand ausschließlich aus Keratin (Horn) bestehen. Sie schützen den Körper und ermöglichen den Flug (Altum 1875, Stresemann 1927-1934, Heinroth 1938). Weil die Federn als tote Gebilde vielfältigen äußeren Einflüssen ausgesetzt sind und „... im Lauf der Zeit schadhafte werden, werden sie nach einer endogen bestimmten Tragdauer ausgestoßen und durch eine Nachfolge[generation] ersetzt“ (Stresemann, E & V 1966). Diese in zeitlichen Intervallen notwendige Erneuerung des Federkleides ist die Mauser. Sie ist mit beträchtlichen energetischen Kosten verbunden und stellt eine kritische Phase in der life history dar. Ein Vogel kann ohne Nachkommenschaft überleben, aber nicht ohne Mauser. Deren existentielle Bedeutung kommt auch darin zum Ausdruck, dass Vögel während der Erneuerung ihres Großgefieders für einige Zeit ganz oder partiell auf ihren Flugapparat verzichten müssen. Auch das ist ein Alleinstellungsmerkmal der *Aves*. Vor diesem fundamentalen Hintergrund ist es erstaunlich, dass die Mauserkunde im Fachgebiet der Ornithologie nur eine untergeordnete Rolle einnimmt; das war früher so und

gilt noch bis auf den heutigen Tag. Eine simple, aber nicht unwahre Erklärung ist, dass manche Ornithologen „... an aversion to messy birds“ (eine Abneigung gegen unordentliche Vögel) haben (Howell 2003). Die erstaunliche Tatsache, dass das vogelkundliche Standardwerk am Beginn des 20. Jahrhunderts, der „*Neue Naumann*“ (1897-1905), praktisch noch keine Mauserinformationen bietet, spiegelt das geringe Interesse wieder. Im Gegensatz zu den meisten Fachkollegen ihrer Zeit hatten sich zwei allerdings für dieses Thema begeistert und intensiv damit beschäftigt, Oskar Heinroth (1871-1945) und Erwin Stresemann (1889-1972). Die beiden prominenten Ornithologen gelten zu Recht auch als Protagonisten der Mauserkunde.

Ihre gemeinsame Faszination für die Mauser hat die beiden in engen Kontakt und in fachlichen Austausch gebracht, der auch die Entwicklung der Ornithologie befördert hat. Hierin zeigen sich Parallelen zu einer anderen fruchtbaren Verbindung, nämlich derjenigen zwischen Oskar Heinroth und Konrad Lorenz (1903-1989). Deren Geistesverwandtschaft, die bekanntlich beider Passion für die Entenvögel entsprang, förderte eine rege Kommunikation, die wesentlich zur Konzep-

tion der Verhaltensforschung bzw. Ethologie als neuem Teilgebiet der Zoologie beigetragen hat.

Heinroth und Stresemann haben grundlegende Beiträge zum Verständnis der Mauser und ihrem Stellenwert in der Biologie und Ökologie der Vögel erbracht. Um diese Leistung hervorzuheben und in die ornithologische Forschungsgeschichte einzuordnen, sollen die vorliegenden Ausführungen kurz an die Anfänge der Mauserforschung erinnern (Kap. 2). Danach beschäftigen sie sich ausgiebiger mit der Rolle der beiden Pioniere auf diesem Gebiet. Hierbei werden auch die Rahmenbedingungen, Motive, eigene Entwicklung und Interaktionen zwischen den beiden unterschiedlichen Persönlichkeiten beleuchtet (Kap. 3). Anschließend soll die Weiterentwicklung der Mauserforschung seit den 1960er Jahren aufscheinen (Kap. 4) und in gebotener Kürze eine Orientierung über die aktuellen Themen dieses Forschungszweiges geboten werden (Kap. 5).

2. Anfänge der Mauserforschung

Frühe Beschäftigung mit der Mauser fand Stresemann (1951) im berühmten Falkenbuch von Kaiser Friedrich II (1194-1250) und bei Johann Philipp Achilles Leisler (1772-1813) aus Hanau, „dem sorgfältigen Untersucher des Gefiederwechsels“ bei Limikolen. Abgesehen von einigen anekdotischen Mitteilungen gab es bis ins ausgehende 19. Jahrhundert keine systematische Mauserstudie. Über wichtige Fragen des Federwechsels herrschten unter Vogelkundlern nur vage Vorstellungen. So wurde ernsthaft diskutiert, ob Teile des Kleingefieders gar nicht gemausert werden, sondern stattdessen bloß einen Farbwechsel durchlaufen, wie z. B. das Kopfgefieder der Lachmöwe, das im Winter weiß und im Sommer braun ist. Diese „Umfärbungstheorie“ bzw. „Verfärbungsfrage“ geht auf Hermann Schlegel (1804-1884) zurück und war noch 1905 aktuell (Schlegel 1855; Naumann 1897-1905) - obwohl doch jeder wissen musste, dass Federn aus Horn, also totem Material, bestehen und demzufolge ihre Umfärbung unmöglich ist (Heinroth 1898 a).

Die Ornithologen des 19. Jahrhunderts beschäftigten sich vorwiegend mit Bälgen. Ihre „Freilandarbeit“ war mehr die Jagd auf Vögel, die anschließend in Balgsammlungen landeten, als die Vogelbeobachtung, wie wir sie heute kennen. Der erste, der nach einer Erklärung für das allgemeine Desinteresse an der Mauser suchte, war Witmer Stone (1866-1939; s.u.): „This is unquestionably due to the scarcity of molting specimens in collections.“ Denn die professionellen Sammler erlegten bevorzugt die „schönen“ Exemplare im Pracht- oder Frischvollgefieder, für die sie höhere Handelspreise erzielen konnten als für „schäbige“ Mauserbälge. Darüber hinaus lebten mausernde Vögel im Spätsommer versteckt und seien seltener anzutreffen (Stone 1896). Heinroth sah dies ebenso (1917). E. & V. Stresemann (1966) weisen zudem auf das grundsätzliche Problem hin, dass sich die Mauser

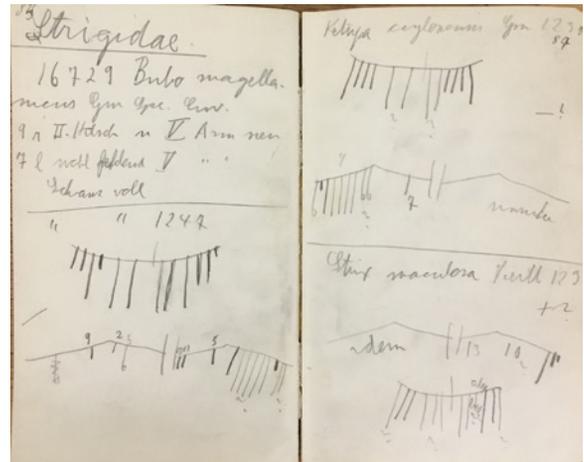


Abb. 1: Schematische Aufzeichnung der Mauserbefunde von Eulenbälgen aus dem Tagebuch von 1897 (Handschriftenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin). – Schematic drawing of moult stages in owl skins, from Heinroth's journal of 1897.

über längere Zeiträume erstreckt und sich so der einfachen Erfassung entzieht, weshalb sie nur durch den hohen Aufwand einer „Anwendung des Rekonstruktionsverfahrens“ erforschbar sei. Hierfür stünden drei Wege offen: „Die Verfolgung des Verlaufs 1. an freilebenden, 2. an gekäfigten Vögeln, 3. an einer Serie von Bälgen.“ Grundsätzlich anwendbar, zufallsunabhängig und zeitsparend sei eigentlich nur das dritte Verfahren - unter der Voraussetzung, dass genügend Vergleichsmaterial vorliege (E & V Stresemann 1966).

Die erste und noch sehr einfache Mauserstudie stammt von Wilhelm Meves (1814-1892), Konservator und Präparator am Zoologischen Reichsmuseum in Stockholm, der viele Arten Mittel- und Nordeuropas in Händen gehalten hatte. Sie ist eine Reaktion auf die „Umfärbungstheorie“ seines Freundes Hermann Schlegel. In seiner Publikation im Journal für Ornithologie nennt er für eine Reihe von Passeres und Nonpasseres die Zeitfenster der Mauser und sucht nach Regeln, wann und wie oft die jeweiligen Taxa mausern (Meves 1855). Er unterscheidet die „einfache und vollständige Mauser – Herbstmauser“ von der „doppelten oder Frühlingmauser“ und listet die untersuchten Arten danach auf. Weiterhin kann er mit dem Mikroskop zeigen, dass das leuchtende Frühjahrsgefieder vieler Arten (z. B. bei Bluthänfling und Bergfink) weder durch Federwechsel noch durch Umfärbung, sondern durch den Abrieb der Federspitzen entsteht bzw. „freigelegt“ wird. Zwanzig Jahre später widmet der an der Forstakademie in Eberswalde lehrende Priester, Entomologe und Ornithologe Bernhard Altum (1824 - 1900) erstmals in der 5. Auflage seines erfolgreichen Buches „Der Vogel und sein Leben“ ein Kapitel der Mauser (Altum 1875), in dem er bereits scharfsinnige Beobachtungen und Überlegungen zu Gefiederabnutzung, Notwendigkeit der Mauser gerade bei Zugvögeln und

unterschiedliche Mauserformen vorlegt. Erwähnt werden muss auch der sehr knapp gehaltene Überblick über die Mauser von J.-J. Zéphirin Gerbe (1810-1890), Zoologe, Präparator und Illustrator am Collège de France in Paris (Gerbe 1877). Nach diesen Vorläufern erscheinen dann um die Jahrhundertwende in rascher Folge die ausführlichen Mauserstudien dreier Autoren, nämlich Stone (1896), Heinroth (1898 a-c, 1899) und Dwight (1900).

In den USA war das Interesse an der Mauser früher entwickelt als in Europa. W. Stone (s. o.), Kurator an der Academy of Natural Sciences in Philadelphia, zeichnete ein lebenslanges Interesse an der Mauser aus. Er war der erste, der systematisch Balgserien auf Mauserzeichen überprüft hatte (Stone 1896). Seine Studie zeichnet sich durch klare Struktur und einen breiten Überblick über die Mauserverläufe vor allem bei den Passeres aus; sie gilt deshalb als erster Meilenstein der Mauserkunde. Zu Stones generellen Feststellungen gehören, dass die Mauser nach Ende der Fortpflanzungsperiode physiologisch nötig sei und für alle Vögel gelte. Selbst nahe verwandte Arten können sich allerdings in der Anzahl ihrer jährlichen Mäusern und in deren Ausmaß unterscheiden. Innerhalb der Mauser einer Art gibt es auch Geschlechts- und Altersunterschiede. Die Mauser der Schwinge erfolgt an beiden Flügeln symmetrisch, wobei die Federn oft nacheinander fallen. Im speziellen Teil seiner Publikation erwähnt er bereits die atypische Handschwinge-mauser der Eisvögel, mit der sich später Vesta Stresemann (1902 – 2006) intensiver beschäftigen sollte (Stone 1896, E & V Stresemann 1961, E & V Stresemann 1966).

Bald nach Stones Publikation folgen zwei weitere grundlegende Arbeiten, die ebenfalls systematisch große Balgserien untersuchen: (1) Oskar Heinroths Arbeit über „den Verlauf der Schwinge- und Schwanzmauser der Vögel“ (Heinroth 1898 c), auf die in Kapitel 3 eingegangen wird, und (2) Jonathan Dwights (1858-1929) Analyse der Mauserzyklen und Kleider nordamerikanischer Passeres (Dwight 1900). Dwight war Mediziner in New York und besaß eine Sammlung von ca. 65.000 Bälgen, die er später dem American Museum of Natural History vermachte. Seine Auswertung gehört zu den Klassikern der nordamerikanischen Mauserkunde und offeriert bereits eine pragmatisch am Jahreszyklus ausgerichtete Benennung von Kleidern und Mäusern, die z. T. noch heute Gültigkeit besitzt, vor allem in Europa (E & V Stresemann 1966, Jenni & Winkler 1994). Die Publikationen von Stone, Heinroth und Dwight stellen die Mauserforschung auf eine solide Basis und schließen gleichzeitig deren Frühphase ab.

3. Die Entwicklung der Mauserforschung durch Oskar Heinroth und Erwin Stresemann

3.1 Oskar Heinroths Mauserforschungen

„Unter diesen drei Abhandlungen hat diejenige Heinroths, obwohl bei weitem die kürzeste, der Mauserforschung die nachhaltigsten Impulse erteilt. Er zog ... nicht nur die

Sperlingsvögel einer Region, sondern alle Ordnungen des Systems in Betracht, wobei ihn die Fragestellung leitete: was ist als Anpassung, was als Vererbung zu deuten? (E & V Stresemann 1966). Schon die ersten Publikationen des jungen Heinroth galten Mauserthemen (Heinroth 1898 a-c, 1899). Das hat folgenden Hintergrund: Der von klein auf tierpassionierte Oskar Heinroth konnte erst nach dem - von den Eltern geforderten - Medizinstudium seinem Wunsch folgend in Berlin Zoologie studieren. Neugierig wie er war, assistierte er nebenher sowohl im Zoo als auch im Naturkundemuseum. Sein Interesse an der Mauser entstand über den 1897 immer noch wogenden Streit um den (vermeintlichen) Farbwechsel des Vogelgefieders. Selbst Experten wie Heinrich Gätke (1814-1897) und Othmar Reiser (1861-1936) beharrten unbeirrt auf dieser Ansicht. Für den jungen Heinroth war diese Vorstellung blanker Unsinn - und Ansporn zum Gegenbeweis. Aus eigenem Antrieb und ohne fremde Anleitung begann er, die im Zoo lebenden Vögel auf Mauserzeichen zu inspizieren. Weil ihm das nicht reichte, kam der Autodidakt auf die schlaue Idee, auch an Bälgen nach Mauser zu suchen. Dies tat er in den Naturkundemuseen von Berlin und Karlsruhe. Zusätzlich beobachtete er an Zoovögeln, was mit individuell markierten Federn im Jahreslauf passiert, und untersuchte sie unter dem Mikroskop. Immer mehr nahm ihn das Thema gefangen. In einem Brief an die Eltern (7. Okt. 1897) heißt es über einen Türkisnasenvogel (*Cyanerpes cyaneus*; eine Tangare mit dunkelgrünem Schlicht- und blauem Prachtkleid) im Berliner Zoo: „... heute hat mich auch der Sai, ein schöner blauer Vogel, belehrt, daß er mausert und sich nicht ohne Federwechsel umfärbt, wie sollte er auch! ... Er war bisher die Hauptstütze der Umfärbungstheoretiker ...“ (Heinroth 1971, p 43). In einem weiteren Familienbrief schreibt er: „Meine wissenschaftliche Thätigkeit ist jetzt intensiv ... etwa 45000 Bälge, deren Durchsicht viel Zeit und Mühe erfordert. Es macht übrigens Spaß und regt zu freudigerer Weiterarbeit an, wenn man die bisherigen Resultate, und es sind derer nicht wenige, zusammenstellt, um andern darüber vorzutragen. Und wenn es gelingt, Interesse und Anerkennung zu erwecken, so treibt es einen selbst, mit aller Gewissenhaftigkeit und Energie der Sache weiter auf den Grund zu gehen“ (Heinroth 1971, p 45). Der Brief offenbart den für Heinroth so typischen „Biss“.

Bei der Untersuchung der Bälge entwickelte er ein meisterliches Geschick: „Bei meiner Arbeit kommt es darauf an, in dem meist geschlossenen, getrockneten Flügel in vorsichtiger Weise junge Blutkielfedern zu finden, sowie das alte Gefieder von dem neu nachgewachsenen zu unterscheiden.“ (Heinroth 1898 c, p 96). Um die Mauser unmissverständlich zu dokumentieren, erfand er ein simples Zeichenschema („... dieses Schema eignet sich vortrefflich für Aufzeichnungen auf der Jagd usw.“) [Abb. 1] und eine klare Terminologie, die noch heute gültig ist. „Nennen wir nun der Einfachheit halber den hier beschriebenen Verlauf der Handschwinge-mauser,

da er von proximal nach distal fortschreitet, nach Analogie eines chirurgischen Verbandes deszendend ...“ schreibt der promovierte Mediziner (Heinroth 1898 c, p 102). Gleichzeitig prägt er die Begriffe „aszendent“ beim Ablauf der Mauser der Armschwingen, bei den Steuerfedern „zentrifugal“ sowie „Mauserzentrum“.

Heinroth (1898 a, b) berichtete bereits 1898 auf der Januarsitzung der DOG über seine Studien; es ist sein erster Vortrag vor der renommierten Gesellschaft: „Herr Heinroth hält einen sehr lehrreichen Vortrag über die Umfärbung bei Vögeln ...“ (Matschie 1898). Er fand anhand der vielen überprüften Gruppen von den Greifvögeln über die Enten bis zu den Singvögeln, dass die postulierte „Umfärbung“ ausnahmslos durch Federwechsel, also Mauser, und durch Abnutzung erfolgt. Nicht jeder war von seinen neuen Erkenntnissen überzeugt.

Mit seiner dritten Publikation (Heinroth 1898 c), die über die Großgefiedermauser handelt, betritt er wiederum Neuland; auch diese ist ein Meilenstein der Mauserkunde. Schon in der Einleitung heißt es: „Über die Art des Mauserverlaufes herrscht in der Litteratur fast einstimmiges Schweigen.“ Zu Anfang nennt er praktische Tipps: „Die sichersten Anhaltspunkte [für Mauser] geben stets frischgeschossene freilebende Vögel“, deren beweglicher Flügel am leichtesten untersuchbar sei. Im allgemeinen Teil unterscheidet er die „contemporale Schwingenmauser“ (gleichzeitiger Ausfall aller Schwungfedern; heute als synchron bezeichnet; z. B. Entenvogel) von der „allmählichen Schwingenmauser, die sich als Gesetz für alle übrigen Vögel“ ergibt. Allermeist verläuft die Handschwingen-Mauser deszendend, beginnend mit der innersten Handschwinge (heute konventionell als H1 bezeichnet); für den Armflügel läuft sie dagegen von den Rändern zur Mitte hin konvergierend. Die Mauser der Steuerfedern erfolgt meist zentrifugal. Insgesamt gibt es viele Abweichungen und Variationen der Großgefiedermauser. Manchmal treten Asymmetrien zwischen den Flügeln auf.

Die Arbeit beeindruckt durch ihre großen Zahlenreihen (z. B. 1.300 untersuchte Greifvögel, 870 Papageien, 700 Spechte, 520 Kuckucke; insgesamt über 9.000 Bälge). Sie ist gespickt mit Details zum Mauserverlauf fast aller Ordnungen und mit Einzelbeispielen, die die Vielfalt der Mausermodi vorführen sollen. Selbst die kniffligen Verhältnisse der Jugendmauser der Hühnervögel deckt er auf (s. u.). Meist findet er in der Lebensweise einer Vogelgruppe plausible Erklärungen für ihren jeweiligen Mausermodus, doch ist „es eben auch hier die Kunst, Anpassung und Vererbung auseinanderzuhalten.“ Als Nachtrag erscheint eine als offener Brief an O. Reiser (s. o.) formulierte Publikation über Kleider und Mauser des Eleonorenfalken anhand von 39 Fällen (34 Bälge und 5 Zoovögel), in der er auch auf die Federgenerationen der unterschiedlichen Gefiedermorphen sowie auf die Stabilität der Feder in Abhängigkeit vom Pigmentgehalt eingeht: Dunkle Federanteile sind haltbarer als helle (Heinroth 1899).

Wie weit gefächert Heinroths Beobachtungen über die Mauser der Vögel sind, belegen seine Publikationen über die Geschwindigkeit des Federwachstums (Heinroth 1906), atypische Mauserformen (z. B. Heinroth 1900, 1903 b, c), Mauser in den Tropen (Heinroth 1902, 1903 a), Konvergenzen bei ökologisch, aber nicht phylogenetisch verwandten Arten (Heinroth 1907), über die Saisonalität der Mauser und deren Beziehungen zu Fortpflanzung und Zug, Alter, Geschlecht und Körpergröße sowie die Abfolge der Kleider (Heinroth 1917, 1938). Ab 1906 schieben ethologische Themen die Mauserstudien in den Hintergrund. Doch beschäftigt ihn die Mauser durch das gesamte, dreißig Jahre andauernde Großprojekt der Handaufzucht fast aller Vogelarten Mitteleuropas. Diese Informationen sind in die Artkapitel seiner „Vögel Mitteleuropas“ (Heinroth 1924-1933; Schulze-Hagen & Birkhead 2015) eingebracht, darunter der Nachweis der bislang übersehenen Jugendmauser (Kleingefieder-Teilmauser) von Sylviiden u. a. Singvögeln bald nach dem Ausfliegen. Selbst bei der Inspektion des 150 Millionen Jahre alten Berliner *Archaeopteryx* findet er Hinweise für eine (fortschreitende) Schwingenmauser (Heinroth 1923).

Auf dem VII. Internationalen Ornithologen-Kongress in Amsterdam zieht Heinroth Bilanz und gibt einen scharfsinnigen Überblick über die Mauser der Vögel, bei denen „so ziemlich alle Möglichkeiten verwirklicht sind, die man sich für einen Mauserverlauf denken kann“ (Heinroth 1931). Der einfachste Fall sei dabei die Mauser der Pinguine, „nämlich daß ein Vogel alle Federn, die er hat, zugleich verliert.“ Das extremste Beispiel von Jugendvollmauser findet sich bei den Spechten, die ihre noch nicht ausgewachsenen Handschwingen schon wieder abwerfen, noch bevor sie erstmals die Nesthöhle verlassen. Um die Gewichtszunahme und die Größe der Tragflächen bei heranwachsenden Hühnervögeln aufeinander abzustimmen, haben diese einen besonders komplizierten Federwechsel, von dem B. Altum (1875) angenommen hatte, „daß junge Hühnervögel ihre Schwingen vier Mal mausernten, in Wirklichkeit haben sie nicht einmal eine ganz vollständige Jugendvollmauser“ (Heinroth 1931). Der Vortrag paßt gut ins innovative Programm des Amsterdamer Kongresses, welcher schon ganz im Zeichen der „Neuen Biologischen Ornithologie“ steht, die Erwin Stresemann von Berlin aus auf den Weg brachte. Als Vorreiter der Moderne hält Stresemann auch den Einführungsvortrag, der über die „Fort-schritte der Anatomie und Physiologie der Vögel“ handelt (Stresemann 1931).

3.2. Der Kontakt zwischen Oskar Heinroth und Erwin Stresemann

Auch Stresemann war schon als Kind vogelbegeistert. Als 18jähriger nahm er 1907 bereits an der Jahresversammlung der DOG in Berlin teil, wo er neben Ernst Hartert (1859-1933) und Anton Reichenow (1847-1941) auch den 36jährigen Heinroth kennenlernte und eine

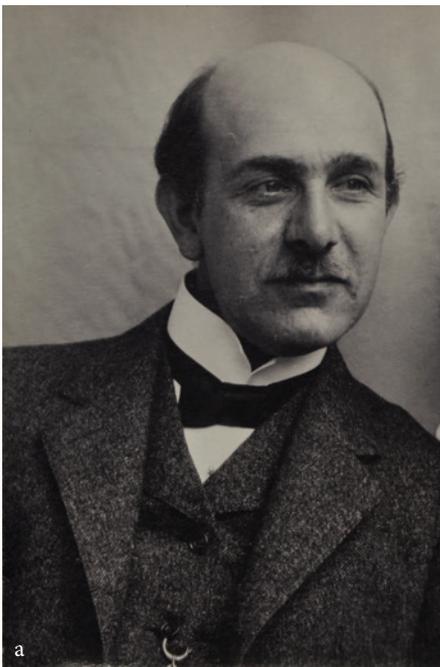
Reihe in Russland selbst gesammelter Falkenbussarde vorlegte (Stresemann 1907, Nöhring 1973). Vermutlich haben sich beide auf dem V. IOC in Berlin, der von Heinroth mit ausgerichtet worden war, wiedergesehen und standen seither in (lockerem) Kontakt. Stresemann war bald Zoologiestudent in München und schon von 1910-1912 auf den Molukken sammelnd und forschend unterwegs. In den Folgejahren wertete er die Ergebnisse dieser Expedition umsichtig aus, musste als Soldat in den 1. Weltkrieg ziehen und war danach Assistent seines verehrten Lehrers Carl Eduard Hellmayr (1878-1944) am Bayerischen Nationalmuseum in München. Was Stresemann mit Heinroth trotz eines Altersunterschiedes von fast 20 Jahren verband, war das gemeinsame Interesse an der Mauser der Vögel. Vor diesem Hintergrund sind zwei bislang unbekannte Briefe von Interesse. Sie seien hier wiedergegeben, weil sie auch den Handlungsrahmen und die Art ihrer Zusammenarbeit erhellen (Quellen: Historische Arbeitsstelle, Museum für Naturkunde Berlin und Handschriftenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin).

Stresemann schrieb aus München an Heinroth in Berlin (2. Feb. 1918): „Die Arbeit, die Sie mir als Sonderdruck freundlichst übersandten, hat mich in der [Reichenow-] Festschrift unter allen am meisten interessiert, da ich schon seit längerer Zeit der Mauser meine Aufmerksamkeit zuwende. Die Tatsachen waren mir zum geringen Teil aus eigenen Untersuchungen, zum größten aus Witherby's trefflichen Veröffentlichungen ... schon bekannt, aber auch Witherby hat es unterlassen, die Ergebnisse in der übersichtlichen und lehrreichen Form zusammenzufassen, die Sie gewählt haben. Mit Freuden will ich Ihrer Aufforderung zu Ergänzungen nachkom-

men, sobald ich wieder unbehindert im Museum werde arbeiten können. Vorläufig nur die eine Bemerkung: Sie konnten bei den Piepern eine Kleingefieder-Frühjahrsmauser weder an Bälgen noch gefangenen Stücken feststellen. Gestatten Sie, daß ich Sie hierzu auf den Wasserpieper hinweise, bei dem eine solche Frühjahrskleingefiedermauser sehr deutlich zu verfolgen ist und zu einer völligen Umfärbung führt. Wasserpieper, die ich Anfang Dezember schoß, mauserten bereits stark; Vögel von Anfang April haben meist das Gefieder noch nicht restlos gewechselt. Andere Anthus-Arten habe ich daraufhin noch nicht betrachtet.“

In einem Schreiben Heinroths an Stresemann (21. Aug. 1919) heißt es: „... Auch ich habe mit der Pirolmauser einen Bock geschossen. Ich habe meine Tagebücher durchgesehen und gefunden, daß der jung aufgezogene Pirol zum ersten Male und zwar dann sein gesamtes Gefieder im Winter mausert. Ich schicke Ihnen anbei als Beleg das Bild eines solchen Vogels. Die winterliche Pirolmauser ist übrigens in Liebhaberkreisen allgemein bekannt und der Pirol als „Wintermauserer“ berüchtigt. Das zweite Kleid des jungen männlichen Pirols sieht dem ersten in Gefangenschaft übrigens sehr ähnlich. Zu meiner kleinen Arbeit in der Reichenow-Festschrift habe ich übrigens inzwischen eine ganze Menge Vervollständigungen zusammengebracht, die ich Ihnen, wenn die Sie interessieren, gern gelegentlich zur Verfügung stelle.“

Diese - lückenhafte - Korrespondenz belegt, dass sich Stresemann schon sehr früh eingehend mit der Mauser beschäftigt hatte; vermutlich hatte ihn die Untersuchung frisch erlegter Vögel und die taxonomische Bearbeitung von Bälgen in den Sammlungen darauf gestoßen. Außerdem ist sein Brief ein weiteres Indiz dafür, dass



a



b

Abb. 2: (a) Heinroth 1910 und (b) Stresemann 1919; (Handschriftenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin; Museum für Naturkunde Berlin, Historische Bild- u. Schriftgut-sammlungen). – Photos of (a) Heinroth 1910 and (b) Stresemann 1919.

er schon vor 1918 mit Heinroth in Kontakt gestanden haben muss. Seine erste der Mauser gewidmete Publikation (Stresemann 1919) beginnt mit einem Bezug auf Heinroth (1898 c, 1917), dessen Arbeiten er als bahnbrechend betrachtet und durch eine einheitliche Terminologie (auf der Basis von Dwight 1900) zu vervollständigen sucht. Im zweiten Teil der Veröffentlichung korrigiert er Heinroths Angaben zur Mauser des Pirolos (s. o.; Abb. 3). Die Arbeit weist auf Stresemanns besondere Fähigkeiten hin. Schon früh hat er einen profunden Überblick über das gesamte ornithologische Wissen. Er versteht, dieses souverän zu einer Synthese zu verdichten und in einen theoretischen Überbau einzufügen. Darin ist er Heinroth überlegen, der eher einen Sinn fürs Praktische hat und lebenslang eine (nicht ganz verständliche) Distanz zu theoretischen Konzepten hielt (Schulze-Hagen & Birkhead 2015). Im Gegensatz zu Stresemann hatte er nie eine akademische Position angestrebt. Auch der „Zugang“ zur Mauser ist bei beiden von Anfang an unterschiedlich: Während Heinroth immer zuerst die Funktion und die ökologischen Anpassungen im Auge hatte, suchte Stresemann stets zuerst nach dem taxonomischen Wert verschiedener Mauserweisen.

Trotz ihres Wesensunterschiedes haben beide bis zu Heinroths Tod 1945 vielfältig miteinander kooperiert. Beide lebten nicht weit voneinander in Berlin und bekleideten fast zwanzig Jahre gemeinsam die wichtigsten Ämter der DOG, Stresemann als Generalsekretär und Heinroth als Präsident. Vor allem haben sie in dieser Zeit zusammen die zweiwöchentlichen Sitzungen der DOG geprägt und dabei die Innovation der deutschen Ornithologie entscheidend vorangetrieben. In ihren Hauptwerken (Heinroth: „*Vögel Mitteleuropas*“ 1924-1933; Stresemann: „*Aves*“ 1927-1934) sind die Einflüsse des jeweils anderen vielfältig spürbar. Zahlreiche (Mauser-)Bälge von Vögeln aus dem Berliner Zoo bzw. den Aufzuchten der Heinroths haben ihren Weg zu Stresemann in die Vogelsammlung des Berliner Museums genommen. Wiederkehrende private Besuche und die Einladungen zu den jeweiligen Hochzeiten sind Indizien der langjährigen Freundschaft.

3.3 Die Mauserforschungen von Erwin und Vesta Stresemann ab 1960

Nach einem Intervall von vier Jahrzehnten begann Stresemann 1960 erneut, sich intensiv mit der Mauser zu beschäftigen. Vorausgegangen waren der Verlust des hochgeschätzten Wissenschaftlers Gustav Kramer (1910-1959), den er als seinen Nachfolger in der DO-G ansah, durch einen tödlichen Unfall sowie die Einsicht, dass er als 70-jähriger „*das gewaltig angeschwollene und ausgeweitete Gesamtgebiet der Ornithologie nicht mehr mit gewohnter Selbstverständlichkeit*“ überschauen und beherrschen könne (Nöhring 1973; s. auch Haffer et al. 2000). Deshalb sah er in kluger Selbstbeschränkung von der geplanten Neuauflage der „*Aves*“ ab und kon-

zentrierte sich von nun an auf Mauserstudien, die ihn immer mehr faszinierten. Seine Frau Vesta untersuchte in den nächsten 12 Jahren bis zu Stresemanns Tod (1972) Tausende von Bälgen aus der ganzen Welt. „*Die Mauserarbeiten hätten ohne ihre Mitarbeit gar nicht entstehen können. Zunächst vielleicht veranlaßt durch die nachlassende Sehkraft ihres Mannes, unternahm sie die praktische Untersuchung der Mauserbälge und entwickelte dabei nicht nur eine besondere Handfertigkeit, sondern auch neue Untersuchungsmethoden.*“ (Nöhring 1973). Auf Stresemanns Sorge, dass die Mauserforschung nur wenige Ornithologen interessiere, antwortet Ernst Mayr (1904-2005): „*Wie wäre es, wenn Du mit Deiner meisterhaften Kenntnis ... eine Bibliographie über die Mauser zusammenstellen würdest? Das würde ... die jungen Leute darin bestärken, sich in dieses ihnen unbekannte Wasser zu stürzen.*“ (Brief vom 20. Aug. 1960; Haffer 1997).

Stresemann schrieb zwar keine Mauser-Bibliographie, aber er und seine Frau vertieften sich immer mehr in sein großes Altersprojekt. Ein Stipendium des F.M. Chapman Memorial Fund ermöglichte es ihnen 1962, in den wichtigen naturhistorischen Museen der USA zu arbeiten. Allein hier haben sie über 50.000 Bälge überprüft und mehr als 5.000 Mauserprotokolle angefertigt. Zwischen 1960 und 1972 publizierten beide Stresemanns 28 Arbeiten zu den unterschiedlichen Aspekten und Strategien der Mauser fast aller Vogelgruppen. Obwohl ihr gesteigertes Interesse der (variablen) Jugendmauser der Passeres galt, fanden sie bei den Nonpasseres, speziell den großen, langflügeligen Arten, noch ungewöhnlichere Mauserverläufe; u. a. entdeckten sie das Phänomen der „Staffelmauser“ (E & V Stresemann 1965). Höhepunkt dieser Serie ist die 1966 als Sonderheft des Journals erschienene Monographie „*Die Mauser der Vögel*“ (E & V Stresemann 1966), die noch heute als Standardwerk und Referenz in vielen Fragen der Mauserforschung gilt. Die Bilanz ihrer Arbeit ist die Einsicht, dass die Vielfalt der Mauserformen in erster Linie als Reaktion der jeweiligen Art auf ökologische Einflüsse zu verstehen, aber nur eingeschränkt von taxonomischem Wert sei: „*Am Beginn unserer Untersuchungen erwarteten wir vom Vergleich des Mausermodus allzuviel. Wir hofften nämlich, er werde Anhaltspunkte für die Beurteilung phylogenetischer Beziehungen sogar auf der Ebene der Ordnungen des Systems gewähren. Diese Vermutung hat getrogen.*“ Nicht nur einmal stellte sich die Frage: „*Chaos oder neue Ordnung, verbunden durch viele Übergänge*“ (E & V Stresemann 1966). Dieses große Werk und seine Nachträge bis kurz vor Stresemanns Tod (E & V Stresemann 1972) sind das Resultat lebenslangen Interesses an der Mauser, die so viele weiterführende Einsichten in die Biologie der Vögel ermöglicht hatte. Die Monographie beginnt mit einer Erinnerung: „*Dem Andenken an den Begründer der Ökologischen Mauserkunde Oskar Heinroth widmen wir diese Monographie*“.

4. Mauserforschung seit den 1960er Jahren

Beide, Stresemann und Heinroth, haben wichtige Fragen der Mauserforschung beantwortet. Sie waren sich der Komplexität des Mauserprozesses bewusst und sahen so manches neue Thema voraus (Heinroth 1931, E & V Stresemann 1966). Ein Beispiel: Vesta Stresemann beschäftigte sich mit der rätselhaften Richtungsumkehr der Schwingen- und Schwanzmauser des Grauschnäppers, die im Kontrast zu allen Passeres steht. Ihre Überlegung, ob es sich hierbei um eine Mutation oder Inversion eines chromosomalen Teilstückes handeln könne, war zukunftsweisend (Diesselhorst 1961, Stresemann 1963).

Hatte Stresemann 1960 noch über das geringe Interesse für die Mauser geklagt, so beförderten seine eigenen Studien den Klimawandel. Gleich mehrere jüngere Kollegen beschäftigten sich mit der Mauser und publizierten ihre Ergebnisse vorzugsweise im Journal für Ornithologie (z. B. Zeidler 1966; Berger 1967; Haffer 1968; Piechocki 1968; Sach 1968; Steiner 1970; Leisler 1972). Angesichts dieser „Welle“ wunderte sich der Ökologe Martin Cody, warum - so anders als in den Vereinigten Staaten - junge, aufstrebende Wissenschaftler zu Themen greifen, die ihnen ein „alter Mann“ vorgibt (mündl. Aussage gegenüber Bernd Leisler). Es war nicht ganz so.

Denn auch von völlig anderer Seite wurde die Mauserforschung in den Fokus geholt. Die Arbeitsgruppe des Chronobiologen Jürgen Aschoff (1913-1998), Direktor des Max-Planck-Institutes für Verhaltensphysiologie, dem die Vogelwarte Radolfzell angeschlossen war, forschte ab 1967 über die circannuale Periodik (Gewinner 1999) von Vögeln. Diese eigneten sich gut als Versuchstiere und der Apparat der Vogelwarte mit ihren vielen ehrenamtlichen Beringern und Artspezialisten bot den günstigen Rahmen für das geplante Großprojekt. So entstand das Grasmücken-Programm des MPI für Verhaltensphysiologie: „*Der Freiland-Ornithologe beobachtet Phänomene, die der Laborzoologe auf Grund gezielter Experimente zu erklären vermag*“ (Gewinner 1968), das sich zur erfolgreichen Kooperation zwischen Wissenschaftlern und engagierten Amateuren entwickelte. In großer Zahl begannen Beringer und Avifaunisten an Fangstationen wie auf der Mettnau, systematisch Kleinvögel zu fangen und deren Zug- und Mauserphänologie zu erfassen. Ihre Arbeitsmethoden wurden europaweit standardisiert; u. a. gab es nun eine einheitliche Mauserkarte (Berthold et al. 1974). Parallel zu den Freilandaktionen wurden im Labor Grasmücken unter unterschiedlichen Licht-Dunkel-Verhältnissen im Langzeitversuch gehalten, um die endogene circannuale Periodik von Gewicht, Mauser und Zugunruhe zu erfassen (Berthold et al. 1972). Der Vergleich mehrerer Arten sowie die Kreuzung von Mönchsgrasmücken aus entfernten Populationen bot neue Einblicke in die unterschiedlichen Zug- und Mauserstrategien, ihre öko-

logische Flexibilität und die genetische Basis (u. a. Berthold 1979; Berthold & Querner 1982).

Beleg für den Aufschwung und die Fortschritte der Mauserforschung sind die Mauserangaben in den Handbüchern. Hatte der „*Neue Naumann*“ (1897-1905) das Thema noch ausgespart, so bietet das „*Handbuch der Vögel Mitteleuropas*“ (1966-1997) für fast alle der 534 behandelten Arten detaillierte Mauserinformationen, die von einer Vielzahl von Artspezialisten gesammelt worden sind (Glutz & Bauer 1966-1997). Längst ist das Mausergeschehen der meisten Vögel Europas und Nordamerikas gut untersucht und stellt eine solide Datenbasis dar. Wer Mauser und Kennzeichen in der Hand untersuchen wollte, konnte gleich auf mehrere Bücher zurückgreifen (für Europa u. a.: Williamson 1963; Svensson 1970; Kasperek 1981; Bub 1985). Breiter angelegte, eigenständige Darstellungen der Mauser stammen von E & V Stresemann 1966; Ginn & Melville 1983; Newton 2009; Howell 2010; Jenni & Winkler 1994, 2019.

Dabei herrscht über die Einteilung von Mausern und Federkleidern und ihre z. T. schwierige Terminologie bis heute noch Uneinigkeit: „*This, like molt itself, is a function of evolution*“ (Howell et al. 2003). Zwei Modelle konkurrieren miteinander: In den USA wird bei der Zählung der Kleiderfolge strikt auf Homologien geachtet; in Europa orientiert sich die Benennung pragmatisch am Jahreszyklus (basierend auf Dwight 1900; Humphrey & Parkes 1959; Amadon 1966; E & V Stresemann 1966; Howell et al. 2003; Jenni & Winkler 1994, 2004; Wolfe et al. 2014).

5. Aktuelle Themen der Mauserforschung – ein kurzer Überblick

Die eindrucksvollen Fortschritte der Mauserforschung beruhen (1) auf der erfolgreichen Einbeziehung von Beringern und Avifaunisten und der Definition von Untersuchungsstandards (Snow 1967; Berthold et al. 1974). Tausende von Vögeln werden seit den 1960er Jahren oft auf festen Fangstationen untersucht. (2) Für die Auswertung dieser Daten sind längst hochentwickelte statistische Auswertungsmethoden unverzichtbar. Sie ermöglichen neue Einsichten in die Mauserphänologie und viele weitere Aspekte (Miller 1928; Underhill & Zucchini 1988; Newton & Rothery 2000). Inzwischen gibt es sogar ein R-package namens „moult“ (Erni et al. 2013). (3) Zunehmend kommen innovative Techniken zum Einsatz, darunter die standardisierte Freilandfotografie (field photography) zur Ferndiagnose und -analyse von Mauser (Viera et al. 2017). So wurde bei Rubinkehlkolibris (*Archilochus colubris*) in den USA fotografisch eine bislang übersehene (Kleingefieder-) Mauser nachgewiesen (Dittmann & Cardiff 2009). Weitere Verfahren stellen die Analyse von stabilen Isotopen aus (kleinsten) Federproben und der Einsatz von Geolokatoren dar. Bei der Isotopenmessung aus Federn werden ja gerade Informationen, die aus der

Federwachstumsphase (Ort, trophische Verhältnisse und Nahrung) stammen und in der avitalen Feder gespeichert bleiben, aufgedeckt. Die Kombination beider Verfahren erhöht die Aussagekraft der Informationen; z. B. lässt sich nun herausfinden, wann und wo (Hoch-) Seevögel mausern und welche Nahrungsquellen sie hierbei nutzen (Cherel et al. 2016; St. John Glew et al. 2018). Inzwischen werden neuartige physiologische, molekularbiologische, endokrinologische, genomische und transkriptomische Techniken eingesetzt.

Sie alle eröffnen eine weitere Dimension an Fragestellungen (s. u.), die helfen sollen, die immer noch fundamentalen Wissenslücken zu schließen. Die verwirrende Vielfalt der Mauserstrategien (der Terminus „Mauserstrategie“ umschließt Verlaufsform, Ausmaß, Häufigkeit, Zeit und Ort der Mauser innerhalb des Jahreszyklus; Newton 2009; Bridge 2011) beruht, wie Heinroth (1898c, 1931) schon früh erkannt hatte, auf dem komplexen Zusammenwirken von Umwelt, Physiologie, Verhalten und Phylogenie. Aspekte der life history, der geographischen Breite (Lichtverhältnisse, Klima), Faktoren wie Habitat, Nahrungsangebot, Ernährungsweise, Brutzeiten, Länge von Zugstrecken, Größendimensionen u. a. tragen zur Herausbildung von geradezu „individualisierten“ Mauserstrategien bei. Die Sequenz der Mauser, ihre Phänologie, Dauer und Ort variieren - entsprechend der ökologischen Nische - nicht nur von Art zu Art, sondern auch zwischen Populationen ein- und derselben Art.

Gleichartige physiologische Anpassungen und daraus resultierende ähnliche Mauserstrategien finden sich häufig bei phylogenetisch entfernten, aber ökologisch verwandten Gruppen (Underhill & Serra 2006). Beispiele seien die Parallelen von Baumläufnern und Spechten (Heinroth 1907), Wüstenvögeln oder Wasservögeln (E & V Stresemann 1966). Starre, phylogenetisch determinierte Mauserstrategien existieren nicht, auch wenn die Phylogenie einen gewissen Rahmen für die flexiblen Anpassungen vorgibt (Leisler 1972; Svensson & Hedenström 1999). Derartige Komplexität und Variabilität machen es schwer, Ursachen, Mechanismen, Muster und Konsequenzen des Phänomens Mauser mit einfachen Regeln zu erklären (Kiat et al. 2018).

Die folgenden, willkürlich ausgesuchten Informationen sollen das breitgefächerte Spektrum aktueller und zukunftssträchtiger Themen der Mauserforschung anreißen: (1) die Allometrie der Dauer von Federwachstum. Viele Großvögel, z. B. Hochseevögel und Greife, benötigen unverhältnismäßig mehr Zeit für die Schwingenmauser (in Mauserstaffeln, die jeweils bis zu drei Jahre laufen). Damit hat die Zeitdauer der Mauser auch die Entstehung noch größerer Vogelformen begrenzt. Weil langflügelige Flieger auf perfekte Flugfähigkeit angewiesen sind, können sie immer nur eine, aber nicht mehrere Schwungfedern gleichzeitig wechseln, wie dies kleineren Arten möglich ist. Dies führt

zum trade-off (Konflikt) zwischen den energieaufwändigen Prozessen Fortpflanzung und Mauser, z. B. bei Albatrossen, wobei die Mauser Vorrang hat. Eher kommt es zu einer Brutpause als zur Mauserunterbrechung, denn eine Abnutzung der Schwungfedern reduziert den Bruterfolg. (Rohwer et al. 2009; Rohwer et al. 2011; Bridge 2011). Fregattvögel und andere langlebige Seevögel erlangen ihr Adultkleid erst im Alter von 8 bis 10 Jahren; erst danach beginnen sie mit dem Brutgeschäft. Ein Grund hierfür ist, die Kosten der energiezehrenden Mauser möglichst gering zu halten (Valle et al. 2006). (2) Die Überlappung von Mauser und Brutgeschäft ist bei tropischen Arten, insbesondere Nonpasseres, häufig. Dafür sind nicht nur die Verfügbarkeit von Nahrung, sondern wohl auch Parasitenbelastung und Immunreaktionen ursächlich. Eher als die Fortpflanzung ist die Mauser an Perioden höheren Nahrungsangebotes geknüpft. Nicht das hohe Prädationsrisiko, sondern die lange Mauserdauer, die bei vielen tropischen Vögeln aus verschiedenen Gründen unumgänglich ist, erscheint als die bessere Erklärung für deren geringe Gelegegröße. Immunologischer Stress und Mauser wirken somit limitierend auf die Fekundität tropischer Arten (Moreno 2004, Howell 2003, Johnson et al. 2012).

(3) Der zweite große trade-off besteht zwischen Mauser und Migration. Die Länge der Zugstrecken hat Einfluss auf die Evolution von Mauserstrategien (Svensson & Hedenström 1999; Barta et al. 2008; Kiat et al. 2018). Ausschlaggebend sind die zeitliche und räumliche Verteilung des Nahrungsangebotes während der Mauserperiode. Für Rohrsänger und andere Sylviiden gilt, je weiter die Zugwege, umso eher Wintermauser (Leisler 1972; Leisler & Schulze-Hagen 2011). Bei ihnen ist die Sommermauser anezstral. Der Fitis (*Phylloscopus trochilus*) gehört zu den wenigen Singvögeln, die zwei Vollmausern im Jahr zeitigen und ihre Migration mit jeweils neuem Großgefieder zurücklegen. Vielleicht erklärt diese Strategie, dass er im Hinblick auf die Größe des brutzeitlichen Verbreitungsareales der erfolgreichste Laubsänger ist (Svensson & Hedenström 1999). Bei unterschiedlichen Populationen einer Art, z. B. bei der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*), wo es solche mit Kurz- und Weitstreckenflug gibt, können die Unterschiede in der jeweiligen Mauserstrategie die Aufspaltung und Bildung separater Arten befördern (Helm & Womack 2018). (4) Federwachstum braucht Zeit. Schnell gewachsene Federn sind von geringerer Qualität. Deshalb gilt die Zeitdauer der Mauser als kritischer Faktor in der life history und ihren Zwängen. Risiken während des Zuges oder durch Prädatoren hängen eben auch von der Stabilität der Tragfedern ab (Dawson et al. 2000; Serra 2003; Vágási et al. 2012; Kiat et al. 2018; Møller & Nielsen 2018). Stress und Nahrungsmangel führen zur Bildung von Hungerstreifen (fault bars, s. bereits Riddle 1908; Jovani & Rohwer 2017). Stoffwechselphysiologisch bedeutet



Abb. 3: Foto eines handaufgezogenen, frisch vermauserten Pirols im 1. Lebensjahr am 25. März 1912, das Heinroth seinem Schreiben an Stresemann beigelegt hatte (Museum für Naturkunde Berlin Historische Bild- u. Schriftgutsammlungen). – *Photo of a freshly moulted first-year Golden Oriole (25 March 1912), hand-reared by Oskar and Magdalena Heinroth.*

die Mauser eine hohe Belastung für den Organismus, erkennbar u. a. an erhöhtem Grundumsatz, reduzierter Immunabwehr und höherer Herzfrequenz; während des Großgefiederwachstums ist der Bedarf an mineral- und proteinreicher Nahrung erhöht (Petersen 1981; Cornelius et al. 2011; Portugal et al. 2018). Großvögel wie z. B. der Steinadler können die Qualität ihres Großgefieders – wohl über Mechanorezeptoren (Strömungssensoren) - erfassen und beschädigte Schwingen früher wechseln, indem sie die übliche Mauser um Monate vorverlegen. Dies postuliert eine bislang unbekannte neurophysiologische Regulation zwischen Gehirn und Federfollikel (Kuenzel 2003; Ellis et al. 2016). Beteiligt an der Steuerung ist der Regelkreis zwischen Hypothalamus, Hypophyse und Schilddrüse (Dawson 2006).

(5) Das hätten sich die beiden Pioniere der Mauserforschung am wenigsten vorgestellt, dass der Rückgang

mancher Vogelpopulationen dadurch verursacht wird, dass ihre Mauserhabitate oder -plätze zunehmend durch anthropogene Landnutzung verlorengehen. Für Zugvögel in den Neotropen ist dies ein beträchtliches Problem (Leu & Thompson 2002). Ein gut dokumentiertes Beispiel sind Papstfinken (*Passerina ciris*) aus dem Mittleren Westen der USA, die in Zentralamerika überwintern, nachdem sie zuvor während eines Zwischenstopps in NW-Mexiko (unter Zeitdruck) gemausert haben. Ihre starke Bestandsabnahme im Brutgebiet wird durch die landwirtschaftliche Intensivierung der Region, in der diese Kardinalmauser, verursacht. Die immer effizientere Getreideernte während der Mauser führt zu akuten Nahrungsengpässen (Rohwer 2013). Ähnliche Szenarien dürften für viele weitere (Zugvogel-) Arten eine kritische Bedeutung haben, darunter weitstreckenziehende Limikolen und Seevögel (Remisiewicz 2011; St. John Glew et al. 2018). „*Conservation issues linked to molt requirements, such as habitat quality, food availability, and identification and protection of molt sites*“ gehören längst zum Forderungskatalog internationaler Naturschutzorganisationen (Underhill & Serra 2006). (6) Angesichts der globalen Probleme, denen die Vögel und alle anderen Organismen ausgesetzt sind, müssen wir uns anstrengen, die kritischen Phasen ihrer Biologie besser zu verstehen, wenn Schutzkonzepte Wirkung zeigen sollen. Die Mauser ist immer noch der am wenigsten erforschte Prozess im Lebenslauf bzw. Jahreszyklus von Vögeln (Bridge 2011). Hier Wissenslücken zu füllen, bleibt deshalb eine vorrangige Aufgabe. „*Ringers are the only people at present able to fill this gap in knowledge*“ (Newton 2009). Das Grasmücken-Programm hat es vorgemacht (Gwinner 1968). Die Kooperation von professionellen Wissenschaftlern mit „citizen scientists“ muss intensiviert werden. Sie eröffnet ein weites Potential für effiziente und stimulierende Forschung (Bridge 2011). Der altersweise Ernst Stresemann schrieb nicht ohne Grund: „*Die Mauser erweist sich ... als ein wahrer biologischer Mikrokosmos. Für mich gibts jetzt nichts Beglückenderes als die Entdeckung bisher unbekannter Tatsachen ...*“ (Brief an Ernst Mayr, 2. Dez 1964; Haffer et al. 2000).

Dank

Amélie Koehler und Bernd Leisler haben mit konstruktiven Hinweisen und kritischer Lektüre zur Entwicklung des Textes beigetragen. Dr. Gabriele Kaiser, Handschriftenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin, und Dr. Sabine Hackethal, Historische Arbeitsstelle des Museums für Naturkunde in Berlin, haben großzügig die Arbeit in ihren Institutionen ermöglicht und gefördert. Die Abbildungen entstammen den Historischen Bild- und Schriftgutsammlungen des Museums für Naturkunde in Berlin und der Handschriftenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin. Brian Hillcoat hat in gewohnter Perfektion die englischen Textteile überarbeitet.

5. Zusammenfassung

Kennzeichen aller Vögel sind die Federn, die aus Keratin bestehen. Sie ermöglichen den Flug und unterliegen der Abnutzung, weshalb sie regelmäßig in der Mauser erneuert werden müssen. Die Mauser ist ein energieaufwändiger Prozess, ohne den ein Vogel nicht überleben kann. Umso erstaunlicher ist es, dass sie bei Ornithologen eher wenig Interesse hervorgerufen hat. Ein simpler, aber vielleicht nicht ganz falscher Deutungsversuch führt dies auf „an aversion to messy birds“ zurück (Howell 2003). Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde in Frage gestellt, dass Änderungen des Kleingefieders durch Mauser hervorgerufen werden. Stattdessen glaubten selbst bedeutende Fachleute an eine Umfärbung. Zwei Ornithologen, die sich gegen den Strom zeitlebens für die Mauserkunde begeistert und wesentliche Beiträge auf diesem Gebiet geleistet haben, sind Oskar Heinroth (1871-1945) und Erwin Stresemann (1889-1972). Für Heinroth war die sog. „Umfärbungstheorie“ Auslöser für seine Mauserstudien, für Stresemann die sorgfältige Untersuchung von Bälgen. Beide kamen erstmals 1907 in Kontakt. Ihr wissenschaftlicher Austausch endete erst mit Heinroths Tod. In den späten Arbeitsjahren widmeten sich Erwin Stresemann und seine Frau Vesta (1902-2004) intensiv der Mauserforschung. Die Ergebnisse sind in ihrem Werk „Die Mauser der Vögel“ zusammengefasst (E & V Stresemann 1966), welches sie Oskar Heinroth gewidmet haben. Alle drei gelten zu Recht auch als Protagonisten der Mauserkunde. Ihre Studien haben wesentlich zur Etablierung dieses Teilgebietes der Ornithologie beigetragen. Beide, Heinroth und Stresemann, hatten die enorme Variabilität der Mauserstrategien, die mehr von ökologischen als von phylogenetischen Faktoren abhängt, früh erkannt und viele offene Fragen für die moderne Mauserforschung hinterlassen. Seit den 1960er Jahren ist die Zahl mauserkundlicher Publikationen deutlich angewachsen und hat der Ornithologie wichtige neue Erkenntnisse gebracht. Diese Entwicklung wird in knapper Form aufgezeigt. Längst ermöglichen die heutigen innovativen Techniken Antworten, die weit über die Erkenntnisse der Begründer der Mauserforschung hinausreichen.

6. Literatur

- Altum B 1875: Der Vogel und sein Leben. 5. Aufl., Niemann, Münster. 295 p.
- Amadon D 1966: Avian plumages and molts. *Condor* 68: 263-278.
- Barta Z, McNamara JM, Houston AI, Weber TP, Hedenström A & Feró O 2008: Optimal moult strategies in migratory birds. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363: 211-229.
- Berger W 1967: Die Mauser des Sprossers *Luscinia luscinia*. *J. Ornithol.* 108: 320-327.
- Berthold P 1979: Über die photoperiodische Synchronisation circannualler Rhythmen bei Grasmücken (*Sylvia*). *Vogelwarte* 30: 7-10.
- Berthold P, Bezzel W & Thielcke G 1974 *Praktische Vogelkunde*. Kilda, Greven. 159 p.
- Berthold P, Gwinner E & Klein H 1972: Circannuale Periodik bei Grasmücken. *J. Ornithol.* 113: 170-190.
- Berthold P & Querner U 1982: Genetic basis of moult, wing length, and body weight in a migratory bird species, *Sylvia atricapilla*. *Experimentia* 38: 801-802.
- Bub H 1985: Kennzeichen und Mauser europäischer Singvögel. Allgemeiner Teil. NBB 570, Ziemsen, Wittenberg. 211 p.
- Cherel Y, Quillfeldt P, Delord K & Weimerskirch H 2016: Combination of at-sea activity, geolocation and feather stable isotopes documents where and when seabirds molt. *Front. Eco. Evol* 3: 1-16. doi: 10.3389/fevo.2016.00003.
- Cornelius JM, Perfito N, Zann R, Breuner CW & Hahn TP 2011: Physiological trade-offs in self-maintenance: plumage molt and stress physiology in birds. *J. Experim. Biol.* 214: 2768-2777.
- Dawson A 2006: Control of molt in birds: association with prolactin and gonadal regression in starlings. *Gen. Comp. Endocrinol.* 147: 314-322.
- Dawson A, Hinsley SA, Ferns PN, Bonser RHC & Eccleston L 2000: Rate of moult affects feather quality: a mechanism linking current reproductive effort to future survival. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267: 2093-2098.
- Diesselhorst G 1961: Aszendente Handschwingen-Mauser bei *Muscicapa striata*. *J. Ornithol.* 102: 360-366.
- Dittmann DL & Cardiff SW 2009: The alternate plumage of the ruby-throated hummingbird. *Birding* 41: 32-35.
- Dwight, J 1900: The sequence of plumages and molts of the passerine birds of New York. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 13: 73-300.
- Ellis DH, Rohwer VG & Rohwer, S 2016: Experimental evidence that a large raptor can detect and replace heavily damaged flight feathers long before their scheduled moult dates. *Ibis* 159: 217-220.
- Erni, B, Bonnevie, BT, Oschadleus HD, Altwegg R & Underhill LG 2013: Moulting – An R Package to analyse moult in birds. *J. Statistical Software* 52: 1-23.
- Gerbe, MZ 1877: Sur les plumes du vol et leur mue. *Bull. Soc. Zool. France* 2: 289-291.
- Ginn HB & Melville DS 1983: Moulting in birds. *BTO Guide* 19. Tring. 112 p.
- Glutz von Blotzheim UN (Hrsg.) 1966-1997: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Bearb. K Bauer, U Glutz u. a. 14. Bände. Akadem. Verlagsges. u. Aula, zuletzt Wiebelsheim. 15322 p.
- Gwinner E 1968: Das Grasmücken-Programm des Max-Planck-Institutes für Verhaltensphysiologie. *Vogelwarte* 24: 320-323.
- Gwinner E 1999: Jürgen Aschoff (1913-1998). *J. Ornithol.* 140: 384-387.
- Haffer J 1968: Über Flügel- und Schwanzmauser kolumbianischer Piciformes. *J. Ornithol.* 109: 157-171.
- Haffer J 1997: Ornithologen-Briefe des 20. Jahrhunderts. *Ökol. Vogel* 19. Ludwigsburg. 980 p.
- Haffer J, Rutschke E & Wunderlich K 2000: Erwin Stresemann (1889-1972) – Leben und Werk eines Pioniers der wissenschaftlichen Ornithologie. *Acta Historica Leopoldina* 34, Halle. 465 p.
- Heinroth, K 1971: Oskar Heinroth – Vater der Verhaltensforschung. *WVG Stuttgart*, 257 p.
- Heinroth, O 1898 a: Mauser und Verfärbung des Federkleides der Vögel. *Sitz. Ber. Gesellsch. Naturf. Freunde* 1898: 9-15.
- Heinroth O 1898 b: Entstehung des Prachtkleides von *Larus ridibundus* und *Ardea bubulcus*. *Sitz. Ber. Gesellsch. Naturf. Freunde* 1898: 68-70.
- Heinroth O 1898 c: Verlauf der Schwingen- und Schwanzmauser der Vögel. *Sitz. Ber. Gesellsch. Naturf. Freunde* 1898: 95-118.

- Heinroth, O 1899: Über die Kleider des Eleonorenfalken (*Falco eleonora* Gené). Ornithol. Monatsber. 7: 19-23.
- Heinroth, O 1902: Ornithologische Ergebnisse der I. deutschen Südsee-Expedition von Br. Mencke. J. Ornithol. 50: 390-457.
- Heinroth, O 1903 a: Ornithologische Ergebnisse der I. deutschen Südsee-Expedition von Br. Mencke II. J. Ornithol. 51: 65-125.
- Heinroth, O 1903 b: Mauser der Pinguine. J. Ornithol. 51: 143.
- Heinroth, O 1903 c: Mauser von *Plotus* und *Grusarten*. J. Ornithol. 51: 302-303.
- Heinroth, O 1906: Beobachtungen über die Schnelligkeit des Federwachstums. Ornithol. Monatsber. 14: 111-114.
- Heinroth O 1907: Über die Schwanzmauser von *Certhia*. J. Ornithol. 55: 623-624.
- Heinroth, O 1917: Beziehungen von Jahreszeit, Alter und Geschlecht zum Federwechsel. J. Ornithol. 65, II (Reichenow-Festschrift), 81-95.
- Heinroth O 1923: Der Flügel von *Archeopteryx*. J. Ornithol. 71: 277-283.
- Heinroth O 1931: Die Mauser. Proc. VII. IOC Amsterdam 1930, pp 173-185.
- Heinroth O 1938: Aus dem Leben der Vögel. Springer, Berlin. 156 p.
- Heinroth, O and Heinroth, M 1924-1933: Die Vögel Mitteleuropas – in allen Lebens- und Entwicklungsstufen photographisch aufgenommen und in ihrem Seelenleben bei der Aufzucht vom Ei an beobachtet. Band 1-4. Bermühler, Berlin. 920 p.
- Helm B & Womack R 2018: Timing matters: Allochronic contributions to population divergence. In Tietze DT (ed.): Bird Species. How they arise, modify and vanish. Springer, Heidelberg (open access), pp 95-107.
- Howell SNG 2003: All you ever wanted to know about molt but were afraid to ask. Part I: The variety of molt strategies. Birding 35: 490-496.
- Howell SNG 2010: Molt in North American birds. Houghton Mifflin Harcourt, Boston. 267 p.
- Howell SNG, Corben C, Pyle P & Rogers DE 2003: The first basic problem: a review of molt and plumage homologies. Condor 105: 635-653.
- Humphrey PS & Parkes KC 1959: An approach to the study of molts and plumages. Auk 76: 1-31.-
- Jenni L & Winkler R 1994: Molt and aging in European Passerines. 1. Aufl. Academic Press, London. 225 p.
- Jenni L & Winkler R 2004: The problem of molt and plumage homologies and the first plumage cycle. Condor 106: 187-190.
- Jenni L & Winkler R 2019: Molt and aging in European Passerines. 2. Aufl. Bloomsbury, London. 304 p.
- Johnson EI, Stouffer PC & Bierregaard RO 2012: The phenology of molting, breeding and their overlap in central Amazonian birds. J. Avian Biol. 43: 141-154.
- Jovani R & Rohwer S 2017: Fault bars in bird feathers: mechanisms, and ecological and evolutionary causes and consequences. Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. 92: 1113-1127.
- Kasperek M 1981: Die Mauser der Singvögel Europas – ein Feldführer. DDA, Lengede. 89 p.
- Kiat Y, Izhaki I & Sapir N 2018: The effects of long-distance migration on the evolution of moult strategies in Western-Palaearctic passerines. Biol. J. Linnean Soc. 20: 1-12.
- Kuenzel WJ 2003: Neurobiology of molt in avian species. Poult. Sci. 82: 981-991.
- Leisler B 1972: Die Mauser des Mariskensängers (*Acrocephalus melanopogon*) als ökologisches Problem. J. Ornithol. 113: 191-206.
- Leisler B & Schulze-Hagen K 2011: The reed warblers – diversity in a uniform bird family. KNNV publishing, Zeist. 328 p.
- Leu M & Thompson C 2002: The potential importance of migratory stopover sites as flight feather molt staging areas: a review for Neotropical migrants. Biol. Conserv. 106: 45-56.
- Matschie, P 1898: Bericht über die Januar-Sitzung 1898. J. Ornithol. 46: 311-312.
- Meves, W 1855: Über die Farbveränderung der Vögel durch und ohne Mauser. J. Ornithol. 3: 230-238.
- Miller, A H 1928: The molts of the loggerhead shrike, *Lanius ludovicianus* Linnaeus. Univ. Calif. Pub. Zool. 30: 393-417.
- Møller AP & Nielsen JT 2018: The trade-off between rapid feather growth and impaired feather quality increases risk of predation. J. Ornithol. 159: 165-171.
- Moreno J 2004: Molt-breeding overlap and fecundity limitation in tropical birds: A link with immunology? Ardeola 51: 471-476.
- Naumann A & F 1897-1905: Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas. Neu bearbeitet (Hrsg. C Hennicke). 12 Bände. Köhler, Gera.
- Newton I 2009: Molt and plumage. Ringing & Migration 24: 220-226.
- Newton I & Rothery P 2000: Timing and duration of moult in the bullfinch: an appraisal of diifferent analytical methods. Ibis 142: 65-74.
- Nöhring, R 1973: Erwin Stresemann [Nachruf]. J. Ornithol. 114: 455-471.
- Petersen MR 1981: Populations, feeding ecology and molt of Steller's Eiders. Condor 83: 256-262.
- Piechocki R 1968: Die Großgefiedermauser des Steinkauzes (*Athene noctua*). J. Ornithol. 109: 30-36.
- Portugal SJ, White CR, Green JA & Butler PJ 2018: Flight feather moult drives minimum daily heart rate in wild geese. Biol. Lett. 14: 20180650.
- Remisiewicz M. 2011: The flexibility of primary moult in relation to migration in Palaearctic waders - an overview. Wader Study Group Bull. 118: 163-174.
- Riddle O 1908: The genesis of fault bars in feathers and the cause of alteration of light and dark fundamental bars. Biol. Bull. 14: 328-370.
- Rohwer S 2013: Molt intensity and conservation of a molt migrant (*Passerina ciris*) in Northwest Mexico. Condor 115: 421-433.
- Rohwer S, Ricklefs RE, Rohwer VG & Copple MM 2009: Allometry of the duration of flight feather molt in birds. PLoS Biology 7: e1000132.
- Rohwer, S, Viggiano, A & Marzluff JM 2011: Reciprocal trade-offs between molt and breeding in Albatrosses. Condor 113: 61-70.
- Sach, G 1968: Die Mauser des Großen Brachvogels *Numenius arquata*. J. Ornithol. 109: 485-511.
- Serra L 2003: Duration of primary moult affects primary quality in grey plovers *Pluvialis squatarola*. J. Avian Biol. 32: 377-380.
- Schlegel H 1855: Über das Wachsthum und die Farbveränderungen der Federn der Vögel. J. Ornithol. 3: 255-265.

- Schulze-Hagen, K & Birkhead, TR 2015: The ethology and life history of birds: the forgotten contributions of Oskar, Magdalena and Katharina Heinroth. *J Ornithol* 156: 9-18.
- Snow D 1967: A guide to moult in British Birds (BTO field guides, no. 11) Tring; 30 p.
- St. John Glew K, Wanless S, Harris MP, Daunt F, Erikstad KE, Ström H & Trueman CN 2018: Moulting location and diet of auks in the North Sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 599: 239-251.
- Steiner HM 1970: Die vom Schema der Passeres abweichende Handschwinge mauser des Rohrschwirls *Locustella luscinioides*. *J. Ornithol.* 111: 230-236.
- Stone W 1896: The molting of birds with special reference to the plumages of the smaller land birds of eastern North America. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 48: 108-167.
- Stresemann E 1907: Bemerkungen über Buteo zimmermannae. *Ornithol. Monatsber.* 15: 182-184.
- Stresemann E 1919: Beiträge zur Kenntnis der Gefiederwandlungen der Vögel. I. *Verhandl. Ornithol. Ges. Bayern* 14: 75-81.
- Stresemann, E 1927-1934: Aves (Bd. VII, 2. Hälfte von Kükenthal-Krumbach, *Handbuch der Zoologie*. De Gruyter, Berlin. 899 p.
- Stresemann, E 1931: Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Vögel. *Proc. VII. IOC Amsterdam 1930*, pp 53-72.
- Stresemann E 1951: Die Entwicklung der Ornithologie. *Peters*, Berlin. 431 p.
- Stresemann, V & E 1961: Die Handschwinge mauser der Eisvögel (Alcedinidae). *J Ornithol* 102: 439-455.
- Stresemann E & V 1965: Die Mauser der Hühnervögel. *J. Ornithol.* 106: 58-64.
- Stresemann E & V 1966: Die Mauser der Vögel. *J. Ornithol* 107, Sonderheft. Friedländer, Berlin. 448 p.
- Stresemann E & V 1972: Die postnuptiale und die praenuptiale Vollmauser von *Pericrocotus divaricatus* Raffles. *J. Ornithol.* 113: 435-439.
- Stresemann V 1963: Zur Richtungsumkehr der Schwinge- und Schwanzmauser von *Muscicapa striata*. *J. Ornithol.* 104: 101-110.
- Svensson E & Hedenström A 1999: A phylogenetic analysis of the evolution of moult strategies in Western palearctic warblers (Aves: Sylviidae). *Biol. J. Linnean Soc.* 67: 263-276.
- Svensson L 1970: *Identification Guide to European Passerines*. 1. Aufl. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm, 154 p.
- Underhill LG & Serra L 2006: New directions in avian molt ecology (Symposium 24). *Acta Zool. Sinica* 52 (Suppl; Abstracts 23. IOC Beijing, 2002): 439.
- Underhill LG & Zucchini W 1988: A Model for Avian Primary Molt. *Ibis* 130: 358-372.
- Vágási CI, Pap PL, Vincze O, Benkő Z, Marton A & Barta Z 2012: Haste makes waste but condition matters: molt rate - feather quality trade-off in a sedentary songbird. *PLoS ONE* 7: e40651.
- Valle CA, de Vries T & Hernández C 2006: Plumage and sexual maturation in the Great Frigatebird *Fregata minor* in the Galapagos Islands. *Marine Ornithol.* 34: 51-59.
- Viera BP, Furness RW & Nager RG 2017: Using field photography to study avian moult. *Ibis* 159: 143-148.
- Williamson K 1963 *Identification for ringers I*. BTO, Tring. 75 p.
- Wolfe JD, Johnson EI & Terrill RS 2014: Searching for consensus in molt terminology 11 years after Howell et al.'s „first basic problem“. *Auk* 131: 371-377.
- Zeidler K 1966: Untersuchungen über Flügelbefiederung und Mauser des Haussperlings *Passer domesticus*. *J. Ornithol.* 107: 113-153.

Charakterisierung der Habitatwahl von Silbermöwen *Larus argentatus* durch GPS-Datenlogger zur Einschätzung der Schadstoffbelastung an der deutschen Nordseeküste

Philipp Schwemmer, Anna Marie Corman, Daniela Koch, Rahel M. Borrmann, Jan Koschorreck,
Christian C. Voigt & Stefan Garthe

Schwemmer P, Corman AM, Koch D, Borrmann RM, Koschorreck J, Voigt CC & Garthe S 2019: Characterising the habitat choice of Herring Gulls *Larus argentatus* by GPS dataloggers to assess the contaminant load at the German North Sea coast. *Vogelwarte* 57: 13-30.

The German Federal Environmental Agency (UBA) with the Environmental Specimen Bank monitors the development of contaminants in humans and the environment since the 1980s. Eggs of the Herring Gull *Larus argentatus* are used as an important indicator reflecting the pollution of the Wadden Sea of the German North Sea coast. Strong inter-annual variability in contaminant load was found in the samples during the last years. For a proper interpretation of the trends, it is of great importance to know the possible origins of contaminants. Therefore, the goal of this study was to describe the individual habitat use of adult Herring Gulls from the island of Trischen during the course of the year using GPS telemetry.

A major focus was set on the space use of females during pre-breeding, as this is the expected time during which contaminants taken up by the female are deposited in the eggs.

Herring Gulls of both sexes (n = 9 males; n = 8 females) used predominantly intertidal flats south of Trischen during breeding 2016. Terrestrial habitats at a maximum distance of 20 to 30 km were visited by only a few individuals. Pellet analyses confirmed these patterns through high proportions of Shore Crabs *Carcinus maenas* and bivalves in the diet. Also, stable isotopes analyses showed a high degree of marine foraging and suggested bivalves as the main prey source. Most females migrated to the mainland of Lower Saxony during winter and used mainly industrial areas and business parks, whereas most of the males stayed in intertidal flats close to the colony. Females still used terrestrial habitats with a proportion of 70% of their total time during pre-breeding 2017. Hot spots were located in the vicinity of waste incineration and processing plants, waste management companies for food remains, industrial estates and harbours as well as (to a lower extent) on farmland and pastures. Herring Gulls spent higher proportions in terrestrial areas during breeding 2017 as compared to the year before. Hot spots that had been used already during pre-breeding were still frequently visited during the breeding period. Overall, the space utilisation varied highly between different individuals and consecutive breeding times.

The results of this study indicate that a high proportion of contaminants in Herring Gull eggs from Trischen is likely to originate from terrestrial habitats. These patterns match well the long-term data set of the UBA that proves contaminants from industrial sources and from agriculture for recent years. Strong inter-annual variations are very likely to be explained by varying use of marine and terrestrial prey resources. Currently, contaminants are not analysed in individual eggs but in a single pooled sample. It is suggested to change this method and analyse contaminant levels in individual eggs as the current study clearly showed that the habitat use can differ considerably between individual herring gulls.

✉ PS, AMC, DK, RHB, SG: Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hafentörn 1, 25761 Büsum, Germany. E-Mail: schwemmer@ftz-west.uni-kiel.de

JK: Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin, Germany

CCV: Leibniz Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Alfred-Kowalke-Str. 17, 10315 Berlin, Germany

1. Einleitung

Obwohl die Küsten der Nordsee zu den am dichtesten besiedelten und genutzten weltweit gehören (Halpern et al. 2008), sind die Konzentrationen der meisten Schadstoffe, die in Vögeln nachgewiesen werden können, im deutschen Nordseebereich seit den 1990er Jahren rückläufig (Becker & Muñoz Cifuentes 2004; Mattig 2017). Schwerpunkte mit hohen Schadstoffkonzentrationen liegen noch immer vor allem an den großen Flussmündungen (Becker & Muñoz Cifuentes 2004; Schwemmer et al. 2015; Mattig 2017).

Das Umweltbundesamt (UBA) überwacht seit den 1980er Jahren mit der Umweltprobenbank des Bundes die Entwicklung von Schadstoffgehalten in Mensch und Umwelt. Dazu gehören festgelegte Probenarten verschiedener Trophiestufen im Küstenbereich der deutschen Nord- und Ostsee (Rüdel et al. 2010). See- und Küstenvögel stehen an der Spitze der marinen Nahrungskette. Daher werden sie häufig als Indikatoren für die Schadstoffbelastung der marinen Ökosysteme eingesetzt (z. B. Becker 1989; Furness 1993; Dittmann et

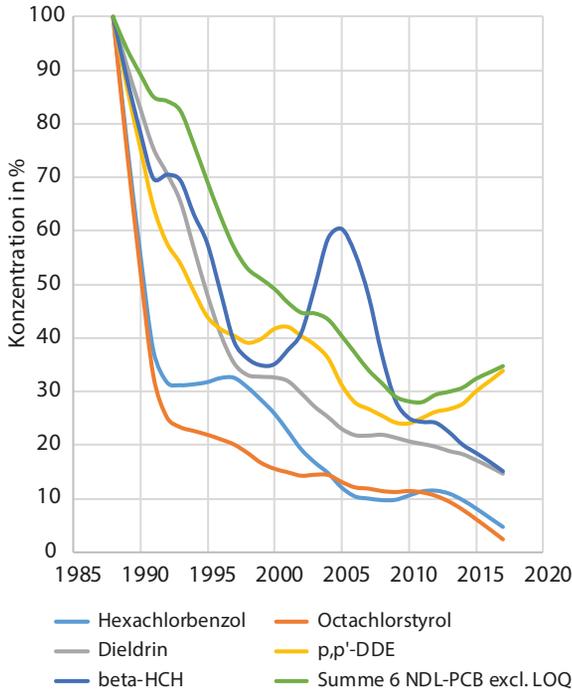


Abb. 1: Trenddaten (1988-2017) für Hexachlorbenzol, Dieldrin, Octachlorstyrol, p,p'-DDE, β -HCH, Σ 6DL-PCBs excl. Bestimmungsgrenzen in Silbermöweneiern der Nordseeinsel Trischen. Die Trends wurden mit dem Statistikprogramm LOESS-Trend (Version 1.1) des Umweltbundesamtes ausgewertet. Zur besseren Darstellung der unterschiedlichen Trends wurden die Messwerte jeder Zeitreihe auf die maximale Konzentration normalisiert. – *Time trend data (1988-2017) for Hexachlorbenzene, Dieldrin, Octachlorstyrol, p,p'-DDE, β -HCH, Σ 6DL-PCBs excl. LOQ (limit of quantification) in Herring Gull eggs from the North Sea island Trischen. Time trends were analysed using the statistic software LOESS-Trend (version 1.1) of the German Federal Environment Agency (UBA). To enhance comparability, contaminant data of each time series was normalized to its maximum value.*

al. 2011; Huber et al. 2015). Die Silbermöwe *Larus argentatus* ist solch ein wichtiger Indikator im Überwachungsprogramm für die Schadstoffbelastung in marinen Ökosystemen des Wattenmeeres der deutschen Nordseeküste. Das UBA untersucht seit knapp 30 Jahren Schadstoffe in Eiern der Silbermöwe auf den Inseln Mellum (niedersächsisches Wattenmeer) und Trischen (schleswig-holsteinisches Wattenmeer). Dafür wird pro Kolonie jedes Jahr aktuell aus etwa 25 Gelegen der Silbermöwe jeweils das zweite Ei entnommen und aus allen Eiern eine einzige homogenisierte Poolprobe er-

stellt, die in 200 Unterproben zu je 10 g unterteilt wird. Alle Proben lagern bei $< -150^{\circ}\text{C}$ über Flüssigstickstoff und können auch später noch jederzeit für die Untersuchung von Schadstofftrends genutzt werden (für nähere Informationen zur Beprobungs- und Labormethodik s. Paulus et al. 2010). Die Daten zeigen, dass die Entwicklung der Konzentrationen vieler inzwischen gesetzlich reglementierter Schadstoffgruppen in beiden Beprobungsgebieten der Nordseeküste rückläufig sind (Abb. 1 und 2; Rüdel et al. 2010).

Um die Daten der Umweltprobenbank richtig interpretieren zu können, ist es wichtig, die Quellen der Schadstoffbelastung in den Möweneiern zu kennen. Es zeigte sich aber vor allem für die Insel Trischen in den letzten Jahren eine ausgeprägte jährliche Variabilität in den Schadstoffgehalten der beprobten Eier. Der Trendverlauf für Quecksilber steht beispielhaft für den charakteristischen Rückgang und die jährliche Variabilität vieler anderer Stoffgruppen (Abb. 2). Die Ursachen für diese Variabilität sind bislang ungeklärt. Ein Zusammenhang mit der flexiblen Habitatnutzung von Silbermöwen ist wahrscheinlich. Möwen nutzen zur Nahrungssuche oft sowohl marine als auch terrestrische Bereiche (Wilkens & Exo 1998; Kubetzki & Garthe 2003; Schwemmer et al. 2008). Die unterschiedliche Nutzung mariner und terrestrischer Nahrungshabitats zwischen verschiedenen Jahren und zwischen verschiedenen Individuen einer Kolonie könnte zu einer erhöhten Variabilität in den Schadstoffgehalten

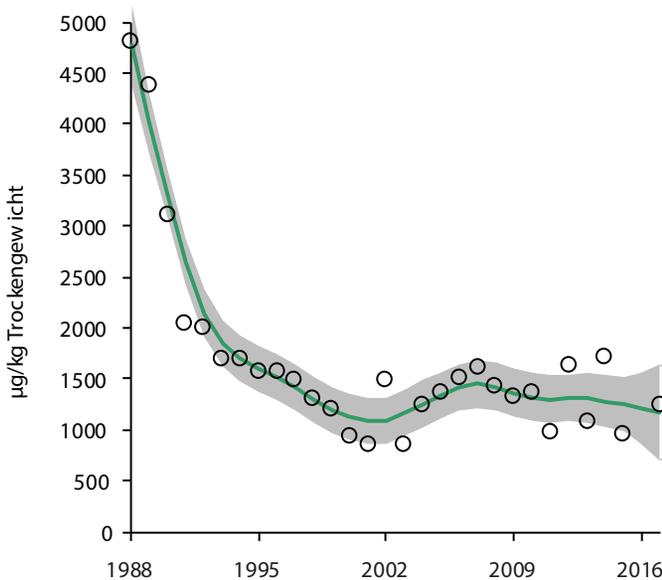


Abb. 2: Zeitreihen (1988-2017) für Quecksilber ($\mu\text{g/g}$ Trockengewicht) in Silbermöweneiern der Nordseeinsel Trischen. Die grüne Linie und die graue Fläche stellen die LOESS-Glättungsfunktion (s. Abb. 1) mit einem festen Zeitfenster von sieben Jahren und deren 95%-Konfidenzintervall dar. Der Trendverlauf ist signifikant negativ. – *Time series (1988-2017) for mercury ($\mu\text{g/g}$ dryweight) in Herring Gull eggs from the North Sea island of Trischen. The green line and the grey area give the LOESS smoother (see Fig. 1; with a fixed window of seven years) and 95% confidence interval. The trend is significantly negative.*

führen. So zeigt ein Vergleich von Miesmuscheln und Regenwürmern, die für die Umweltprobenbank beprobt wurden, deutliche Unterschiede in den Anteilen des bioakkumulierenden Methylquecksilbers: In Miesmuscheln der Nordseeküste wurden etwa 30 Prozent Methylquecksilber (bezogen auf den Gesamtquecksilbergehalt) gemessen. Das ist deutlich mehr als durchschnittlich sieben Prozent Methylquecksilber für die terrestrisch geprägten Regenwürmer verschiedener Standorte in Deutschland.

Zunächst machten in jüngerer Zeit visuelle Beobachtungen eine immer intensivere Nutzung terrestrischer Habitate durch verschiedene Möwenarten deutlich (Gloe 2006; Schwemmer et al. 2011; Schwemmer et al. 2017). Inzwischen kann die Raumnutzung von Möwen auch präzise durch moderne telemetrische Methoden ermittelt und auch Individuen-basierte Informationen generiert werden (z. B. Isaksson et al. 2016; Rock et al. 2017; Enners et al. 2018). GPS-Datenlogger ermöglichen es, Raumnutzungsdaten mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung zu generieren. So konnte z. B. für Heringsmöwen *Larus fuscus* der Ostfriesischen Inseln gezeigt werden, dass die Tiere zur Brutzeit überwiegend bei Tageslicht terrestrische Habitate im Binnenland nutzten, während sie in den Nachtstunden vielfach Fischereifahrzeugen im Offshore-Bereich folgten (Garthe et al. 2016). Mit GPS-Datenloggern ausgestattete Silbermöwen der Kolonie Amrum nutzten abwechselnd den Gezeitenbereich und terrestrische Habitate im Binnenland (Enners et al. 2018). Die visuellen Beobachtungen aus früheren Jahren wiesen für diese Art eine Nutzung von Acker- und Grünlandflächen zu allen Jahreszeiten nach (Gloe et al. 2006; Schwemmer et al. 2008; Schwemmer et al. 2017). Frühere Studien zu ihrer Nahrungsökologie an der Nordseeküste fanden neben geringeren Anteilen terrestrischer Nahrung jedoch vor allem Beute aus dem Gezeitenbereich des Wattenmeeres (vor allem Miesmuscheln *Mytilus edulis*, Herzmuscheln *Cerastoderma edule* und Strandkrabben *Carcinus maenas*; z. B. Ehlert 1961; Spaans 1971; Dervede 1993; Kubetzki & Garthe 2003).

Allerdings konnten die meisten der oben genannten Studien nur Hinweise zur Raumnutzung der Möwen zu bestimmten Jahreszeiten, zumeist während der Brutzeit, gewinnen. Präzise Daten zur Raumnutzung während anderer Jahreszeiten, vor allem zur Vorbrutzeit (mutmaßlich die Zeit, in der die meisten Schadstoffe in den Eiern akkumuliert werden; Morrissey et al. 2010), fehlen bislang. Außerdem konnten insbesondere die Studien, welche sich visueller Beobachtungsmethoden bedienen, nicht nachweisen, wie hoch die individuelle Variabilität in der Habitatnutzung zu unterschiedlichen Phasen des Jahres ist und wie sich einzelne Brutvögel einer bestimmten Kolonie verhalten. Solche Erkenntnisse können nur mit telemetrischen Methoden gewonnen werden (z. B. Sibly & McCleery 1983; Rock et al. 2016; Enners et al. 2018).

Das Ziel dieser Studie war daher, Silbermöwen der Brutkolonie auf Trischen mit solarbetriebenen GPS-Datenloggern auszurüsten, um individuenbezogene räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Daten zur Habitatnutzung im Jahresverlauf über mehrere Jahre hinweg zu gewinnen. Es wurden die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- Zu welchen Anteilen nutzen weibliche und männliche Brutvögel der Insel Trischen zu verschiedenen Phasen des Jahres den marinen und terrestrischen Bereich?
- Wo genau liegen die Nutzungsschwerpunkte in den terrestrischen und marinen Bereichen?
- Gibt es individuelle Unterschiede in der Habitatnutzung zwischen den Brutzeiten aufeinanderfolgender Jahre?
- Wovon ernähren sich Silbermöwen der Insel Trischen?

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet und Fang der Vögel

Die Studie wurde auf der Insel Trischen (54° 02' 58'' N; 008° 40' 59'' O; Abb. 3), ca. 9 km vor der südlichen schleswig-holsteinischen Nordseeküste, durchgeführt. Am 19. und 25. Mai 2016 wurden insgesamt 16 Silbermöwen (8 Weibchen, 8 Männchen) gefangen und mit GPS-GSM-Datenloggern (GPS: Global Positioning System; GSM: Global System for Mobile Communications) ausgerüstet. Außerdem wurde bereits am 9. April 2016 eine weitere männliche Silbermöwe an der Festlandsküste, etwa 7 km entfernt von Trischen, mit einem Datenlogger ausgestattet, die anschließend auf Trischen brütete und daher in dieser Studie mit berücksichtigt wurde. Zwei

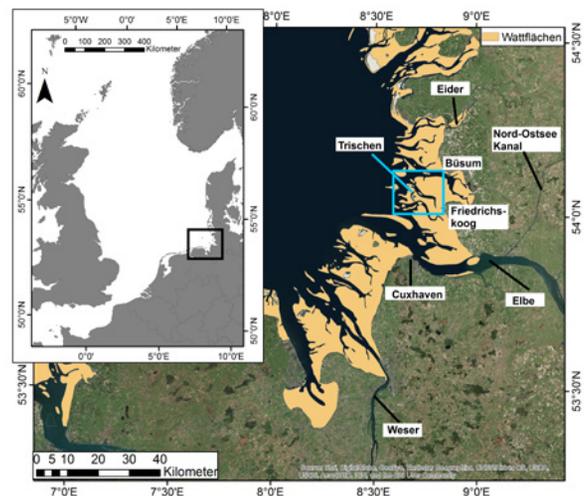


Abb. 3: Lage der Insel Trischen (blaues Quadrat) im südöstlichen Wattenmeer der deutschen Nordsee. Kartengrundlage: Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community. – Location of the island of Trischen (blue square) in the south-eastern Wadden Sea of the German North Sea. Base map: Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community.

der gefangenen Individuen erhielten 20 g schwere, die übrigen 25 g schwere Geräte (OT20 bzw. OT25, Ornitela, Litauen). Die Silbermöwen wurden mittels Kastenfallen gefangen, die über die Gelege der Tiere gestellt wurden. Alle Silbermöwen wurden auf 1 g genau gewogen und mit Metall- und Farbring beringt. Anschließend wurde eine Federprobe (Brustfeder mit Blutkiel) entnommen, mit deren Hilfe eine genetische Geschlechtsbestimmung vorgenommen wurde (Tauros Diagnostic GbR, Bielefeld). Schließlich wurden maximal 0,3 ml Blut aus der Flügelvene für spätere Isotopenanalysen entnommen (siehe 2.3).

2.2 Besenderung mit GPS-GSM-Datenloggern

Der GPS-Datenlogger wurde mittels eines Rucksacksystems (Brustharness) aus beständigen Teflonbändern auf dem Rücken der Möwe befestigt. Bei guter Energieversorgung während der Sommermonate wurden die Geräte so programmiert, dass sie alle drei bis fünf Minuten (Log-Intervall) die geographische Position, Datum und Uhrzeit, die Fluggeschwindigkeit und die Beschleunigung des Vogels aufzeichneten. Die Geräte sendeten alle aufgezeichneten Daten über das GSM-Netzwerk ein- bis zweimal täglich über das Mobilfunknetz an einen zentralen Datenserver. Die Archivierung der Daten erfolgte im Datenportal „Movebank“ (www.movebank.org). Während der Wintermonate bzw. bei geringer Sonnenscheindauer wurde das Log-Intervall mit Hilfe eines entsprechenden Befehles über das Mobilfunknetz herabgesetzt (meistens auf ein etwa einstündiges Intervall, je nach Energieversorgung des Gerätes auch bis zu einer Position täglich).

Die gefangenen Silbermöwen wogen im Mittel 968,8 g ($\pm 113,4$ g), die Sender inklusive der Befestigung maximal 31,4 g, also etwa 2,3 bis 3,9 % des Körpergewichts und lagen damit etwa bei der empfohlenen Belastungsgrenze von 3 % (Phillips et al. 2003; Barron et al. 2010).

2.3 Nahrungsanalyse mittels Speiballen und stabiler Isotope

Während der Brutsaison 2016 wurden bis zum Schlupf der Küken an mehreren Tagen von Ende Mai bis Mitte Juni insgesamt 145 Speiballen in den Teilbereichen der Silbermöwenkolonie gesammelt, aus denen auch die besenderten Tiere stammten. Weitere 24 Speiballen wurden während der Kükenphase zwischen Ende Juni und Ende Juli gesammelt. Da auf Trischen Silbermöwen mit Heringsmöwen gemischt brüten, wurde durch sorgfältige Beobachtungen vorher sichergestellt, dass die Speiballen nur an Nestern gesammelt wurden, die eindeutig zu Silbermöwen gehörten. Es wurden nur frische (noch feuchte) Speiballen gesammelt. In den Speiballen enthaltene Bestandteile können zur Bestimmung der aufgenommenen Nahrung verwendet werden. Dabei ist eine potenzielle Überschätzung hartschaliger Nahrungsreste kritisch zu diskutieren (Duffy & Jackson 1987; González-Solis et al. 1997; Barrett et al. 2007). Um auch kleine Komponenten der gewählten Nahrung und vor allem Borsten von Würmern, die makroskopisch nicht erkannt werden können, sicher zu identifizieren, wurden alle Untersuchungen unter einer Stereolupe bei 10,5- bis 100-facher Vergrößerung vorgenommen. Die Analysen der Speiballen wurden mit Hilfe eines semi-quantitativen Verfahrens durchgeführt (z. B. Schwemmer et al. 2013). Dabei wurden nicht nur nach reinen An- und Abwesenheiten von Nahrungsresten gesucht, sondern der

relative Anteil eines Beuteorganismus an der Gesamtmenge des Speiballens ermittelt. Hierzu wurde jedem Speiballen ein Wert von 1 zugeordnet. Dieser Wert wurde aufgeteilt, wenn mehrere Beuteorganismen in einem Speiballen gefunden wurden (Schwemmer et al. 2013). Die Aufteilung der relativen Anteile erfolgte unter Berücksichtigung des Anteils nicht verdaulicher Bestandteile, des Energiegehaltes (Cummins & Wuycheck 1971) und der Biomasse. So wurde z. B. für einen Speiballen, in dem zahlreiche Regenwurmborsten und nur wenige Teile von Strandkrabben gefunden wurden, ein höherer relativer Anteil für Regenwürmer vergeben, da verdaulicher Anteil und Energiegehalt höher sind als bei Strandkrabben. Das genaue Vorgehen ist in Schwemmer et al. (2013) beschrieben.

Zusätzlich zu den Speiballenanalysen wurden stabile Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotope im Blutkuchen von Silbermöwen analysiert (Inger & Bearhop 2008). Das Verhältnis der Stickstoff-Isotope ^{15}N zu ^{14}N , ausgedrückt als $\delta^{15}\text{N}$ als relative Abweichung zum Verhältnis eines internationalen Standards (Stickstoff der Luft) in Promille, erhöht sich mit dem steigenden trophischen Niveau des Konsumenten, da das schwerere Stickstoff-Isotop nicht so schnell metabolisiert wird wie das leichtere und sich somit in der Nahrungskette anreichert. Darüber hinaus liefert das Verhältnis der stabilen Kohlenstoff-Isotope ^{13}C zu ^{12}C (ausgedrückt als $\delta^{13}\text{C}$ im Verhältnis zu einem internationalen Standard in Promille) Hinweise auf das Nahrungshabitat des Konsumenten. Niedrige $\delta^{13}\text{C}$ -Werte zeigen einen überwiegenden Anteil von terrestrischer oder limnischer Ernährungsweise, höhere Werte eine marinere Ernährungsstrategie an (z. B. Inger & Bearhop 2008; Fox et al. 2009).

Der Blutkuchen liefert Erkenntnisse über die etwa in den zurückliegenden drei Wochen aufgenommene Nahrung (Hobson & Clark 1993) und deckt für diese Studie somit einen Teil der Vorbrutzeit und den ersten Teil der Inkubationszeit ab. Im Gegensatz zur Speiballenanalyse liefert die Analyse stabiler Isotope im Blutkuchen damit einen integrativen Anhaltspunkt für die durchschnittlich konsumierte Nahrung der letzten Wochen.

Zusätzlich zu den Blutproben wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der stabilen Isotopen in potenziellen Beuteorganismen (jeweils 5 pro Art) von Silbermöwen bestimmt und anschließend mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Isotope der Silbermöwe als möglichem Konsumenten verglichen. Hierfür wurden die Isotopenwerte der Silbermöwe zuvor mit trophischen Fraktionierungsfaktoren korrigiert (+2,75 % für $\delta^{15}\text{N}$ und -0,006 % für $\delta^{13}\text{C}$; Steenweg et al. 2011).

Die Blutproben wurden bei -20 °C eingefroren, nachdem sie unmittelbar nach der Entnahme durch Zentrifugieren in Serum und Blutkuchen aufgetrennt wurden. Zur Analyse wurden die Proben bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und 0,4 g jeder Probe in einer Zinkkapsel eingewogen. Die Isotopenwerte wurden mit Hilfe eines Delta V Advantage Massenspektrometers (Thermo Fisher Scientific, Bremen) im Leibniz Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin, bestimmt. Das Massenspektrometer war mit einem Flash Elementar-Analysegerät (Thermo Fisher Scientific, Bremen) über ein ConFlo II (Thermo Finnigan, Bremen) verbunden. Alle Proben wurden mit reinem Heliumgas im Analysegerät verbrannt und die entstehenden Gase wurden schließlich im Spektrometer gemessen. Die Messgenauigkeit betrug für $\delta^{15}\text{N}$ 0,08 ‰ und für $\delta^{13}\text{C}$ 0,12 ‰.

2.4 Visualisierung von Karten und statistische Auswertung

Die Telemetriedaten wurden mit Hilfe des Geographischen Informationssystems ArcGIS Desktop (Version 10.3.1; Environmental System Research Institute 2011) visualisiert. Um die für die Fragestellung relevanten Phasen des Jahres zu vergleichen, wurden Gesamtkarten der Habitatnutzung aller Individuen zu den Phasen Brutzeit 2016, Vorbrutzeit 2017 und Brutzeit 2017 angefertigt. Die Abgrenzung der unterschiedlichen Phasen erfolgte in Anlehnung an Garthe et al. (2007): (1) Brutzeit 2016 (Ende Mai, ab Fang der Tiere bis 15. Juli; $n = 17$ Individuen); (2) Nachbrutzeit 2016 (16. Juli bis 31. Oktober; $n = 15$ Individuen); (3) Winter 2016 (1. November bis 15. Februar; $n = 15$ Individuen); (4) Vorbrutzeit 2017 (16. Februar bis 15. April; $n = 11$ Individuen); (5) Brutzeit 2017 (16. April bis 15. Juli 2017; $n = 11$ Individuen). Die Stichprobengröße variierte für die unterschiedlichen Phasen, da im Laufe der Studie zwei Tiere verstarben und vier Sender aus unbekanntem Gründen ausfielen. Für alle Phasen wurde der Median der maximalen Kolonienentfernung (von der Brutkolonie am weitesten entfernter aufgezeichneter GPS-Punkt) aller Möwen berechnet.

Außerdem wurden die Schwerpunkte der Raumnutzung im terrestrischen Bereich im GIS mit der Basiskarte „World Imagery“ (Environmental System Research Institute 2011) visualisiert, um zu erkennen, an welchen landschaftlichen oder anthropogenen Strukturen sich die Silbermöwen aufhielten. Schwerpunkte im marinen Bereich wurden nach der Brutzeit 2016 (nicht jedoch im Jahr 2017) mit einem Schiff angefahren. Als Schwerpunkte wurden alle Bereiche abgegrenzt, die von den Möwen mindestens fünf Mal aufgesucht wurden und an denen viel Zeit für die Nahrungssuche (keine Rast) verbracht wurde. Die Schwerpunkte im Gezeitenbereich wurden zu Niedrigwasser genauer untersucht, indem mit Hilfe einer Stechröhre (Gesamtfläche $107,5 \text{ cm}^2$; Einstechtiefe ca. 20 cm) Benthosproben genommen wurden. Diese wurden im Labor hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung untersucht, um das Nahrungsangebot für Silbermöwen auf Wattflächen qualitativ einzuschätzen.

Um die individuelle und zeitliche Variabilität der Habitatnutzung darzustellen, wurden im GIS beispielhaft Karten der Bewegungsmuster von vier Individuen zur Brutzeit 2016, Vorbrutzeit 2017 und Brutzeit 2017 gegenübergestellt.

Für alle Individuen und Phasen wurden die Zeitanteile errechnet, zu denen die Möwen terrestrische Bereiche aufgesucht hatten, um einschätzen zu können, wie sich die Bedeutung von terrestrischen zu marinen Habitaten im Jahresverlauf änderte. Positionen am Nest und auf Rastflächen nahe der Brutkolonie wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Alle übrigen GPS-Positionen wurden in die Auswertung einbezogen. Diese umfassten auch Flugpositionen und möglicherweise unbekannte Rastplätze außerhalb der Brutkolonie. Da Flug und Rast sowohl im marinen als auch im terrestrischen Bereich vorkommen, dürfte der dadurch entstehende systematische Fehler gering sein.

Die Zeitanteile wurden als Box-Whisker-Plots für die jeweilige Jahresphase und getrennt nach Geschlechtern dargestellt. Unterschiede in den Zeitanteilen zwischen den Geschlechtern wurden mit ANOVAs (Zar 1999) analysiert. Um eine annähernde Normalverteilung der Daten zu erreichen, wurden die Daten vorher logarithmiert. Für die statistischen Tests wurde das freie Statistikprogramm R (Version 3.4.2) verwendet (R Core Team 2017).

Die Anteile verschiedener Nahrungskomponenten wurden getrennt nach Inkubations- und Kükenaufzuchtphase als relative Häufigkeiten dargestellt. Hierbei wurden für jede Nahrungskomponente die semiquantitativ bestimmten Häufigkeiten in allen Speiballen summiert und anschließend durch die Anzahl aller Speiballen pro Phase geteilt.

Die Werte der stabilen Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotope des Silbermöwenblutes wurden in einem Streudiagramm visualisiert. Zum Vergleich wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Isotopenwerte der potenziellen Nahrungsorganismen im Diagramm hinzugefügt ($n = 5$ pro Nahrungskategorie). Für die Kategorie Kleinsäuger wurden zwei Feldmäuse *Microtus arvalis*, eine Schermaus *Arvicola spec.* und fünf Maulwürfe *Talpa europaea* verwendet. Für die Kategorie Muscheln wurden die Werte von jeweils fünf Miesmuscheln *Mytilus edulis*, Herz- *Cardium edule* und Schwertmuscheln *Ensis leei* gemittelt. Werte der Nahrungsorganismen, die im Streudiagramm nah bei den Werten des Silbermöwenblutes liegen, lassen auf eine intensive Nutzung der betreffenden Nahrung schließen.

3. Ergebnisse

3.1 Verbreitung und Habitatnutzung in unterschiedlichen Phasen des Jahreszyklus

Zur Brutzeit 2016 war die Habitatnutzung der Silbermöwen überwiegend marin geprägt (Abb. 4a). Beide Geschlechter flogen häufig bei Niedrigwasser auf die vor allem im Süden von Trischen gelegenen Wattflächen. Eine Nutzung pelagischer Bereiche jenseits des Wattenmeeres konnte nicht festgestellt werden. Einige Individuen flogen mehrmals über die Elbmündung hinaus nach Süden und hielten sich dort vor allem im Hafengebiet von Cuxhaven sowie weniger häufig auf einigen Acker- und Grünlandflächen auf. Ein weiterer Schwerpunkt lag im terrestrischen Bereich nördlich der Elbmündung. Einzelne Individuen flogen hier in einer Art Korridor über die Halbinsel von Friedrichskoog in Richtung der Stadt Brunsbüttel am Beginn des Nord-Ostseekanals. Der Zeitanteil, den beide Geschlechter im Binnenland zubrachten, unterschied sich nicht signifikant ($t = 0,7$, $p = 0,7$, $df = 14$) und war mit einem Median von unter 5 % sehr gering (Abb. 5). Besonders die Weibchen blieben in der Nähe der Brutkolonie und der Median der maximalen Entfernungen zur Brutkolonie betrug nur knapp 16 km. Bei den Männchen war die Entfernung hingegen mit einem Median von 22 km größer (Tab. 1).

In der Nachbrutzeit nahm die Nutzung des Gezeitenbereiches bei beiden Geschlechtern noch einmal zu. Der Zeitanteil, den die Weibchen in terrestrischen Habitaten zubrachten, lag bei weit unter 1 %. Einzelne Männchen verbrachten geringfügig mehr Zeit in terrestrischen Habitaten. Männchen nutzten diese im Mittel aber nicht mehr als Weibchen ($t = 0,5$, $p = 0,6$, $df = 12$; Abb. 5). Der Median der maximalen Entfernung zur Brutkolonie war bei beiden Geschlechtern ungefähr gleich groß und lag bei den Weibchen ähnlich hoch wie zur Brutzeit 2016 (Tab. 1).

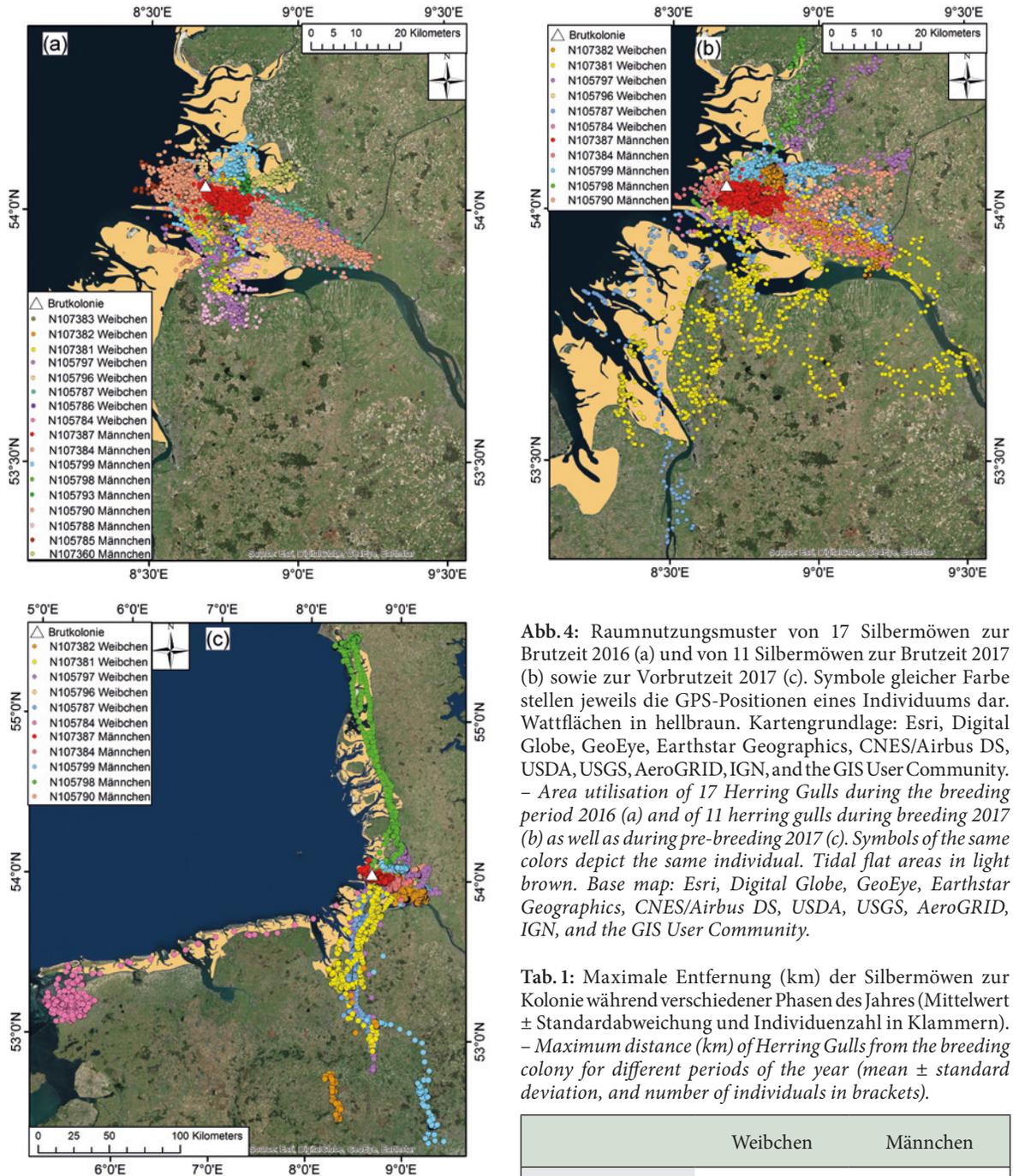


Abb. 4: Raumnutzungsmuster von 17 Silbermöwen zur Brutzeit 2016 (a) und von 11 Silbermöwen zur Brutzeit 2017 (b) sowie zur Vorbrutzeit 2017 (c). Symbole gleicher Farbe stellen jeweils die GPS-Positionen eines Individuums dar. Wattflächen in hellbraun. Kartengrundlage: Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community. – Area utilisation of 17 Herring Gulls during the breeding period 2016 (a) and of 11 herring gulls during breeding 2017 (b) as well as during pre-breeding 2017 (c). Symbols of the same colors depict the same individual. Tidal flat areas in light brown. Base map: Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community.

Tab. 1: Maximale Entfernung (km) der Silbermöwen zur Kolonie während verschiedener Phasen des Jahres (Mittelwert \pm Standardabweichung und Individuenzahl in Klammern). – Maximum distance (km) of Herring Gulls from the breeding colony for different periods of the year (mean \pm standard deviation, and number of individuals in brackets).

	Weibchen	Männchen
Brutzeit 2016	15,8 \pm 11,1 (8)	22,0 \pm 10,2 (9)
Nachbrutzeit 2016	14,0 \pm 14,3 (7)	14,5 \pm 6,8 (8)
Winter 2016 /2017	125,0 \pm 69,0 (7)	23,8 \pm 228,0 (7)
Vorbrutzeit 2017	130,4 \pm 62,0 (6)	37,5 \pm 71,9 (6)
Brutzeit 2017	42,3 \pm 18,5 (6)	36,6 \pm 10,5 (5)

Im Winter unterschieden sich die auf Land verbrachten Zeitanteile zwischen den Geschlechtern signifikant ($t = -2,3$, $p < 0,05$; $df = 10$; Abb. 5). Die meisten Weibchen flogen in das niedersächsische Binnenland und nutzten dort in erster Linie anthropogene Habitate wie Häfen, Industrie- und Gewerbegebiete. Zum Teil wurden auch Acker- und Grünlandflächen genutzt. Die Männchen nutzten hingegen überwiegend noch immer stärker die Gezeitenzone. Nur zwei Männchen bildeten

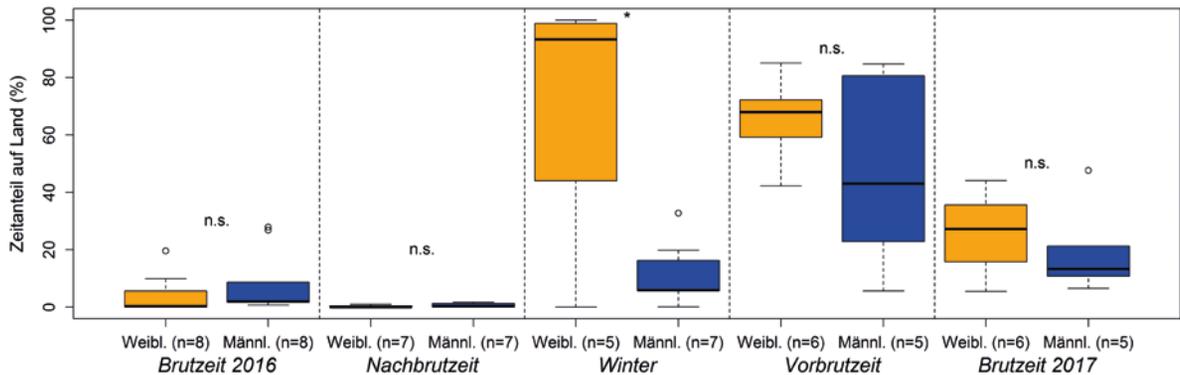


Abb. 5: Anteile von Weibchen (Weibl.) und Männchen (Männl.) an der gesamten Zeit der Besenderung, die während verschiedener Jahresabschnitte in terrestrischen Habitaten zugebracht wurde. Boxen: Daten zwischen dem ersten (25 %) und dritten (75 %) Quartil; Balken: 25 % der verbleibenden Daten; Punkte: Ausreißer; horizontale schwarze Linie: Median; $p < 0,05$ (*); n.s.: nicht signifikant. – Proportions of females (Weibl.) and males (Männl.) of the overall equipment period that were spent in terrestrial habitats for different periods of the year. Boxes: 50% of the data between the first (25%) and third (75%) quartile; whiskers: 25% of the remaining data; horizontal black line: median; $p < 0.05$ (*); n.s.: not significant.

eine Ausnahme: Eines flog im Winter bis nach Magdeburg und suchte dort über mehrere Wochen hinweg ein Gewerbegebiet und eine Kompostierungsanlage auf. Ein anderes flog zum Überwintern nach Großbritannien (etwa 650 km von der Brutkolonie entfernt). Insgesamt entfernten sich die Weibchen im Winter jedoch mit einem Median der individuellen maximalen Distanzen von 125 km deutlich weiter von der Kolonie als die Männchen (knapp 24 km; Tab. 1).

Zur Vorbrutzeit, mutmaßlich der Hauptzeit, in der die Habitatnutzung mit den in die Eier abgegebenen Schadstoffen korreliert ist, nutzten die Weibchen noch immer überwiegend terrestrische Habitate (Abb. 4c). Der Median des Zeitanteils in terrestrischen Habitaten betrug fast 70 % (Abb. 5). Die Habitatnutzung unterschied sich jedoch nicht signifikant zwischen den Geschlechtern ($t = -1.2$, $p = 0.26$, $df = 9$). Der Median der maximalen Entfernung der Weibchen zur Brutkolonie war mit etwa 130 km mehr als dreimal so hoch wie bei den Männchen (Tab. 1). Der überwiegende Anteil der Weibchen verbrachte die Vorbrutzeit in terrestrischen Habitaten in Niedersachsen, an der niederländischen Nordseeküste und nördlich der Elbmündung (Abb. 4c).

Um die Verbreitungsschwerpunkte der Weibchen zur Vorbrutzeit genauer zu analysieren, wurden für die sechs Weibchen, deren GPS-Datenlogger zu dieser Zeit noch Daten lieferten, Detailkarten erstellt (Abb. 6). Das Weibchen N107382 zeigte einen deutlichen Schwerpunkt im Gewerbegebiet Brunsbüttel, an der Einmündung des Nord-Ostsee-Kanals. Hier nutzte es besonders den Hafen des Kanals (westlicher Schwerpunkt), Dächer verschiedener Gebäude im Industriegebiet sowie sehr intensiv das Gelände einer Firma, die Fette und Speiseabfälle entsorgt (östlichster Schwerpunkt; Abb. 6a). Außerdem nutzte es den Bereich des Kühlwasseraus-

flusses des Atomkraftwerkes Brunsbüttel und den Industriehafen an der Elbe (südlicher Schwerpunkt; Abb. 6a). Das Weibchen N107381 nutzte überwiegend Acker- und Grünlandflächen im nördlichen Niedersachsen und pendelte regelmäßig von dort aus in den Gezeitenbereich des Jadebusens (Abb. 6b). Weibchen N105797 hielt sich vor allem im Weserhafen in Bremen auf und flog häufig zu einem Abfallwirtschaftsbetrieb (Abb. 6c). Die Weibchen N105796 und N107382 suchten fast ausschließlich das Gelände der Speise- und Fettsorgungsfirma im Industriegebiet in Brunsbüttel auf (Abb. 6d). Weibchen N105787 nutzte vor allem das Gelände einer Abfall- und Recyclingfirma südlich von Bremen, in der u. a. der Wertstoff aus gelben Säcken sowie Gewerbeabfälle sortiert und verwertet werden (Abb. 6e). Von dort aus pendelte es regelmäßig zu einem südlich gelegenen Baggersee. Das Weibchen N105784 nutzte Acker- und Grünlandflächen in den Niederlanden und flog von dort aus häufig in den Hafen der Stadt Harlingen und auf die dort angrenzenden Wattflächen (Abb. 6f).

Spätestens nach Ende der Vorbrutzeit kehrten alle Individuen nach Trischen zurück. Obwohl alle Individuen erneut überwiegend den marinen Bereich nutzten, suchten im Vergleich zur Brutzeit 2016 vor allem die Weibchen stärker terrestrische Habitate auf, sodass der Median des Zeitanteils auf Land während der Brutzeit 2017 nicht wie 2016 bei 0,4 %, sondern bei 27 % lag (Abb. 5). Es gab keine Unterschiede in den Zeitanteilen auf Land zwischen den Geschlechtern ($t = -0.8$, $p = 0.47$, $df = 9$). Dies ging mit einem viel höheren Median der maximalen Entfernung zur Brutkolonie einher, der bei den Weibchen bei über 40 km lag und auch bei den Männchen über 10 km mehr als in der Brutzeit 2016 betrug (Tab. 1). Besonders einige Weibchen unternahmten wiederholt Flüge in das Binnenland des nördlichen

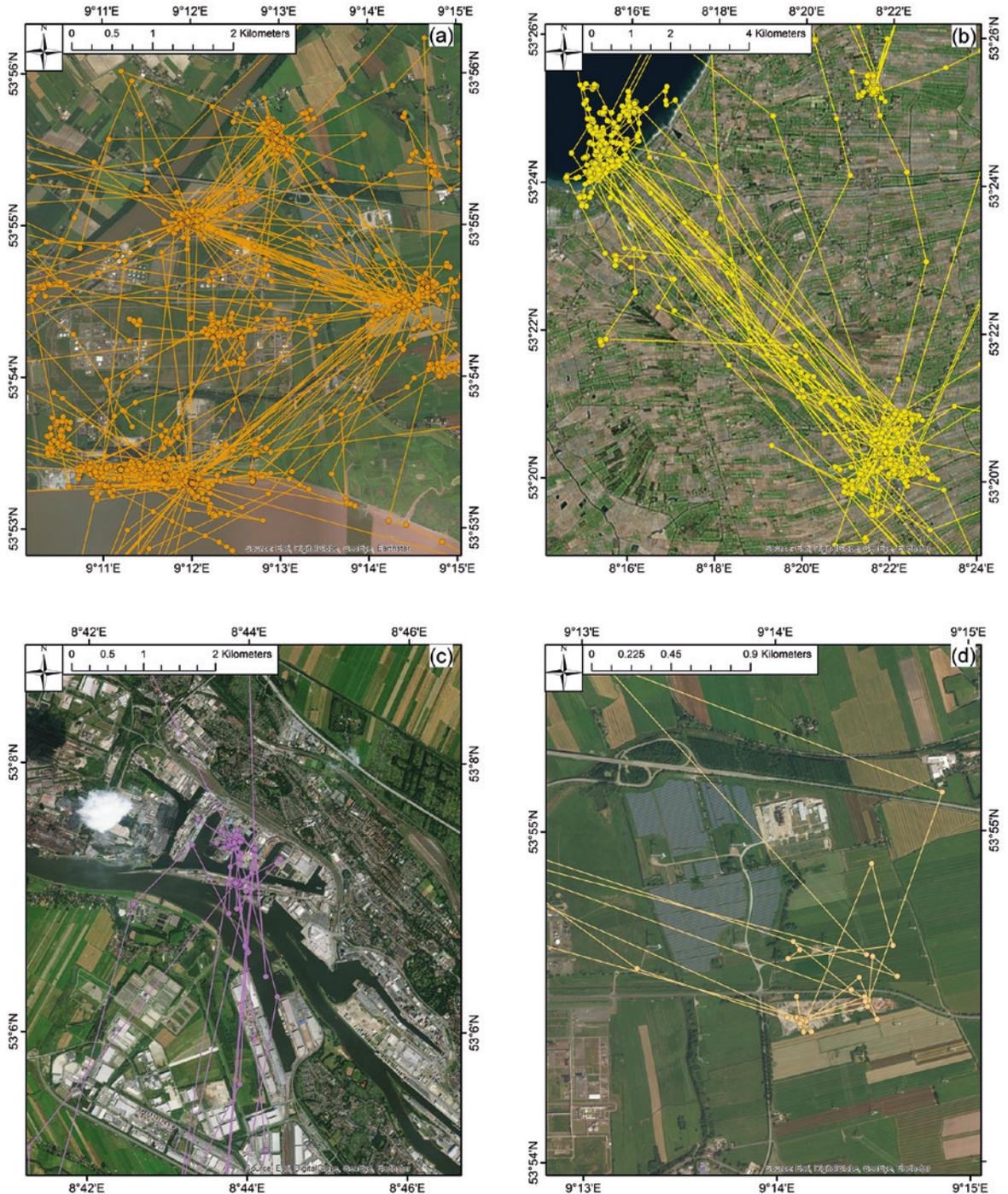


Abb. 6: Die in terrestrischen Habitats aufgesuchten Schwerpunkte der sechs Weibchen zur Vorbrutzeit: Industriegebiet Brunsbüttel u. a. mit Schwerpunkten im Hafen am Nord-Ostseekanal, am Kühlwasser-Auslauf des Atomkraftwerkes und auf dem Gelände einer Entsorgungsfirma für Speisereste (a); Grünland und Acker mit regelmäßigem Wechsel zum Watt des Jadebusens (b); Weserhafen in Bremen (c); Entsorgungsfirma im Industriegebiet Brunsbüttel (d). Die Maßstäbe der einzelnen Karten unterscheiden sich. Kartengrundlage s. Abb. 4. – *The hot-spots visited most often by six female Herring Gulls in terrestrial habitats during pre-breeding: Industrial area near Brunsbüttel with hot-spots near the harbour of the Kiel canal, close to the cooling water outflow of a nuclear power plant, and on the area of a company for disposal of food remains (a); pastures and farmland with regular switch to the intertidal flats of Jade Bay (b); Weser port in Bremen (c); company for food disposal in industrial area in Brunsbüttel (d). Scales of the maps differ. Base map see Fig. 4.*

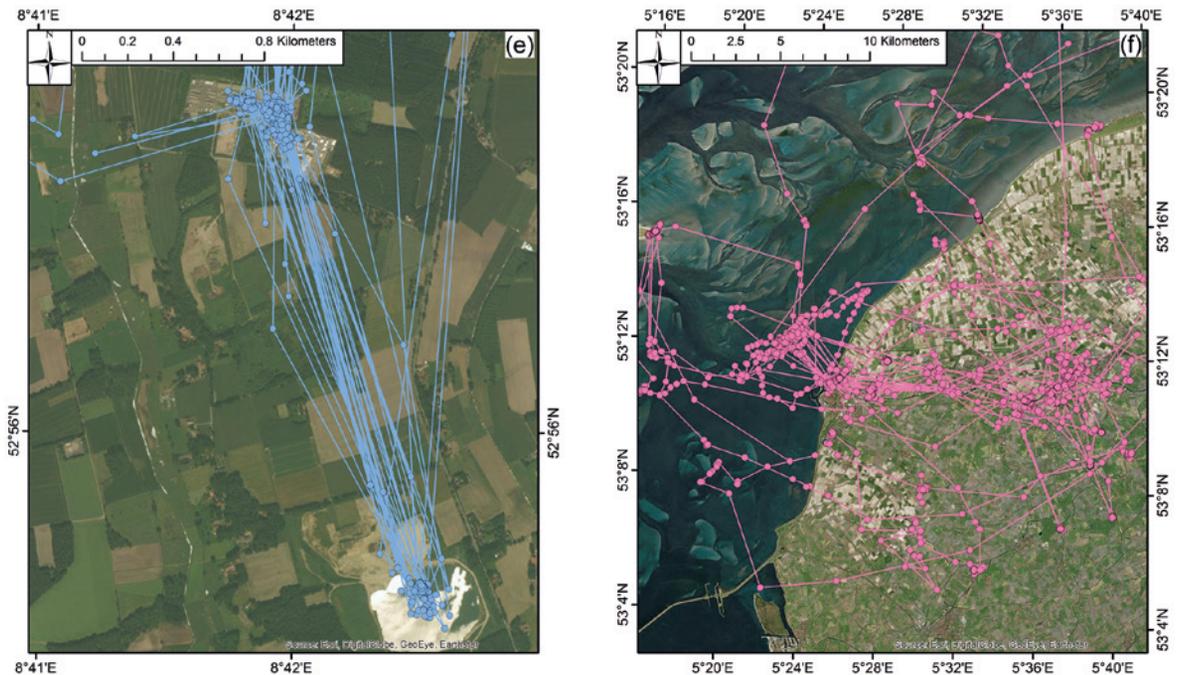


Abb. 6 Fortsetzung: Die in terrestrischen Habitaten aufgesuchten Schwerpunkte der sechs Weibchen zur Vorbrutzeit: Recyclingpark bei Groß Ippener mit regelmäßigem Wechsel zu einem Gewässer (e); Grünland und Acker mit regelmäßigem Wechsel zum Hafen Harlingen (Niederlande) und in das angrenzende Watt (f). Die Maßstäbe der einzelnen Karten unterscheiden sich. Kartengrundlage s. Abb. 4. – *The hot-spots visited most often by six female Herring Gulls in terrestrial habitats during pre-breeding: Recycling Park Groß Ippener with regular switch to a lake (e); pastures and farmlands with regular switch to a the harbour in Harlingen (The Netherlands) and to the close intertidal flats (f). Scales of the maps differ. Base map see Fig. 4.*

Niedersachsens und des südwestlichen Schleswig-Holsteins (Abb. 4b). Dabei war, wie in der Brutzeit 2016, erneut eine Art Flugkorridor Richtung Industriegebiet in Brunsbüttel erkennbar; es gab aber auch einige Flüge auf Acker- und Grünlandflächen in nördlichere Gebiete nahe der Eider (Abb. 4b).

3.2 Räumliche Variabilität

Die Raumnutzungsmuster derselben Individuen unterschieden sich zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Brutzeiten und der Vorbrutzeit. Von vier Weibchen wurden hierzu beispielhaft Verbreitungskarten für die Brutzeit 2016 sowie für die Vorbrutzeit und Brutzeit 2017 erstellt.

Weibchen N105787 nutzte zu allen drei Phasen intensiv den Gezeitenbereich südlich der Insel Trischen und flog außerdem regelmäßig in einer Art Flugkorridor Richtung Industriegebiet Brunsbüttel (Abb. 7a-c). Zur Vorbrutzeit folgte dieses Weibchen darüber hinaus dem Weserlauf. Dieses Gebiet wurde gelegentlich auch noch in der Brutzeit 2017 aufgesucht (Abb. 7b-c). Im Vergleich dazu hielt sich das Weibchen N105796 zu allen Phasen häufig im Gezeitenbereich auf (Abb. 7d-f). Zur Brutzeit 2016 nutzte dieses Tier überhaupt keine terrestrischen

Habitate (Abb. 6d), während in der Vorbrutzeit terrestrische Bereiche zwischen Trischen und Brunsbüttel aufgesucht wurden (Abb. 6e). In der Brutzeit 2017 war dieses Weibchen wieder häufiger im Gezeitenbereich, flog aber teilweise wie in der Vorbrutzeit regelmäßig zum Industriegebiet Brunsbüttel. Bei Weibchen N107381 ergaben sich die größten Unterschiede in der Raumnutzung zwischen den drei Phasen (Abb. 7g-i). Zur Brutzeit 2016 suchte es vor allem den Gezeitenbereich sowie den Hafen von Cuxhaven auf (Abb. 7g). Während der Vorbrutzeit orientierte sich das Weibchen südlich entlang der Weser und nutzte terrestrische Bereiche nahe des Jadebusens (Abb. 7h). Zur Brutzeit 2017 suchte es noch immer häufig terrestrische Bereiche südlich von Cuxhaven und zwischen Trischen und Brunsbüttel auf (Abb. 7i). Auch die Raumnutzung des Weibchens N105797 war zu allen drei Phasen unterschiedlich (Abb. 7j-l). Zur Brutzeit 2016 nutzte es vor allem die Wattflächen rund um Trischen und flog nur vereinzelt in den Bereich südlich von Cuxhaven und Richtung Brunsbüttel (Abb. 7j). Zur Vorbrutzeit und in der Brutzeit 2017 nutzte das Weibchen zwar weiterhin den Gezeitenbereich, flog aber auch terrestrische Habitate entlang der Weser sowie im südwestlichen Schleswig-Holstein an (Abb. 7k-i).

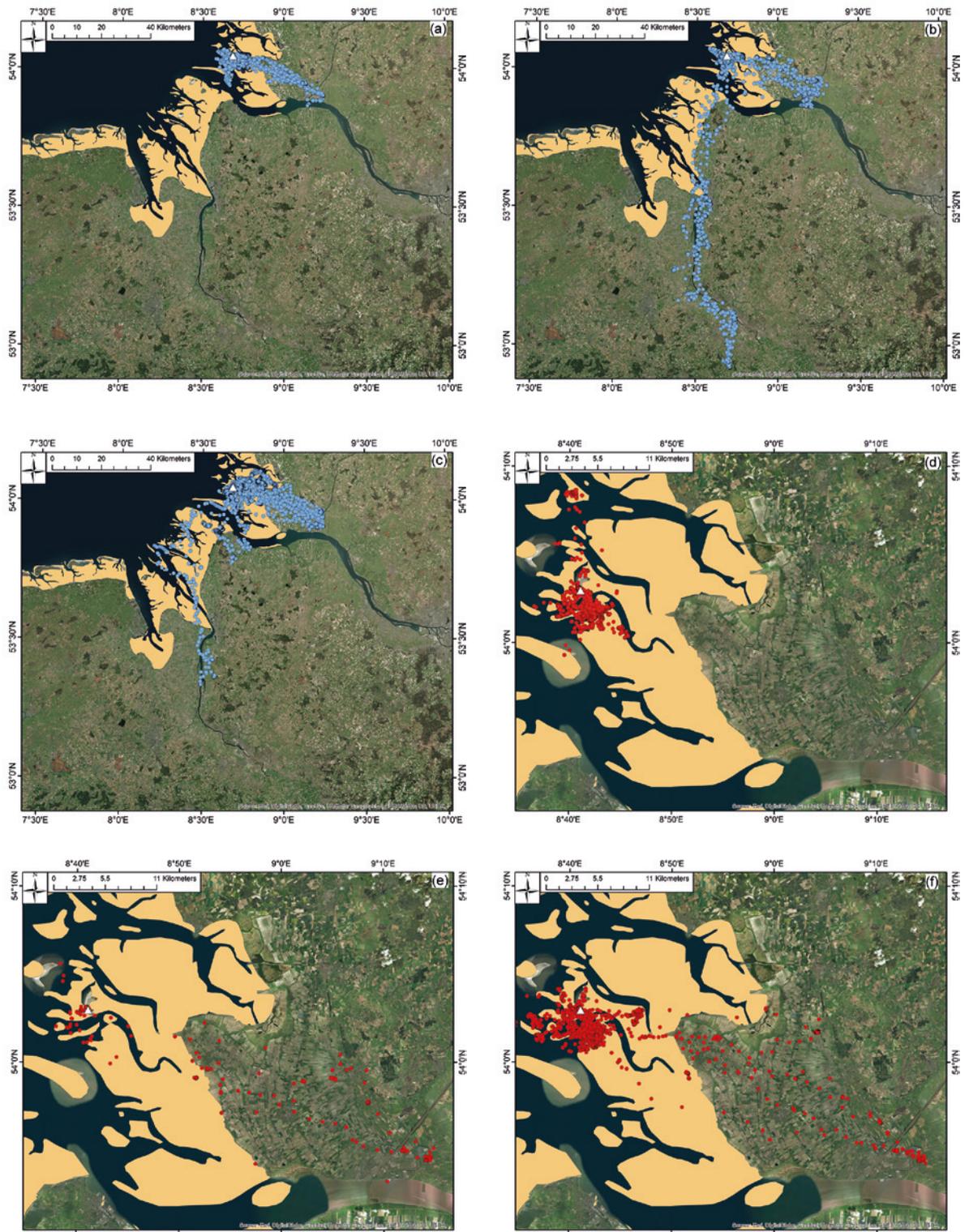


Abb. 7: Beispiele der individuellen Unterschiede in der Raumnutzung zur Brutzeit 2016 (a, d, g, j), Vorbrutzeit 2017 (b, e, h, k) und Brutzeit 2017 (c, f, i, l) von vier verschiedenen Silbermöwen. Jede Farbe spiegelt die Raumnutzung eines Individuums zu verschiedenen Phasen wider. Kartengrundlage s. Abb. 4. – *Examples of individual differences in area utilization of four different herring gulls during breeding 2016 (a, d, g, j), pre-breeding 2017 (b, e, h, k), and breeding 2017 (c, f, i, l). Base map see Fig. 4.*

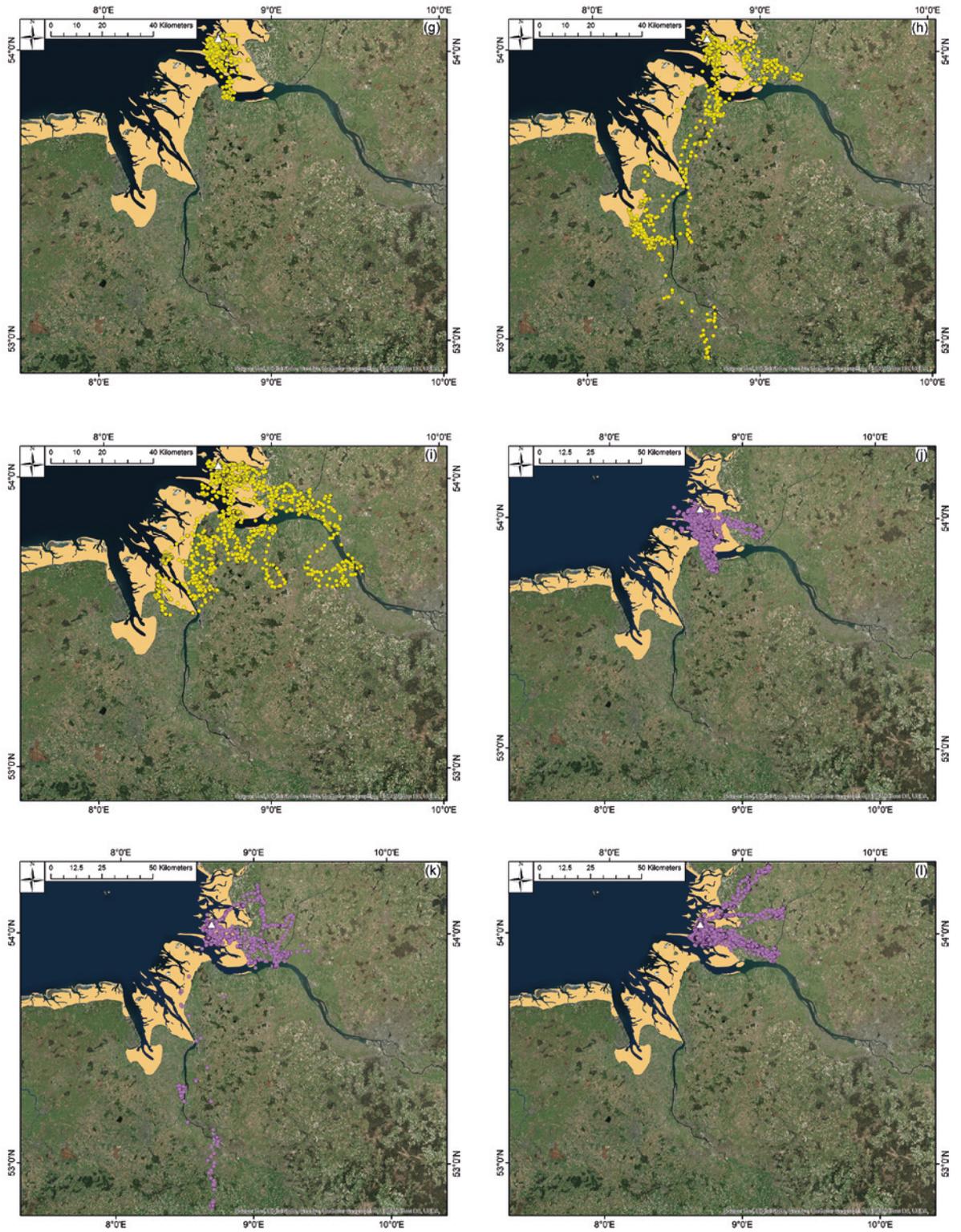


Abb. 7 Fortsetzung

3.3 Nahrung

Die Analyse von Speiballen der Brutzeit 2016 ergab eine überwiegend marine Nahrung und nur geringe Anteile aus terrestrischen Habitaten (Tab. 2). Dieses Muster entspricht somit den auf Grundlage der GPS-Positionen berechneten Zeitanteilen, welche die Silbermöwen in den jeweiligen Habitattypen verbrachten (Abb. 5). Während der Inkubationsphase waren in 95,9 % aller Speiballen Nahrungsreste aus marinen Lebensräumen, jedoch nur in 20,7 % Reste aus dem terrestrischen Bereich zu finden. Während der Kükenaufzuchtphase waren in allen Speiballen Nahrungsreste aus marinen Habitaten und in 41,7 % aller Speiballen Reste aus dem terrestrischen Bereich zu finden. In beiden Phasen hatten die terrestrischen Nahrungskomponenten einen deutlich geringeren Anteil als die marinen (Tab. 2).

Die häufigste Nahrungskomponente in beiden Phasen war die Strandkrabbe, die jeweils relative Häufigkeiten von über 40 % erreichte. Neben Krebstieren waren in beiden Phasen Muscheln von Bedeutung (vor allem Herz-, Schwert- und Miesmuscheln). Regenwürmer waren die häufigste terrestrische Komponente, deren relative Häufigkeiten jedoch nicht mehr als 6 % erreichten (Tab. 2). Es wurden keine Reste von Eischalen und nur sehr wenige Vogelreste gefunden. Während der Inku-

Tab. 2: Anteile von Nahrungsresten in Speiballen der Silbermöwe von der Insel Trischen aus der Inkubationsphase (n = 145) und Kükenaufzuchtphase (n=24). Die Werte stellen den prozentualen Anteil der Speiballen dar, in denen die jeweilige Komponente gefunden wurde. Da zumeist mehrere Nahrungsbestandteile in einem Speiballen vorkamen, übersteigen die Gesamtsummen der relativen Häufigkeiten 100%. – *Proportions of prey remains in herring gull pellets from Trischen during incubation (n = 145) and chick-rearing (n = 24). Values represent frequencies of occurrence of prey components in %. As single pellets usually consisted of more than one prey type, the overall sums of the relative frequencies exceed 100%.*

	Inkubation	Kükenaufzucht
Marine Nahrung		
Miesmuschel (<i>Mytilus edulis</i>)	3,7	9,8
Sandklaffmuschel (<i>Mya arenaria</i>)	4,6	5,8
Schwertmuschel (<i>Ensis leii</i>)	13,8	2,1
Herzmuschel (<i>Cerastoderma edule</i>)	16,6	8,8
Muscheln unbestimmt	0,2	0,0
Borstenwürmer unbestimmt	1,1	0,0
Strandkrabbe (<i>Carcinus maenas</i>)	48,6	41,7
Schwimmkrabbe (<i>Liocarcinus spec.</i>)	0,7	16,0
Krebse unbestimmt	1,9	3,1
Fisch unbestimmt	0,5	7,7
Terrestrische Nahrung		
Regenwurm	5,7	3,3
Insekten unbestimmt	1,1	0,4
Vögel unbestimmt	0,0	0,8
Säuger unbestimmt	0,4	0,0
Pflanzensamen	1,3	0,4

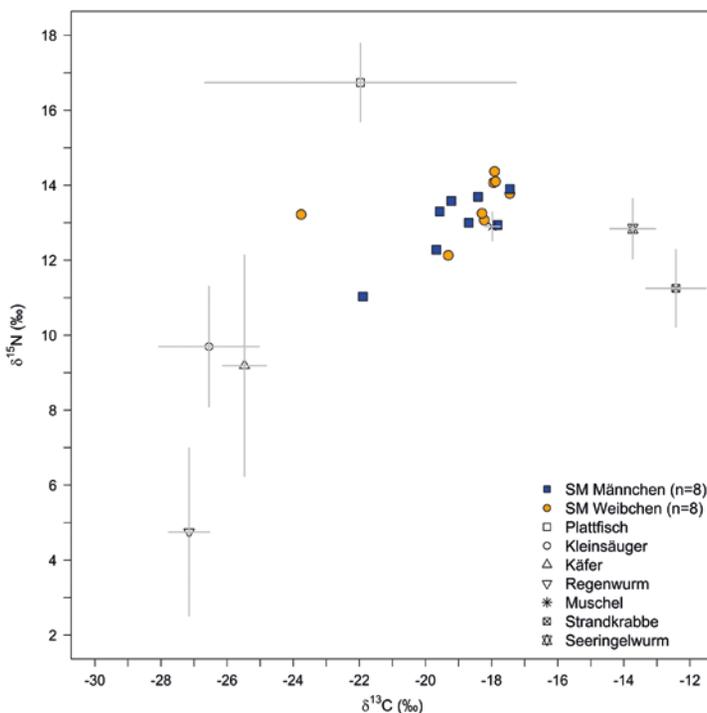


Abb. 8: Vergleich der um die trophische Diskriminierung korrigierten Isotopenwerte im Blutkuchenn von 16 Silbermöwen (SM; blau: Männchen, orange: Weibchen) mit den Isotopenwerten von potenziellen Nahrungsorganismen (Mittelwerte als Symbol und Standardabweichungen als Linie). Je stärker sich die Isotopenwerte der Konsumenten (Silbermöwen) mit denen der potenziellen Beuteorganismen überlagern, desto wahrscheinlicher ist eine starke Nutzung der entsprechenden Beute. – *Scatter plot comparing the isotopic values of blood cells of 16 herring gulls (SM; blue: males, orange: females) with the isotopic values of potential prey organisms (means represented by different symbols and standard deviations as horizontal or vertical line). The higher the overlap of isotopic values of the consumer (herring gull) with the values of the potential prey species, the higher the probability of an intensive use of the respective prey type.*

bationsphase waren in 12,4 % der Speiballen „Müllreste“ enthalten, während der Kükenaufzuchtphase hingegen nur 4,2 %. In allen Fällen bestand der „Müll“ aus dünnen, wenige Millimeter langen plastikartigen Fasern, deren Ursprung unklar ist. Da trotz der Häufigkeit die Masse des „Mülls“ gering war, wurde er nicht für die semiquantitativen Analysen berücksichtigt und somit in Tab. 2 nicht aufgeführt.

Die um die trophische Diskriminierung korrigierten Werte der stabilen Isotope im Blutkuchen der Silbermöwen sind den Werten der Muscheln am ähnlichsten (Abb. 8). Die Signaturen von Strandkrabben ähneln sich dagegen nur hinsichtlich ihrer Stickstoff-, nicht aber hinsichtlich der Kohlenstoff-Isotopenwerte. Mit den potenziellen terrestrischen Beuteorganismen ergab sich keine große Ähnlichkeit. Vor allem die Werte von Regenwürmern sind den Werten im Silbermöwenblut sehr unähnlich (Abb. 8).

4. Diskussion

4.1 Habitatnutzung zur Vorbrutzeit

Der Gehalt von Schadstoffen in Eiern spiegelt die Habitatnutzung der Möwen sehr zuverlässig wider (Zeng et al. 2016). Es ist jedoch leider nur unzureichend bekannt, zu welchem genauen Zeitpunkt die mit der Nahrung aufgenommenen Schadstoffe in die Eier gelangen. Vorangegangene Studien zeigten eine hohe Übereinstimmung zwischen Schadstoffgehalten in Eiern und der während der Vorbrutzeit aufgenommenen Nahrung (Morrissey et al. 2010). Daher wurde in dieser Studie ein Schwerpunkt auf die Analyse der Habitatnutzung zur Vorbrutzeit gelegt.

Die von den Datenloggern aufgezeichneten Muster zeigen, dass sich vor allem die Weibchen während der Vorbrutzeit in terrestrischen bzw. anthropogen beeinflussten Habitaten im Binnenland aufhielten und der Gezeitenbereich im Gegensatz zur Brutzeit eine untergeordnete Rolle spielte. Es ist daher zu vermuten, dass ein hoher Anteil der Schadstoffe in den Eiern der Silbermöwen aus terrestrischen Habitaten stammt. Unter diesen Habitaten wurden zur Vorbrutzeit vor allem Industriegebiete, Häfen und Müllverwertungsanlagen besonders häufig aufgesucht, während Acker- und Grünlandflächen nur von einzelnen Individuen gezielt genutzt wurden. Die Messreihe des UBA weist auch in jüngerer Zeit Schadstoffe aus, die aus industriellen Quellen sowie aus der Anwendung in der Landwirtschaft stammen. Die Verwendung dieser Stoffe ist in vielen Fällen seit Jahren verboten (z. B. Organochlorpestizide oder Quecksilber; Abb. 1 und 2). Jedoch sind die Schadstoffe in der Umwelt immer noch weiträumig verteilt, so dass Silbermöwen sie auch heute noch mit der Nahrung aufnehmen. Im Fall von Quecksilber ist davon auszugehen, dass die Nahrung der Silbermöwen aus den marinen Ökosystemen höher belastet ist als es bei den terrestrischen Ökosystemen der Fall ist. Starke Schwan-

kungen in den Zeitreihen zwischen den Jahren könnten auf die unterschiedliche Nutzung mariner und terrestrischer Nahrungsquellen zurückzuführen sein.

Zur Vorbrutzeit waren Müllverwertungsanlagen bevorzugte Aufenthaltsorte im Binnenland. Welche Art und welche Menge an Nahrung in den Verwertungsanlagen für die Möwen verfügbar ist, bleibt allerdings unklar. Bereits in früheren Jahren wurden Silbermöwen als intensive Nutzer von Mülldeponien beschrieben (z. B. Sibly & McCleery 1983; Pons 1992; Klein 2001; Dierschke 2006). Aufgrund ihrer Körpergröße sind Silbermöwen auf Deponien konkurrenzstärker als Kleinformen und Heringsmöwen (Verbeek 1977; Bellebaum 2005). 2009 liefen die Übergangsfristen der europäischen Deponierichtlinie (1999/31/EG) aus. Von diesem Tag an sollten alle in Europa betriebenen Deponien den gemeinsamen Anforderungen genügen oder stillgelegt sein. Deutschland hat dieses Ziel größtenteils schon 2005 erfüllt. Somit fiel Mitte des letzten Jahrzehnts diese bedeutende Nahrungsquelle für Silbermöwen im Binnenland weg. Nach unserer Studie suchen heute zahlreiche Silbermöwen jedoch Alternativen, wie Müllverwertungsanlagen, Kompostierungsanlagen, Anlagen zur Speiseresteentsorgung usw. auf. Außerdem waren besonders in der Vorbrutzeit Häfen häufig genutzt. Wovon die Tiere sich hier ernährten, ist unklar.

Da keine Vergleichsstudien aus früheren Jahren vorliegen, ist unbekannt, inwieweit die oben genannten anthropogenen Bereiche auch schon vor der Schließung der Mülldeponien genutzt wurden. Angenommen werden kann, dass vor allem die Nutzung von Industriegebieten und Hafenanlagen durch die Schließung von Mülldeponien verstärkt wurde, da es hier in der Regel ein gutes Nahrungsangebot für Silbermöwen sowie weitgehend vor Prädatoren sichere Orte gibt. Darauf deutet auch ein höherer Anteil an Möwen hin, die auf Dächern von gewerblich genutzten Gebäuden brüten (Kubetzki & Garthe 2010).

Die vorliegende Studie ergab, dass sich die männlichen Silbermöwen vor allem in der Vorbrutzeit, aber zum Großteil auch im Winter nicht so weit von ihren Brutkolonien entfernen wie die Weibchen. Sie verbrachten auch signifikant mehr Zeit in marinen Habitaten. Dies könnte auf ein territoriales Verhalten hindeuten, durch das die Männchen versuchen, die besten Brutreviere für die kommende Brutsaison rechtzeitig zu besetzen. Ein solches Verhalten ist für Silbermöwen bereits oft beschrieben worden (Glutz von Blotzheim et al. 1982; Bosman et al. 2012).

4.2 Habitatnutzung und Nahrung zur Brutzeit

Habitatwahl sowie die mittleren maximalen Entfernungen von Männchen und Weibchen zur Brutkolonie während der beiden Brutzeiten waren unterschiedlich. Solche geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Raumnutzung sind bereits für Heringsmöwen beschrieben worden (Camphuysen et al. 2015). Besonders auf-

fällig war der weitaus höhere Anteil der terrestrischen Habitatnutzung vor allem bei Weibchen während der Brutzeit 2017. Dies könnte mit einer veränderten Nahrungsgrundlage im marinen Bereich zusammenhängen. Im Jahr 2016 wurden dort junge Miesmuschelbänke genutzt, deren Muscheln eine mittlere Größenklasse von knapp 22 mm hatten. Dies entspricht genau der von Silbermöwen bevorzugten Größenklasse (Hilgerloh & Pfeifer 2011). Es ist denkbar, dass diese Bänke im Jahr 2017 nicht mehr so attraktiv waren, weil die Muscheln inzwischen deutlich größer und somit schwerer zu handhaben gewesen sein dürften (Norris & Johnstone 1998). Dadurch hätten sie eine geringere Energieaufnahme pro Zeiteinheit ergeben (Goss-Custard et al. 2006). Auch die Dichte von Strandkrabben in Miesmuschelbänken, die nach den Speiballenuntersuchungen intensiv genutzt wurden, könnte im Jahr 2017 geringer gewesen sein. Eine andere Erklärung könnte sein, dass ein Teil der besenderten Tiere im Jahr 2017 zwar zur Brutkolonie zurückkehrte, aber nicht brütete. Bei Möwen (vor allem bei jungen Adultvögeln und Weibchen) und anderen Seevögeln ist es bekannt, dass sie nicht in allen Jahren einen Brutversuch unternehmen (Pugesek et al. 1995). Auch Gelegeverluste könnten dafür verantwortlich sein. Aufgrund der ansonsten sehr natürlichen Verhaltensweisen über den gesamten Zeitraum der Studie hinweg erscheint ein Effekt des Datenloggers unwahrscheinlich, kann jedoch nicht komplett ausgeschlossen werden. Nichtbrüter zeigen möglicherweise eine andere Habitatnutzung als Brutvögel. Dies könnte also die Interpretation der Schadstoffdaten deutlich verfälschen. Ob telemetrierte Individuen im Jahr 2017 nicht mehr gebrütet haben, konnte trotz intensiver Beobachtungen auf Trischen durch den Vogelwart nicht festgestellt werden. Die GPS-Daten zeigen jedoch, dass alle Tiere in der Brutzeit zur Kolonie zurückkehrten und von dort aus regelmäßig Nahrungsflüge unternahmen.

Silbermöwen, welche vermehrt den Gezeitenbereich anstelle von terrestrischen Habitaten nutzen, haben einen höheren Bruterfolg (O'Hanlon et al. 2017). Sowohl die Speiballen- und Isotopenanalysen als auch die Ergebnisse der Datenlogger bestätigen, dass Silbermöwen von Trischen während der Brutzeit überwiegend Nahrung aus dem Gezeitenbereich nutzen. Somit dürfte ein guter Bruterfolg zu erwarten sein. Das Monitoring auf Trischen ergab für das Jahr 2017 jedoch nur einen Bruterfolg von etwa 0,6 Jungvögeln pro Brutpaar und war damit ungefähr halb so hoch wie bei Heringsmöwen (Mayland-Quellhorst 2017). Allerdings war der Grad der innerartlicher Prädation sehr gering, da in den Speiballen keine Silbermöküken und Eier gefunden wurden. Kannibalismus wird häufig in Möwenkolonien beobachtet, denen in bestimmten Phasen nicht genügend Nahrung zur Verfügung steht (z. B. Camphuysen & Gronert 2012; Volmer et al. 2013; Cushing et al. 2015). Die offensichtlich günstige Ernährungssituation im Jahr 2016 steht den

langjährigen Abnahmen sowie dem geringen Bruterfolg von Silbermöwen gegenüber, für die es bislang keine ausreichende Erklärung gibt (Mercker & Baer 2013). Es ist zu vermuten, dass reduzierte Beifangmengen aus der Fischerei die Nahrungssituation von Silbermöwen inzwischen verschlechtert haben (Hüppop & Wurm 2000). Allerdings gaben weder die GPS-Daten noch die Speiballen- und Isotopenanalysen einen Hinweis auf die Nutzung von Fischereiabfall durch Trischener Silbermöwen. Zusätzlich könnte die Schließung von Mülldeponien zu einer Reduzierung von Nahrungsmöglichkeiten für die Silbermöwe geführt haben (Bellebaum 2005; Schwemmer et al. 2017).

Nur ein Monitoring der Nahrungswahl und der Habitatnutzung durch Besenderung über mehrere Jahre hinweg könnte aufschlüsseln, ob die Bedingungen in anderen Jahren anders sind, wie es sich im Rahmen dieser Studie zumindest durch die veränderten Anteile der terrestrischen und marinen Habitatnutzung in den beiden aufeinanderfolgenden Brutzeiten andeutet.

Die von den GPS-Datenloggern aufgezeichnete intensive Nutzung mariner Habitate während der Brutzeit 2016 spiegelt sich in dem sehr hohen Anteil mariner Nahrung in den Speiballen und den ähnlichen Isotopenwerte im Blutkuchen der Silbermöwen und der Muscheln wider. Es ist möglich, dass es zu einer gewissen Unterschätzung von Nahrungskomponenten aus dem terrestrischen Bereich durch die Speiballenanalysen kam, da diese überwiegend gut verdaubar sind und nur wenig Reste nach dem Verdauungsvorgang übrig bleiben (Duffy & Jackson 1987; González-Solis 1997). Dies gilt vermutlich besonders für Nahrung aus Kompostierungs- oder Entsorgungsanlagen für Fett und Speisereste. Die geringen Anteile terrestrischer Nahrung in den Speiballen während der Brutphase passen jedoch zu einer wenig terrestrisch geprägten Raumnutzung und legen nahe, dass ein großer Fehler durch die Methodik eher unwahrscheinlich ist.

Unsere Benthosanalysen zeigten, dass sich die Nahrungsschwerpunkte in marinen Habitaten zur Brutzeit 2016 vor allem auf Miesmuschelbänke konzentrierten. Die Speiballen enthielten jedoch überwiegend Strandkrabben und nur wenige Miesmuscheln. Dieser Widerspruch ist nur schwer zu interpretieren. Es ist möglich, dass Silbermöwen die Bänke nicht primär anfliegen, um dort Muscheln aufzunehmen, sondern Strandkrabben. Miesmuschelbänke bieten für Strandkrabben einen idealen Lebensraum mit vielen Versteckmöglichkeiten und frühere Studien konnten bereits belegen, dass verschiedene Seevögel intensiv Strandkrabben in Miesmuschel- und in von Pazifischen Austern *Crassostrea gigas* überwachsenen Miesmuschelbänken nutzen (Dernedde 1993; Markert et al. 2013). Dies würde jedoch nicht erklären, warum die Silbermöwen in der Brutzeit 2017 diese Habitate nicht mehr so intensiv aufsuchten, da Strandkrabben auch in älteren Miesmuschelbänken zur Verfügung stehen sollten.

4.3 Individuelle Variabilität und Rückschlüsse auf die Schadstoffbelastung in Eiern

Unsere Daten zeigen eine hohe Variabilität in der Habitatnutzung zwischen den untersuchten Phasen des Jahres sowie große Unterschiede zwischen einzelnen Individuen. Besonders auffällig wird die hohe Variabilität zwischen den verschiedenen Jahresphasen. Interessanterweise konnte man aber bei allen Individuen immer noch eine Nutzung der in der Vorbrutzeit genutzten Habitate zur Brutzeit 2017 beobachten.

Die unterschiedliche Raumnutzung zwischen den Phasen und zwischen den Individuen dürfte zu einem großen Teil die hohe Variabilität in den Schadstoffgehalten der Eier, die durch das UBA ermittelt wurde, erklären. Derzeit werden die gesammelten Eier nicht einzeln auf ihre Schadstoffe hin überprüft, sondern zu einer Mischprobe gepoolt (Paulus 2010). Es wäre erforderlich, diese Methode zu ändern und die Schadstoffe in den einzelnen Eiern zu bestimmen, da die vorliegende Studie eindeutig zeigen konnte, dass die Habitatnutzung zur Brutzeit zwischen den Individuen stark schwanken kann. Nicht nur die Anteile zwischen mariner und terrestrischer Raumnutzung sind individuell verschieden, sondern auch die potenziellen Schadstoffquellen im terrestrischen Bereich.

Innerhalb dieser Studie wurde für das Jahr 2017 auch ein Vergleich zwischen individueller Habitatnutzung zur Vorbrutzeit und den Schadstoffgehalten in den einzelnen zugehörigen Eiern (keine Mischprobe) angestrebt. Dies konnte jedoch leider nicht realisiert werden, weil es nicht gelang, die Nester der 2017 brütenden Weibchen auf Trischen wiederzufinden. Dies lag offensichtlich an einer zu großen Ungenauigkeit der GPS-Datenlogger (Ungenauigkeit von ca. 25 m) im Vergleich zur hohen Gelegedichte (Nestabstand oft nur wenige Meter).

Um dennoch die Möglichkeit zu haben, die Habitatnutzung mit den Schadstoffen der Eier einzelner Individuen in Verbindung zu setzen, müssten bereits bei der Besenderung der Tiere die Eier gesammelt werden. Zu diesem Zeitpunkt lägen zwar noch keine Daten zur Habitatnutzung aus der vorangegangenen Vorbrutzeit vor. Es hat sich allerdings im Rahmen dieser Studie gezeigt, dass sich die Grundmuster der Raumnutzung aus der Vorbrutzeit trotz der hohen Variabilität zwischen den Phasen in der der folgenden Brutzeit wiederfinden. Daher wäre dieser Ansatz eine vielversprechende Möglichkeit, Schadstoff- und Bewegungsdaten auf individueller Ebene zu verschneiden. Eine weitere Option wäre es, Blutproben von Silbermöwen nach der Besenderung zu nehmen und diese hinsichtlich ihres Schadstoffgehaltes zu analysieren und mit den dann aufgezeichneten Habitatnutzungen in Verbindung zu bringen. Die Schadstoffe im Blut sollten dann die wenige Tage bis Wochen vorher aufgesuchten Quellen widerspiegeln (Morrissey et al. 2010). Diesen Möglichkeiten soll im Rahmen dieser Studie noch nachgegangen werden.

4.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die vorliegende Studie liefert wichtige Erkenntnisse über die mögliche Herkunft von Schadstoffen in Silbermöweneiern. Die Nahrungsflüge der weiblichen Tiere zeigen, dass die Hauptquellen der Schadstoffe in der Vorbrutzeit vor allem in anthropogen geprägten terrestrischen Bereichen liegen. Daher ist ein direkter Vergleich der Schadstoffgehalte in den Silbermöweneiern mit den Aalmutter- *Zoarces viviparus* und Miesmuschelproben, die für die Umweltprobenbank im Gezeitenbereich gesammelt und auf Schadstoffe untersucht werden, nach derzeitiger Datenlage nur mit starken Einschränkungen zulässig. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse der Speiballen- und Isotopenanalysen, dass die Silbermöwen kaum Fische als Nahrungsquellen nutzten.

Die festgestellten zwischenjährlichen Schwankungen der Nahrungsanteile aus dem terrestrischen Nahrungskreislauf und den Küstensystemen können zu unterschiedlichen Schadstoffbelastungen führen. Der Einfluss der Habitatnutzung auf die Belastung der Silbermöwen sollte durch eine Untersuchung einzelner Eier und/oder Blutproben auf eine Auswahl von Metallen, Industriechemikalien und Pflanzenschutzmitteln ableitbar sein.

Aus dieser Studie lassen sich zwei konkrete Empfehlungen ableiten:

- Um die Datenbasis zu verbessern, sollten die Flugdaten der besenderten Silbermöwen der Insel Trischen weiter ausgewertet und vergleichbare Erhebungen auf den beiden anderen Inseln Mellum (Jade-Weser-Mündung) und Heuwiese (Ostsee) durchgeführt werden, von wo ebenfalls Silbermöweneier für die Umweltprobenbank analysiert werden.
- Wenn jeweils die eine Hälfte der Einzeleier der Silbermöwen nach der Probenahme als Individualproben eingelagert würde, könnten Schadstoffanalysen künftig routinemäßig der individuellen Variabilität der Nahrungsökologie Rechnung tragen. Der andere Teil der Einzeleier würde dann wie bislang als Poolprobe mit identischen Unterproben eingelagert werden und für unspezifischere Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Über die Intention der vorliegenden Studie hinaus bietet der umfangreiche GPS-Datensatz u. a. die Möglichkeit, die Flugmuster von Silbermöwen hinsichtlich potenzieller Überlappungen mit Windenergieanlagen an Land zu verschneiden, wie dies bereits für Rotmilane *Milvus milvus* und Uhus *Bubo bubo* durchgeführt wurde (Hötter et al. 2017; Grünkorn & Welcker 2018). In fast allen untersuchten Phasen war ein distinkter Flugkorridor von der Insel Trischen über das Binnenland des südwestlichen Schleswig-Holsteins Richtung Brunsbüttel erkennbar. Dies ist ein Bereich, in dem bereits besonders viele Windenergieanlagen stehen bzw. weiter geplant sind. Der vorliegende Datensatz könnte einen wichtigen Beitrag zur Abschätzung des Kollisionsrisikos bilden.

Dank

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Projektes „TrackLarus“ durch das Umweltbundesamt (UBA) gefördert. Die Benthosuntersuchungen für die Bestimmung der genutzten Habitate im Gezeitenbereich wurden durch das Projekt STopP – Vom Sediment zum Top Prädator (Bundesministerium für Bildung und Forschung – FKZ 03F672B) ermöglicht. Die Nationalparkverwaltung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer sowie die Trischenlenkungsgruppe des NABU gaben ihr Einverständnis für eine Betretung der Vogelinsel Trischen. Das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein erteilte die Tierversuchsgenehmigung zum Anbringen von Datenloggern und Blut- und Federentnahmen bei Silbermöwen (Aktenzeichen V 312-7224.121-37 (42-3/13) und Aktenzeichen V 241-35852/2017(88-7/17)). Die Vogelwarte der Insel Trischen, M. Vieregge und T. Mayland-Quellhorst sowie B. Egge, L. Enners, S. Müller, K. Ricklefs und H. Schwemmer unterstützten die Feldarbeit auf Trischen bzw. die Laboranalysen. H. Rüdell vom Fraunhofer IME danken wir für die Beratung und Unterstützung. F. Matig und M. Exo sowie O. Hüppop und C. Herrmann gaben wertvolle Kommentare zur ersten Manuskriptversion. Ihnen allen gilt unser herzlicher Dank.

5. Zusammenfassung

Seit den 1980er Jahren überwacht das Umweltbundesamt (UBA) mit der Umweltprobenbank des Bundes die Entwicklung von Schadstoffgehalten in Mensch und Umwelt. Eier der Silbermöwe *Larus argentatus* sind dabei ein wichtiger Indikator für die Belastung des deutschen Teils des Wattenmeeres. In den letzten Jahren zeigte sich eine ausgeprägte jährliche Variabilität in den Schadstoffgehalten der Proben. Um die Trends richtig interpretieren zu können, ist es wichtig, die Quellen der Schadstoffe in den Silbermöweneiern zu kennen. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die individuelle Habitatnutzung adulter Silbermöwen der Insel Trischen im Jahresverlauf mittels GPS Telemetrie zu beschreiben. Dabei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Raumnutzung der Weibchen in der Vorbrutzeit gelegt, da dies mutmaßlich die Zeit ist, in der die vom Weibchen aufgenommenen Schadstoffe in die Eier gelangen.

Zur Brutzeit 2016 nutzten Silbermöwen beider Geschlechter (n = 9 Männchen, n = 8 Weibchen) in erster Linie freigelegene Wattflächen südlich der Insel Trischen. Nur wenige Individuen hielten sich in terrestrischen Habitaten im Binnenland auf, die maximal 20 bis 30 km von der Kolonie entfernt waren. Speiballenanalysen bestätigten diese Muster durch hohe Anteile von Strandkrabben *Carcinus maenas* und Muscheln in der Nahrung. Auch die Analyse stabiler Isotopen deuteten auf eine überwiegende Nutzung des marinen Habitats mit Muscheln als wichtigste Nahrungsquelle hin. Im Winter flogen fast alle Weibchen in das niedersächsische Binnenland und nutzen dort vor allem Industrie- und Gewerbegebiete, während sich die meisten Männchen weiterhin im Gezeitenbereich nahe der Kolonie aufhielten. Zur Vorbrutzeit 2017 nutzten

die Weibchen etwa 70 % der Zeit terrestrische Habitate. Die Schwerpunkte lagen in Bereichen von Müllverwertungsanlagen, Entsorgungsfirmen für Speisereste, Gewerbegebieten und Häfen sowie in geringerem Ausmaß auf Acker- und Grünlandflächen. Die Raumnutzung zur Brutzeit 2017 war im Gegensatz zum Vorjahr stärker terrestrisch geprägt. Bereits zur Vorbrutzeit genutzte Schwerpunkte wurden auch in der Brutzeit noch häufig aufgesucht. Insgesamt zeigte die Raumnutzung eine hohe Variabilität zwischen verschiedenen Individuen und den aufeinanderfolgenden Brutzeiten.

Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass ein hoher Anteil der Schadstoffe in den Eiern der Silbermöwen von Trischen aus terrestrischen Habitaten stammen dürfte. Diese Muster passen zur Messreihe des UBA, die auch in jüngerer Zeit Schadstoffe aus industriellen Quellen bzw. aus der Landwirtschaft nachweist. Starke Schwankungen der Zeitreihe zwischen den Jahren könnten auf die unterschiedliche Nutzung mariner und terrestrischer Nahrungsquellen zurück zu führen sein. Derzeit werden die gesammelten Eier nicht einzeln auf ihre Schadstoffe hin überprüft, sondern zu einer Mischprobe gepoolt. Es wird empfohlen, diese Methode zu ändern und die Schadstoffe in den einzelnen Eiern zu bestimmen, da die vorliegende Studie eindeutig zeigen konnte, dass die Habitatnutzung zwischen den einzelnen Möwen stark schwanken kann.

6. Literatur

- Barrett RT, Camphuysen CJ, Anker-Nilssen T, Chardine JW, Furness RW, Garthe S, Hüppop O, Leopold MF, Montevecchi WA & Veit RR 2008: Diet studies of seabirds: a review and recommendations. ICES J. Mar. Sci. 64: 1675-1691.
- Barron DG, Brawn JD & Weatherhead PJ 2010: Meta-analysis of transmitter effects on avian behaviour and ecology. Methods Ecol. Evol. 1: 180-187.
- Becker PH 1989: Seabirds as monitor organisms of contaminants along the German North Sea coast. Helgol. Meeresunters. 43: 395-403.
- Becker PH & Muñoz Cifuentes J 2004: Contaminants in bird eggs: Recent spatial and temporal trends. Wadden Sea Ecosystem 18: 5-25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany. <http://www.waddensea-secretariat.org/sites/default/files/downloads/wse-18-cont-eggs-01.03.05.pdf> (letzter Zugriff 30.05.2018)
- Bellebaum J 2005: Between the Herring Gull *Larus argentatus* and the bulldozer: Black-headed Gull *Larus ridibundus* feeding sites on a refuse dump. Ornis Fennica 82: 166-171.
- Bosman DS, Vercruyjsse HJP, Stienen EWM, Vincx M, de Neve L & Lens L 2012: Effects of body size on sex-related migration vary between two closely related gull species with similar size dimorphism. Ibis 154: 52-60.
- Camphuysen CJ & Gronert A 2012: Apparent survival and fecundity of sympatric Lesser Black-backed Gulls and Herring Gulls with contrasting population trends. Ardea 100: 113-122.
- Camphuysen CJ, Shamoun-Baranes J, van Loon EE & Bouten W 2015: Sexually distinct foraging strategies in an omnivorous seabird. Mar. Biol. 162: 1417-1428.
- Cushing JM, Henson SM & Hayward JL 2015: An evolutionary game-theoretic model of cannibalism. Nat. Res. Model. 28: 497-521.

- Cummins KW & Wuycheck JC 1971: Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. Mitt. Internat. Verein. Theor. Angew. Limnol. 18: 1-158.
- Dernedde T 1993: Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung von Silbermöwe (*Larus argentatus*), Sturmmöwe (*L. canus*) und Lachmöwe (*L. ridibundus*) im Königshafen/Sylt. Corax 15: 222-240.
- Dierschke V 2006: Mülldeponien als winterlicher Lebensraum für Silbermöwen *Larus argentatus* aus der südöstlichen Nordsee. Vogelwelt 127: 119-123.
- Dittmann TD, Becker PH, Bakker J, Bignert A, Nyberg E, Pereira MG, Pijanowska U, Shore R, Stienen EWM, Toft GO & Marencic H 2011: The EcoQO on mercury and organohalogen in coastal bird eggs: report on the pilot study 2008–2010. (INBO.R.2011.43). Research Institute for Nature and Forest, Brussel. Verfügbar unter: <http://www.waddensea-secretariat.org/management/publications/the-ecoqo-on-mercury-and-organohalogen-in-coastal-bird-eggs> (letzter Zugriff 30.05.2018).
- Duffy DC & Jackson S 1986: Diet studies of seabirds: a review of methods. Colon. Waterbirds 9: 1–17.
- Ehlert W 1961: Weitere Untersuchungen über die Nahrungswelt der Silbermöwe (*Larus argentatus*) auf Mellum. Vogelwarte 21: 48-50.
- Enners E, Schwemmer P, Corman A-M, Voigt CC & Garthe S 2018: Inercolony variations in movement patterns and foraging behaviors among herring gulls *Larus argentatus* breeding in the eastern Wadden Sea. Ecol. Evol. DOI: 10.1002/ece3.4167.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI) 2011: ArcGIS v. 10.3 ESRI, Redlands, California.
- Fox AD, Hobson KA & Kahlert J 2009: Isotopic evidence for endogenous contributions to Greylag Goose *Anser anser* flight feathers. J. Avian Biol. 40: 108–112.
- Furness RW 1993: Birds as monitors of pollutants. In: Furness RW & Greenwood J (Hrsg): Birds as monitors of environmental change: 86-143. Chapman & Hall, London.
- Garthe S, Sonntag N, Schwemmer P & Dierschke V 2007: Estimation of seabird numbers in the German North Sea throughout the annual cycle and their biogeographic importance. Vogelwelt 128: 163-178.
- Garthe S, Schwemmer P, Paiva V, Corman A-M, Fock HO, Voigt CC & Adler S 2016: Terrestrial and marine foraging strategies of an opportunistic seabird species breeding in the Wadden Sea. PLoS ONE 11: e0159630. doi:10.1371/journal.pone.0159630.
- Gloe P 2006: Zum Auftreten von Möwen Laridae als Gästen im Binnenland von Dithmarschen (westliches Schleswig-Holstein). Corax 20: 129-137.
- Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM & Bezzel E 1982: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 7 Charadriiformes (2. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- González-Solís J, Oro D, Pedrocchi V, Jover L & Ruiz X 1997: Bias associated with diet samples in Audouin's Gulls. Condor 99: 773–779.
- Goss-Custard JD, West AD, Yates MG, Caldow RWG, Stillman RA, Bardsley L, Castilla J, Castro M, Dierschke V, Durell SEA le V dit, Eichhorn G, Ens BJ, Exo K-M, Udayangani-Fernando PU, Ferns PN, Hockey PAR, Gill JA, Johnstone I, Kalejta-Summers B, Masero JA, Moreira F, Nagarajan RV, Owens IPF, Pacheco C, Perez-Hurtado A, Rogers D, Scheiffarth G, Sitters H, Sutherland WJ, Triplett P, Worrall DH, Zharikov Y, Zwarts L & Pettifor RA 2006: Intake rates and the functional response in shorebirds (Charadriiformes) eating macro-invertebrates. Biol. Rev. 81: 501-529.
- Grünkorn T & Welcker J 2018: Erhebung von Grundlagendaten zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Uhus an Windenergieanlagen im Landesteil Schleswig. BioConsult SH, Zwischenbericht im Auftrag des Landesverbandes Eulen-Schutz Schleswig-Holstein e.V. https://bioconsult-sh.de/site/assets/files/1726/zwischenbericht_uhutelemetry_20180312.pdf (letzter Zugriff 20.11.2018)
- Halpern BS et al. 2008: A global map of human impact on marine ecosystems. Science 319: 948–952.
- Hilgerloh G & Pfeifer D 2011: Size selection and competition for Mussels, *Mytilus edulis*, by Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, Herring Gulls, *Larus argentatus*, and Common Eiders, *Somateria mollissima*. Ophelia 56: 43-53.
- Hobson KA & Clark RG 1993: Turnover of $d^{13}C$ in cellular and plasma reactions of blood: implications for non-destructive sampling in avian dietary studies. Auk 110: 638–641.
- Hötker H, Mammen K, Mammen U & Rasran L 2017: Red Kites and wind farms – Telemetry data from the core breeding range. In: Köppel J (Hrsg): Wind energy and wildlife interactions: 3-15. Springer, Cham.
- Huber S, Warner NA, Nygård T, Remberger M, Harju M, Uggerud HT, Kaj L & Hanssen L 2015: A broad cocktail of environmental pollutants found in eggs of three seabird species from remote colonies in Norway. Env. Tox. Chem. 34: 1296-1308.
- Hüppop O & Wurm S 2000: Effects of winter fishery activities on resting numbers, food and body condition of large gulls *Larus argentatus* and *L. marinus* in the south-eastern North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 194: 241-247.
- Inger R & Bearhop S 2008: Applications of stable isotope analyses to avian ecology. Ibis 150: 447-461.
- Isaksson N, Evans TJ, Shamoun-Baranes J & Akesson S 2016: Land or sea? Foraging area choice during breeding by an omnivorous gull. Move. Ecol. 4: 1-14.
- Klein R 2001: Raum-Zeit-Strategien der Silbermöwe *Larus argentatus* und verwandter Taxa im westlichen Ostseeraum. Diss. Univ. Rostock.
- Kubetzki U & Garthe S 2003: Distribution, diet and habitat selection by four sympatrical gull species in the southeastern North Sea. Mar. Biol. 143: 199-207.
- Kubetzki U & Garthe S 2010: Über den Dächern von Kiel und Westerland: Möwen als Dachbrüter in Schleswig-Holstein. Corax 21: 301-309.
- Markert A, Esser W, Frank D, Wehrmann A & Exo K-M 2013: Habitat change by the formation of alien *Crassostrea*-reefs in the Wadden Sea and its role as feeding sites for waterbirds. Estuar. Coast. Shelf Sci. 131: 41-51.
- Mattig F 2017: Contaminants in bird eggs. In: Kloepper S (Hrsg.) Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven. <http://qsr.waddensea-worldheritage.org/node/55/pdf> (Letzter Zugriff: 20.11.2018)
- Mayland-Quellhorst TJ 2017: Trischen 2017 – Betreuungsbericht für die Zeit vom 19. März bis zum 14. Oktober 2017. Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Schleswig-Holstein.
- Mercker M & Baer J 2013: Räuber-Beute-Interaktionen als mögliche Erklärung für aktuelle Brutbestandsabnahmen

- von See- und Küstenvögeln am Beispiel der Wattenmeerinsel Trischen. *Vogelwelt* 134: 115-127.
- Norris K & Johnstone I 1998: Interference competition and the functional response of Oystercatchers searching for cockles by touch. *Anim. Behav.* 56: 639-650.
- Morrissey CA, Elliott JE & Ormerod SJ 2010: Diet shifts during egg laying: implications for measuring contaminants in bird eggs. *Environ. Poll.* 158: 447-454.
- O'Hanlon NJ, McGill RAR & Nager RG 2017: Increased use of intertidal resources benefits breeding success in a generalist gull species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 574: 193-210.
- Paulus M, Bartel M, Klein R, Quack M, Tarricone K, Teubner D & Wagner G 2010: Guideline for sampling and sample treatment - Herring Gull (*Larus argentatus*). German Federal Environmental Agency. Verfügbar unter: <https://www.umweltprobenbank.de/en/documents/publications/11893> (letzter Zugriff 30.05.2018)
- Phillips RA, Xavier JC & Croxall JP 2003: Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120: 1082.
- Pons JM 1992: Effects of changes in the availability of human refuse on breeding parameters in a Herring Gull *Larus argentatus* population in Brittany, France. *Ardea* 80: 143-150.
- Pugesek BH, Nations C, Diem KL & Pradel R 1995: Mark-resighting analysis of a California gull population. *J. Appl. Statist.* 22: 625-640.
- R Core Team 2017: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (letzter Zugriff 30.05.2018).
- Rock P, Camphuysen CJ, Shamoun-Baranes J, Ross-Smith VH & Vaughan IP 2016: Results from the first GPS tracking of roof-nesting Herring Gulls *Larus argentatus* in the UK. *Ring. & Migr.* 31: 47-62.
- Rüdel H, Fliedner A, Kösters J & Schröter-Kermani C 2010: Twenty years of elemental analysis of marine biota within the German Environmental Specimen Bank – a thorough look at the data. *Env. Sci. Poll. Res.* 17: 1025-1034.
- Schwemmer H, Schwemmer P, Ehrlich S & Garthe S 2013: Lesser Black-backed Gulls (*Larus fuscus*) consuming swimming crabs: an important link in the food web of the southern North Sea. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 119: 71-78.
- Schwemmer, P & Garthe S 2008: Regular habitat switch as an important feeding strategy of an opportunistic seabird species at the interface between land and sea. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 77: 12-22.
- Schwemmer P, Garthe S & Mundry R 2008: Area utilization of gulls in a coastal farmland landscape: habitat mosaic supports niche segregation of opportunistic species. *Landsc. Ecol.* 23: 355-367.
- Schwemmer P, Tischler T, Rehm R & Garthe S 2011: Habitatnutzung, Verbreitung und Nahrungswahl der Lachmöwe (*Larus ridibundus*) im küstennahen Binnenland Schleswig-Holsteins. *Corax* 21: 355-374.
- Schwemmer P, Covaci A, Das K, Lepoint G, Adler S & Garthe S 2015: Assessment of contaminant levels and trophic relations at a World Heritage Site by measurements in a characteristic shorebird species. *Environ. Res.* 136: 163-172.
- Schwemmer P, Schwemmer H & Garthe S 2017: Verbreitung, Phänologie und Habitatwahl von Möwen im Binnenland der Nordseeküste Schleswig-Holsteins, ermittelt durch Flugzeußerfassungen. *Vogelwelt* 137: 271-287.
- Sibly RM & McCleery RH 1983: The distribution between feeding sites of Herring Gulls breeding at Walney Island, U.K. *J. Anim. Ecol.* 52: 51-68.
- Spaans AL 1971: On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* Pont. in the northern part of The Netherlands. *Ardea* 59: 73-188.
- Steenweg RJ, Ronconi RA & Leonard ML 2011: Seasonal and age-dependent dietary partitioning between the Great Black-backed and Herring Gulls. *Condor* 113: 795-805.
- Verbeek NAM 1977: Interactions between Herring and Lesser Black-backed Gulls feeding on refuse. *Auk* 94: 726-735.
- Volmer H, Bickel M, Schwemmer P & Garthe S 2013: Prädation bei Heringsmöwen auf Amrum als mögliche Erklärung für den schlechten Bruterfolg im Jahr 2012. *Seevögel* 34: 160-165.
- Wilkens S & Exo K-M 1998: Brutbestand und Dichteabhängigkeit des Bruterfolges der Silbermöwe *Larus argentatus* auf Mellum. *J. Ornithol.* 139: 21-36.
- Zar JH 1999: Biostatistical analysis. Prentice Hall, Michigan.
- Zeng Y-H, Luo X-J, Tang B & Mai B-X 2016: Habitat- and species-dependent accumulation of organohalogen pollutants in home-produced eggs from an electronic waste recycling site in South China: Levels, profiles, and human dietary exposure. *Environ. Poll.* 216: 64-70.

Habitatnutzung von Feldvögeln außerhalb der Brutzeit im Kontext der EU-Agrarförderung

Behrend Dellwisch, Friedrich Schmid & Nils Anthes

Dellwisch B, Schmid F & Anthes N 2019: Habitat use of farmland birds during the non-breeding season in the context of the EU agricultural policy. *Vogelwarte* 57: 31-45.

Over the past decades, agricultural land use intensification in much of Western Europe coincides with substantial population declines in many farmland birds. Previous analyses of the underlying causes and the implementation of agri-environment schemes (AES) to reverse these trends largely focus on the breeding season, ignoring the non-breeding period as a key component of population demography. For this period, the effectiveness of dedicated AES and ecological focus areas (EFA) as a key instrument of the EU greening program has rarely been assessed. We analyse habitat use of eight farmland bird species in late summer (August and September 2016, seven study sites covering 270 ha, 1.954 bird individuals) and midwinter (January and February 2016, 15 study sites covering 407 ha, 2.845 individuals) near Rottenburg in the German federal state Baden-Württemberg. These include Whinchat *Saxicola rubetra* and Greenfinch *Carduelis chloris* in late summer, Wood Sparrow *Passer montanus* and Meadow Pipit *Anthus trivialis* in midwinter, and Skylark *Alauda arvensis*, Goldfinch *Carduelis carduelis*, Yellowhammer *Emberiza citrinella* and Reed Bunting *E. schoeniclus* in both seasons. Based on standardised field surveys, we derived incidence models for 20 culture types, focussing on grassland, arable land, green manure crops, fallows and hedges. We found disproportionally high incidences of multiple species in coppiced hedges, stubble fields (in particular when combined with green manure), perennial fallows, and kale and rapeseed. Our data indicate that currently implemented AES and EFA include several culture types that fail to efficiently support the investigated farmland birds during the non-breeding season. Consistent with other similar studies, we argue that AES and EFA should more explicitly target biodiversity measures that fulfil minimum quality standards, with particularly effective measures including coppiced over fully-grown hedges, multiannual over seasonal fallows, or direct sowing of green manures into cereal stubbles.

✉ NA: Universität Tübingen, Institut für Evolution und Ökologie, Auf der Morgenstelle 28, 72076 Tübingen,
E-Mail: nils.anthes@uni-tuebingen.de

BD & FS: Universität Tübingen, Institut für Evolution und Ökologie, Auf der Morgenstelle 28, 72076 Tübingen

Einleitung

Brutvögel der Agrarlandschaft zeigen europa- und deutschlandweit gegenüber anderen Vogelgilden die mit Abstand stärksten Bestandseinbußen (Voříšek et al. 2016; BfN 2017). Ursachenanalysen für diesen Trend konzentrieren sich auf den Bruterfolg und die brutzeitliche Habitatnutzung, doch tragen gerade die Überlebensraten außerhalb der Brutzeit entscheidend zum Erhaltungszustand von Vogelpopulationen bei (Payne & Wilson 1999; Newton 2004). Das zur Überbrückung der kalten Jahreszeit erforderliche Nahrungsangebot verringert sich angesichts landwirtschaftlicher Intensivierung zunehmend, etwa infolge des flächenhaften Pestizid- (speziell Herbizid-) Einsatzes sowie zunehmend effizienter Ernteverfahren, die nur noch minimale Ernterückstände als Nahrungsressource hinterlassen (Newton 2004; Siriwardena et al. 2008). Darüber hinaus verstärken vereinfachte Fruchtfolgen sowie der vermehrte Anbau von Wintergetreide und dicht schließenden Zwischenfrüchten den Verlust an Strukturvielfalt zu lasten nahrungsreicher Kulturen wie etwa Brachen oder Getreide-Stoppelfeldern (Atkinson et al. 2002; Moorcroft et al. 2002; Benton et al. 2003; Fuller et al. 2004; Newton 2004). Auch im Grünland reduzieren Drainage,

Düngung, zunehmende Silage und erhöhter Viehbesatz Strukturvielfalt und Nahrungsressourcen (Perkins et al. 2000; Vickery et al. 2001; Newton 2004).

Eine Umkehr der beschriebenen Trends wird über verschiedene Instrumente angestrebt. Gezielte Einzelfall-Maßnahmen umfassen etwa den vorgezogenen Eingriffs-Ausgleich (sog. CEF-Maßnahmen) sowie die über die 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU) geregelten Agrarumweltmaßnahmen (AUM), die viele der klassischen Vertragsnaturschutz-Programme beinhalten. Großflächige Wirkung entfalten sollte zudem das 2013 in der 1. Säule der GAP eingeführte Greening. 30 % der Direktzahlungen an konventionelle Landwirtschaftsbetriebe mit > 15 ha Fläche sind seither an Umweltleistungen geknüpft, darunter eine Diversifizierung der Fruchtfolgen und die Ausweisung von mindestens 5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche als so genannte ökologische Vorrangflächen (ÖVF; Oppermann & Luick 2013; BMEL 2015; Nitsch et al. 2017). Als ÖVF anrechenbar sind zum Beispiel selbstbegründende oder angesäte Stilllegungsflächen, unbewirtschaftete Randstreifen oder Landschaftselemente wie Hecken, Baumreihen, Feldgehölze

oder Feldraine (BMEL 2015). Zudem kann, vorbehaltlich einer Reduzierung von Pflanzenschutzmitteln und der Bewirtschaftungsintensität, der Anbau von Zwischenfrüchten, Grasuntersaaten sowie Leguminosen als ÖVF angerechnet werden.

Über die Bedeutung der über AUM förderbaren oder als ÖVF anrechenbaren Kulturtypen – insbesondere der Zwischenfrüchte und Gründüngungen – für Vögel der Agrarlandschaft außerhalb der Brutzeit liegen bislang nur wenige Studien vor, und deren Schwerpunkt liegt in Großbritannien (Übersicht bei Birrer et al. 2018). Großräumig betrachtet ist die Abundanz von Offenland-Vögeln im Winter in Regionen mit höheren Flächenanteilen an Weiden, Gründüngungen und Stoppeläckern am höchsten (Geiger et al. 2010). Auch zahlreiche Detailstudien weisen Getreidestoppeln – oft gemeinsam mit Brachen – als wichtige Winter-Nahrungshabitate insbesondere für granivore Vogelarten aus (Buckingham et al. 1999; Peach et al. 1999; Robinson & Sutherland 1999; Hancock & Wilson 2003; Hötker et al. 2004; Bellebaum 2008; Wenzel & Dalbeck 2011; Gillings et al. 2010; Kasprzykowski & Goławski 2012; Joest et al. 2016). Positive Effekte auf lokale Brutpopulationen entfalten Stoppelfelder aber erst ab einem Flächenanteil von ca. 10–20% (Gillings et al. 2005), der angesichts der Zunahme des Wintergetreide- und Zwischenfruchtanbaus in den meisten Regionen Mittel- und Westeuropas wohl bei weitem nicht (mehr) erreicht wird.

Zwischenfrüchte sind nach publizierten Erkenntnissen nur für wenige, primär insektivore Vogelarten wie den Wiesenpieper förderlich (Hötker et al. 2004), außer sie werden in einem artenreichen Gemenge ausgebracht und – entgegen der gängigen Praxis zur Vermeidung einer Verunkrautung – so frühzeitig im Herbst eingesät, dass die Samenreife vor den Winterfrösten erreicht werden kann (Joest et al. 2016). Mehrjährige Blühstreifen und Brachen hingegen werden im Herbst und Winter von besonders vielen Vogelarten genutzt (Neumann & Dierking 2013; Birrer et al. 2018). Der Anbau von im Winter samentragenden Feldfrüchten wie Raps, Quinoa, Triticale oder Hirse – viele davon als ÖVF anrechenbar – kam in England einer ganzen Reihe von Offenland-Vogelarten zugute (Stoate et al. 2003, 2004; Henderson et al. 2004). Vergleichbare Effekte entfalten in der Soester Börde Streifen oder kleinere Parzellen mit nicht gerntetem Weizen (Joest et al. 2016).

Die vorliegende Studie strebt an, die genannten Befunde auf eine (auch geografisch) breitere Basis zu stellen und mit Blick auf die aktuell laufende Ausgestaltung der nächsten EU-Agrarförderperiode die Wirkung möglicher Fördermaßnahmen besser zu verste-

hen. Dazu untersuchten wir in einem landwirtschaftlich geprägten Realteilungsgebiet Südwestdeutschlands, wie ausgewählte Feldvogelarten die verfügbaren Kulturen – darunter ÖVF-fähige sowie einzelne über gezielte AUM aufgewertete Flächen – im Spätsommer und Mittwinter nutzen. Für diese Präferenz-Analyse wird angenommen, dass besonders stark genutzte Kulturtypen eine hohe Bedeutung für die Nahrungssuche und/oder als deckungsreicher Ruheplatz haben.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Das untersuchte Offenland im Landkreis Tübingen (Baden-Württemberg, Abb. 1) ist überwiegend ackerbaulich geprägt. Grünland spielt eine untergeordnete Rolle. Vereinzelt sind Streuwiesen, kleinere Feldgehölze sowie Baum- und Heckenreihen eingestreut. Als Teiluntersuchungsgebiete wurden insgesamt 17 meist durch Hauptverkehrsstraßen eingefasste Landschaftsausschnitte definiert, die jeweils in einer Begehung erfasst werden konnten. In Teilbereichen werden seit 2014 gezielte Aufwertungs-Maßnahmen mit den Zielarten Graumammer, Rebhuhn, Kiebitz und Braunkehlchen umgesetzt, darunter die Anlage mehrjähriger Ansaatbrachen, Grünland-Extensivierungen sowie abschnittsweise die Pflege durchgewachsener (Baum-)Hecken.

Von den 17 Teilgebieten wurden sieben im Spätsommer untersucht (Abb. 1). Drei davon befinden sich in der weiten Talau des Neckarbeckens (Gehrnfeld, Sülcher Feld und Riedgraben) mit vergleichsweise hohen Grünland-Anteilen, zwei entlang des recht strukturreichen nördlichen Talrands (Streimberg und Heuberg), sowie zwei auf den stärker ausgeräumten und intensiver bewirtschafteten Muschelkalk- und Keuper-Hochflächen nördlich des Neckartals (Remmings-

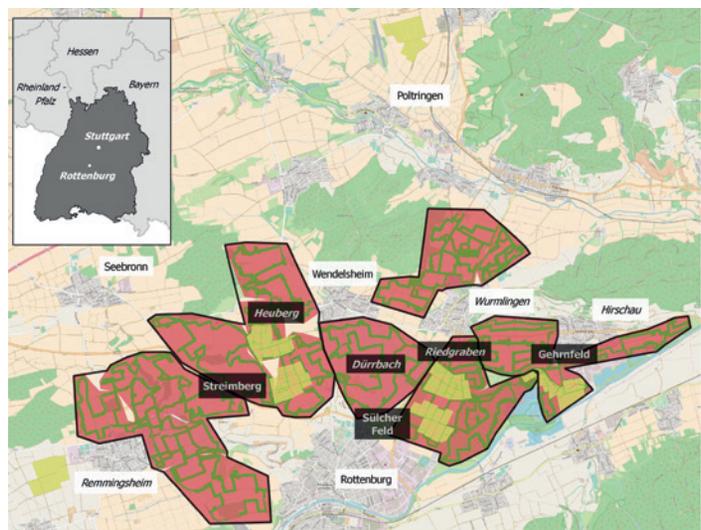


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete. Die Spätsommer-Gebiete (gelb) wurden flächendeckend erhoben, die Mittwinter-Gebiete (rot) entlang der grün hervorgehobenen Korridore (40 m Breite). Kartengrundlage: OpenStreetMap. – *Location of study sites. Late summer sites (yellow) were surveyed entirely, midwinter sites (red) along the green corridors (40 m width).* Source: OpenStreetMap.

heim und Poltringen). Im Mittwinter wurden 15 Teilgebiete untersucht, davon fünf nahezu deckungsgleich mit den entsprechenden Spätsommer-Teilgebieten. Vier der Mittwinter-Teilgebiete liegen in der Talau des Neckars und elf entlang des nördlichen Neckar-Talrands, die umliegenden Hochflächen werden kaum tangiert.

Zielarten

Die Untersuchung konzentrierte sich auf lokal häufige Vogelarten, die die jeweilige Jahreszeit primär im (Halb-)Offenland verbringen. Zu beiden Jahreszeiten erfasst wurden Feldlerche (*Alauda arvensis*), Grünfink (*Carduelis chloris*), Stieglitz (*Carduelis carduelis*), Goldammer (*Emberiza citrinella*), Grauammer (*Emberiza calandra*) und Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*). Ausschließlich im Spätsommer erfasst wurde das Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), ausschließlich im Mittwinter Rebhuhn (*Perdix perdix*), Bergpieper (*Anthus spinoletta*), Wiesenpieper (*Anthus pratensis*), Feldsperling (*Passer montanus*), Buchfink (*Fringilla coelebs*) und Bluthänfling (*Carduelis cannabina*). Außer dem Buchfink zeigen alle genannten Arten in Deutschland im Zeitraum 1990–2015 kontinuierliche und zum Teil erhebliche Bestandseinbußen (DDA 2018). Feldlerche, Braunkehlchen, Gold- und Grauammer sind zudem Teil des Artensets im Agrarland-Indikator der Biodiversitätsstrategie der Bundesregierung (BfN 2014). Die statistische Analyse beschränkte sich auf acht Vogelarten mit einer ausreichenden Anzahl an Beobachtungsdaten: Feldlerche, Stieglitz, Goldammer und Rohrammer zu beiden Jahreszeiten, Braunkehlchen und Grünfink im Spätsommer, sowie Wiesenpieper und Feldsperling im Mittwinter.

Kulturtypen

Die Analyse der Raumnutzung pro Untersuchungsgebiet basierte auf flächendeckenden Erfassungen der Kulturtypen und sonstigen Flächennutzungen, die bei jeder Wiederholungsbegehung entsprechend zwischenzeitlicher Bewirtschaftungsschritte aktualisiert wurden. Die Abgrenzung der Kulturtypen (Tab. 1, siehe Beispiele in Abb. 2) erfolgte anhand der angebauten Pflanzenarten sowie struktureller Merkmale wie der (Heterogenität in der) Wuchshöhe und -dichte, des Verbleibs von Ernteresten als möglicher Nahrungsgrundlage und der Zugänglichkeit des Bodens. Hecken als Kulissenbildner in der Offenlandschaft wurden gemäß ihrer Höhe in drei Typen eingeteilt. Im Grünland wurde primär nach der Bewirtschaftungsfrequenz differenziert, die sich unmittelbar in Wuchshöhe und -dichte niederschlägt.

Vogelerfassungen

Die Datenerhebung erfolgte bei günstiger Witterung im Spätsommer zwischen dem 16. August und dem 16. September 2016 bei 42 Begehungen (sechs Begehungen pro Teilgebiet), im Mittwinter zwischen dem 12. Januar und dem 22. Februar 2016 bei 30 Begehungen (zwei Begehungen pro Teilgebiet), wobei gelegentlich die Begehungen mehrerer Teilgebiete an einem Tag erfolgten. Von jeder Zielart wurden alle beobachteten Individuen punktgenau registriert und dem jeweiligen Kulturtyp zugeordnet. Zur Vermeidung von Doppelzählungen wurden aufliegende Vögel soweit möglich visuell verfolgt und nicht erneut gezählt sofern der Landepunkt an der weiteren Begehungsrouten lag. Im Spätsommer erfolgten je zwei Begehungen pro Teilgebiet vormittags (ab 1 h nach Sonnenaufgang), mittags (zentriert um 12 Uhr) und nachmittags (bis

1 h vor Sonnenuntergang). Die Winterbegehungen wurden angesichts der kurzen Tageslängen nicht tageszeitlich differenziert und erfolgten zwischen 1 h nach Sonnenaufgang und 1 h vor Sonnenuntergang.

Bei den Begehungen wurden dichter schließende Kulturen (z. B. Gründüngungen oder Brachen) gequert, um auch am Boden ruhende oder Nahrung suchende Vögel zuverlässig zu erfassen. Im Spätsommer wurde jeweils die Gesamtfläche der Untersuchungsgebiete engmaschig (meist < 50 m Distanz zwischen dem Routenverlauf) auf den Wegen und entlang der Bewirtschaftungsgrenzen abgeschritten und daher nahezu auf kompletter Fläche erfasst. Als Bezugsfläche für die Raumnutzungsanalysen im Winter wurde ein 40 m breiter „Sichtungskorridor“ entlang der die Untersuchungsgebiete großflächig abdeckenden Begehungsrouten gewählt, in dem ca. 90% aller Registrierungen erfolgten (vgl. Abb. 1). Dieser wurde unter Verwendung der Software QGIS (Version 2.12.1 bzw. 2.16.0) mit der für die jeweilige Begehung tagesaktuellen Strukturkarte verschnitten, wodurch sich die jeweiligen verfügbaren Flächenanteile der einzelnen Kulturtypen an der Gesamtfläche pro Begehungsrunde ergaben. Angaben zu den in den Untersuchungen berücksichtigten Flächenanteilen pro Untersuchungsgebiet und Saison finden sich in Tab. 2 und 3.

Die unterschiedlichen Begehungsrouten, die nur teilweise identischen Untersuchungsflächen und die unterschiedlichen Bearbeiter (Spätsommer: FS, Winter: BD) führen dazu, dass die Erhebungen im Spätsommer und Winter (statistisch) nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Daher erfolgen die nachfolgenden Analysen separat für die beiden Jahreszeiten.

Statistische Analyse

Zur Modellierung der Antreffwahrscheinlichkeit einer Vogelart auf den untersuchten Kulturtypen haben wir pro Saison ein generalisiertes lineares Misch-Modell (GLMM) unter Verwendung des *lme4*-Pakets (Bates et al. 2013) für die Software R (R Development Core Team 2017) berechnet. Diese Modelle sind einer binär logistischen Regression vergleichbar, erlauben aber zusätzlich die Modellierung hierarchischer Daten-Strukturen. Als binäre Antwortvariable diente die Anwesenheit (1) bzw. Abwesenheit (0) einer Vogelart pro Kulturtyp und Begehung. Dabei wurden nur solche Begehungen eines Teilgebietes berücksichtigt, bei denen die jeweilige Vogelart im Gebiet mindestens einmal festgestellt wurde und damit die vorhandenen Kulturen auch tatsächlich nutzen konnte. Daraus ergeben sich Unterschiede zwischen den Arten in der zugrundeliegenden Stichprobengröße (= Anzahl festgestellter An- und Abwesenheiten) sowie in der Anzahl Kulturtypen, die verglichen werden können.

Als primärer Prädiktor dienten die zum Zeitpunkt der Kartierung vorhandenen Kulturtypen (vgl. Tab. 1). Da die Anwesenheit einer Vogelart von weiteren Faktoren beeinflusst werden kann, wurden folgende Kovariaten in die Modelle integriert: Die \log_e -transformierte Flächenausdehnung der jeweiligen Kultur (auf größeren Flächen ist die Antreffwahrscheinlichkeit höher), der Begehungstermin (zur Berücksichtigung saisonaler Verschiebungen), die Gesamtzahl beobachteter Individuen einer Art bei der jeweiligen Begehung (je geringer die Gesamt-Individuenzahl im Teilgebiet, umso geringer auch die Wahrscheinlichkeit, die Art in einer Kultur anzutreffen), und für den Spätsommer zusätzlich die Tageszeit der Begehung. Aufgrund wiederholter Begehungen der Teilgebiete ergibt sich eine hierarchische Datenstruktur,

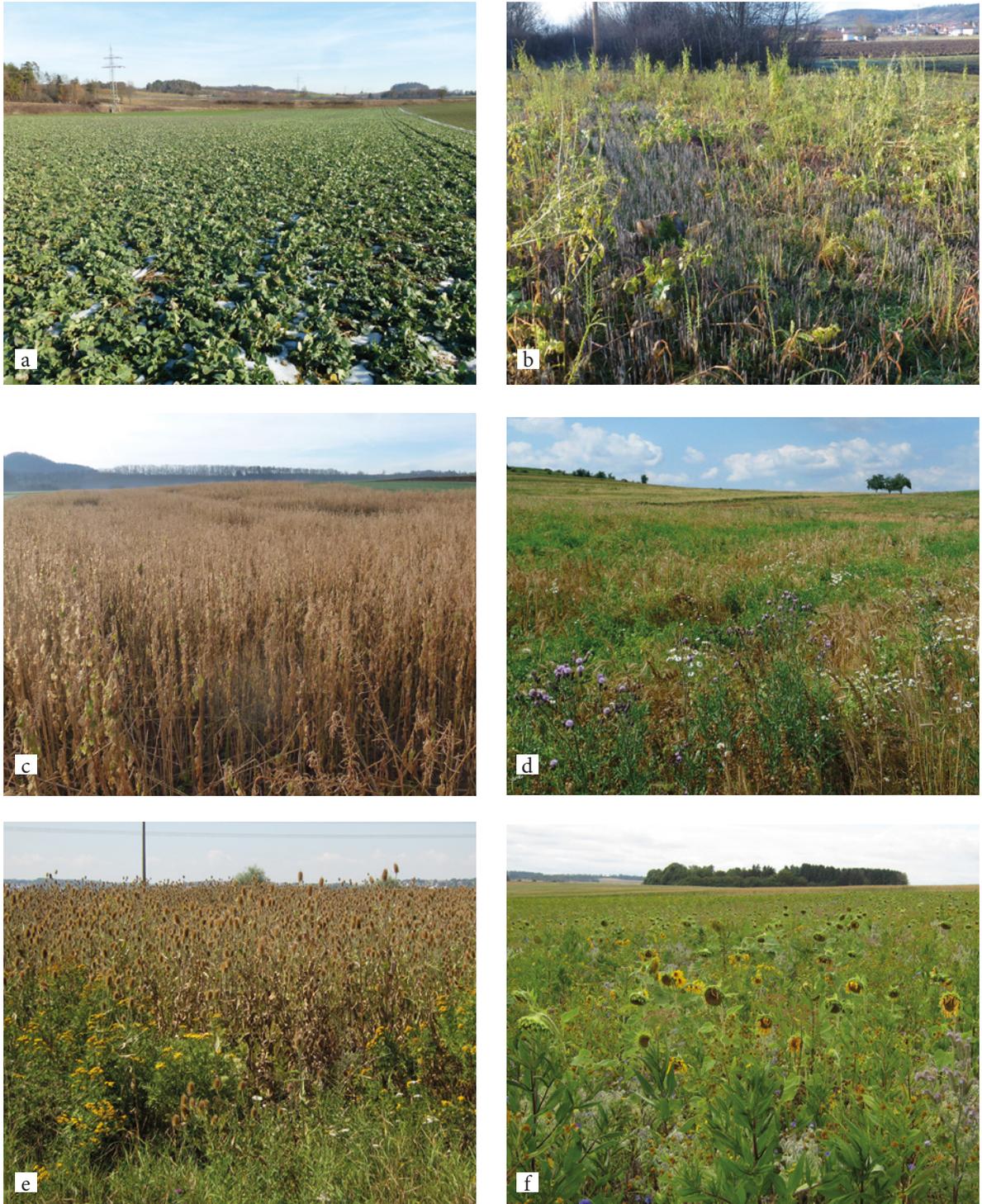


Abb. 2: Beispiele untersuchter Kulturen: (a) Winterraps (25.01.), (b) Stoppelfeld mit strukturreicher Direktsaat einer artenreichen Zwischenfrucht (u. a. Rübe, Senf, Phazelie, Ehrenpreis, 14.01.), (c) dichte, hochwüchsige Senf-Gründung (06.02.), (d) Getreide: Erbse-Triticale-Gemenge im Bio-Anbau (16.08.), (e) mehrjährige Ansaatbrache (05.09.), und (f) einjährige Ansaatbrache (05.09.). Aufnahmen 2016, B. Dellwisch (a - c) und F. Schmid (d - f). – *Representative examples of the studied culture types: (a) Rapeseed (25 Jan), (b) stubbles with species-rich green manure (14 Jan), (c) dense monoculture of mustard green manure (06 Feb), (d) legume-triticale-mix in organic cultivation (16 Aug), (e) seeded perennial fallow (15 Sep), and (f) seeded single-year fallow (05 Sep). Images taken in 2016, B. Dellwisch (a-c) and F. Schmid (d-f).*

Tab. 1: Charakterisierung der erfassten Kulturtypen. Gesondert markiert sind die pro Saison (S = Spätsommer, W = Mittwinter) vorhandenen Kulturtypen (•) sowie Kulturen, die als Ökologische Vorrangflächen (ÖVF) angerechnet werden können (✓). – *Characterisation of investigated culture types, indicating the presence of each culture in the surveyed late summer (S) and midwinter (W) plots (•). Cultures acceptable as ecological focus areas (EFA) according to current EU greening regulations are marked (✓).*

Kulturtyp – Culture type	ÖVF – EFA	S	W	Definition und Charakterisierung – Definition and characterisation
Schilf und Grünland – Reed and pasture				
Schilf – Reed	-	•	•	Dichter, > 2 m hoher Schilfbewuchs.
Wiese – Meadow	-	•	•	Ein- bis mehrschürige Mähwiese, aktuelle Wuchshöhe < 15 cm.
Altgras – Fallow grassland	✓**	•	•	(Alt-)Grasbestände ohne Mahd in der vergangenen Saison, beinhalten auch mehrjährige Wiesenbrachen.
Ackerland – Arable land				
Schwarz-o – Tilled field w/o plant remains	-	•	•	Frisch bodenbearbeitete Felder („Schwarzacker“), weitestgehend ohne Pflanzenreste (daher „schwarz-ohne“).
Schwarz-m – Tilled field with plant remains	-	•	•	Wie Schwarz-o, jedoch mit Pflanzenresten (daher „schwarz-mit“), z. T. von Zwischenfrüchten.
Getreide – Cereals	-	•	-	Noch nicht geerntetes Getreide, primär einzelne Erbse-Triticale-Gemenge im Bio-Anbau.
Kohl / Raps – Kale / Rapeseed	✓*	-	•	Nicht näher differenzierter Brassica-Anbau (Kohl + Raps) in geringer Wuchshöhe und hoher Vegetationsdeckung.
Soja – Soy bean	-	•	-	Soja kurz vor der Ernte.
Klee gras – Grass-clover mix	✓	•	•	Klee gras- bzw. Klee-Luzerne-Gemenge.
Mais – Maize	-	•	-	Dichter und hoher Maisbewuchs kurz vor der Ernte.
WiG-ohne – Winter cereals	-	-	•	Auflaufendes Wintergetreide („WiG“), weitestgehend ohne sichtbare Pflanzenreste oder Ernterückstände.
WiG-mit – Winter cereals with plant remains	-	-	•	Wie WiG-ohne, jedoch mit sichtbaren Pflanzenresten (v. a. von Mais).
Gründüngungen (GrüD), Stoppelfelder, Brachen – Green manures, stubbles and fallows				
GrüD-hoch – Green manure / catch crops (high)	✓*	-	•	Zwischenfrucht als Gründüngung (Einzelart oder Gemenge) mit Ø Wuchshöhe > 80 cm, Ø Pflanzen-Abstand < 30 cm. Vielfach Senf in Monokultur.
GrüD-niedrig – Green manure / catch crops (low)	✓*	-	•	Wie GrüD-hoch, jedoch Ø Wuchshöhe < 80 cm. Vielfach Mehrartgemische mit <i>Phacelia</i> .
Stoppel-ohne – Stubbles w/o green manure	-	•	•	Stoppeln (Getreide oder Mais), z. T. mit aufkeimenden Gräsern und Ernteresten, im Winter nur Mais-Stoppelfelder.
Stoppel-mit – Stubbles with green manure	✓	•	•	Getreide-Stoppeln auf denen im Direktsaatverfahren Gründüngung als Gemenge eingesät wurden; z. T. sehr lückig mit Pflanzen-Abstand > 30 cm.
Brache – Fallow land	✓**	•	•	Ein- oder mehrjährige Ansaatbrache; z. T. stark Karden-dominiert, hohe Wuchsdichte.
Hecken – Hedgerows				
Nieder – Hedge low-rise	✓	•	•	Niederhecke mit < 2 m Wuchshöhe.
Mittel – Hedge medium-rise	✓	•	•	Mittelhecke / Baumreihe mit 2 – 4 m Wuchshöhe.
Hoch – Hedge high	✓	•	•	Hochhecke / Baumreihe mit > 4 m Wuchshöhe.

* Nur in Mischkultur ÖVF-fähig. ** Lediglich ein- oder überjährige (Ansaat-)Brachen ÖVF-fähig.

Tab. 2: Flächenausdehnung der untersuchten Kulturtypen (vgl. Tab. 1) im Spätsommer. – *Spatial coverage of culture types (cf. Tab. 1) per study site surveyed in late summer. Culture types are defined in Table 1.*

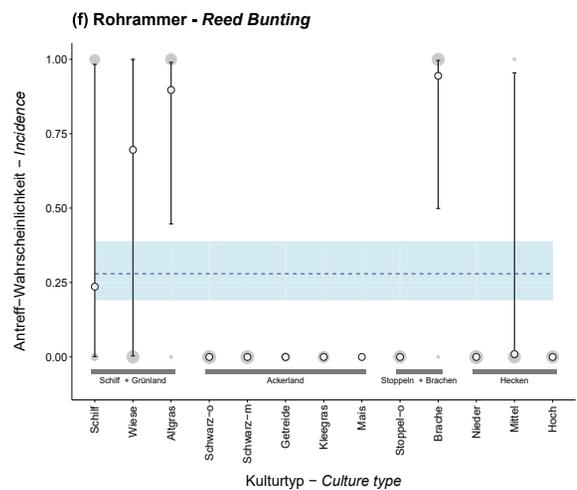
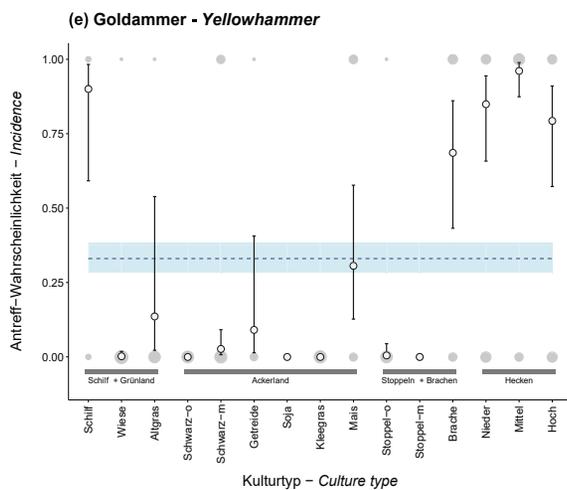
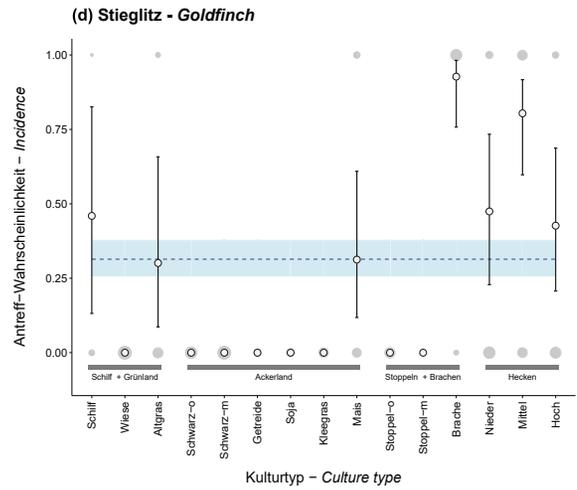
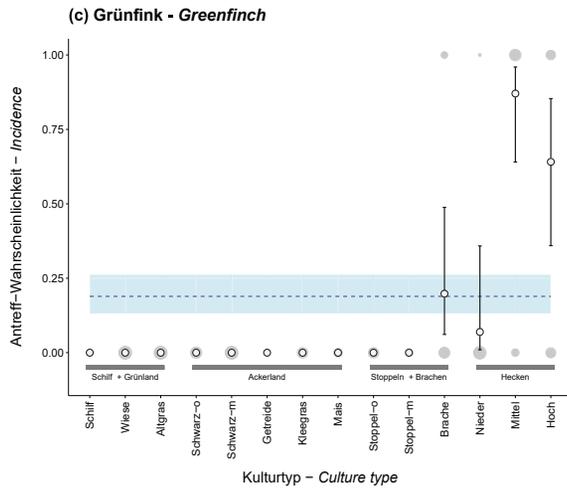
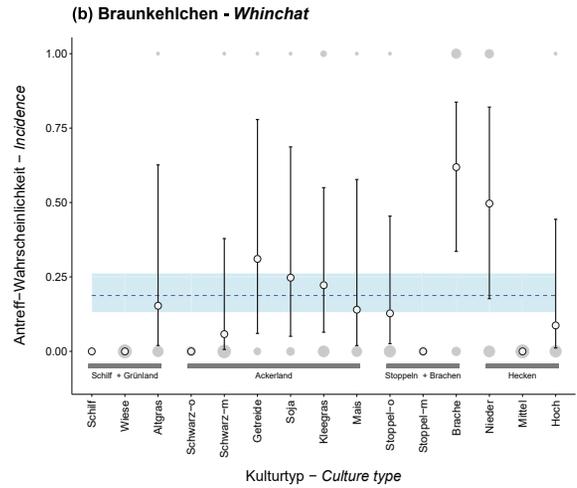
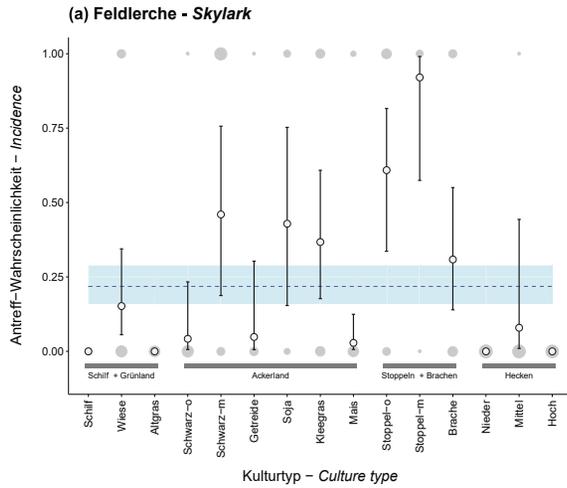
Kulturtyp – culture type	Gebiete – study sites (ha)							Gesamt – total	
	Gehrnfeld	Heuberg	Poltringen	Remmingsh.	Riedgraben	Streimberg	Sülcher Feld	ha	%
Schilf	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1
Wiese	17,8	7,3	0,5	-	5,9	12,6	2,5	46,5	17,2
Altgras	< 0,1	0,1	-	-	0,9	0,1	-	1,1	0,4
Schwarz-o	0,1	2,2	1,8	3,9	< 0,1	1,3	1,7	10,9	4,0
Schwarz-m	11,1	8,2	18,3	12,3	18,1	4,3	19,0	91,3	33,8
Getreide	-	4,2	7,7	3,8	0,5	-	-	16,3	6,0
Soja	-	1,2	3,3	-	-	-	-	4,5	1,7
Kleegras	-	4,5	-	3,4	5,0	4,4	0,8	18,1	6,7
Mais	2,1	6,5	6,2	8,0	-	-	7,5	30,3	11,2
Stoppel-o	2,1	2,5	2,4	2,9	4,6	4,2	7,7	26,4	9,8
Stoppel-m	-	1,6	-	-	-	1,4	-	3,0	1,1
Brache	0,4	-	4,6	-	1,3	5,1	0,4	11,8	4,4
Niederhecke	2,3	0,1	0,0	-	0,1	0,5	0,5	3,5	1,3
Mittelhecke	1,5	0,2	0,1	-	0,1	1,4	0,2	3,4	1,3
Hochhecke	0,3	0,5	0,2	0,1	0,3	1,3	-	2,7	1,0
Gesamt – total (ha)	37,8	38,9	45,1	34,4	36,8	36,7	40,2	269,9	

Tab. 3: Flächenausdehnung der untersuchten Kulturtypen (vgl. Tab. 1) innerhalb der bearbeiteten Begehungskorridore im Mittwinter. Zur einfacheren Übersicht sind hier benachbarte Teilgebiete (vgl. Abb. 1) zusammengefasst. – *Spatial coverage of culture types (cf. Tab. 1) within the surveyed transect corridors in midwinter. Directly neighbouring study sites (cf. Fig. 1) are here combined. Culture types are defined in Table 1.*

Kulturtyp – culture type	Gebiete – study sites						Gesamt – total	
	Dürrbach	Heuberg	Hirschau	Remmingsh.	Riedgraben	Wurmlingen	ha	%
Schilf	-	-	-	-	0,3	-	0,3	0,1
Wiese	7,4	27,3	6,8	20,9	24,3	5,6	92,3	22,7
Altgras	0,1	1,0	0,1	0,5	0,6	0,2	2,6	0,6
Schwarz-o	0,7	2,3	0,6	2,1	0,5	0,3	6,4	1,6
Schwarz-m	4,7	14,0	25,1	16,7	5,4	6,3	72,1	17,7
Kohl/Raps	1,0	3,5	< 0,1	5,7	-	0,5	10,7	2,6
Kleegras	5,0	5,9	2,4	4,7	7,1	5,7	30,8	7,6
WiG-ohne	0,9	2,2	0,6	4,9	1,7	1,5	11,9	2,9
WiG-mit	13,4	23,3	7,3	20,7	17,3	19,7	101,8	25,0
GrüD-nied.	-	0,9	5,4	3,0	0,6	2,7	12,6	3,1
GrüD-hoch	-	1,2	7,6	4,8	1,1	-	14,7	3,6
Stoppel-o	0,4	3,6	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	1,2
Stoppel-m	-	7,2	2,9	0,7	0,1	8,4	19,4	4,8
Brache	< 0,1	-	0,3	-	2,1	0,2	2,6	0,6
Niederhecke	< 0,1	0,8	1,6	0,3	0,9	0,6	4,1	1,0
Mittelhecke	1,5	2,5	1,5	4,6	0,6	1,7	12,3	3,0
Hochhecke	1,1	1,9	0,9	1,9	0,7	1,0	7,5	1,8
Gesamt – total (ha)	36,3	97,7	63,1	91,6	63,8	54,5	406,9	

Tab. 4: Ergebnisse der statistischen Analyse zur Vorhersage von Antreffwahrscheinlichkeiten der untersuchten Vogelarten. Als erklärende Variablen wurden die Kulturtypen, deren Flächengröße, die festgestellte Individuenzahl der betrachteten Vogelart, sowie im Mittwinter der Begehungstermin berücksichtigt. Die Rohdaten-Stichprobengröße (N) ist die Summe an Kulturtyp-bezogenen An- und Abwesenheiten einer Vogelart über alle Teilgebiete hinweg für alle Begehungen, bei denen die Vogelart im Teilgebiet festgestellt wurde. – *Results of statistical analyses (GLMM) predicting bird incidences based on culture types, culture area, the number of recorded individuals of a given species, and in mid-winter the survey date. Raw sample sizes (N) are the sum of presence or absence records per species and culture type across all study sites and replicate surveys in which the respective species was recorded at least once.*

Vogelart - Species	Prädiktorvariable - Predictor	chi ²	df	P	McFadden pseudo R ²	N
(a) Spätsommer - Late summer						
Feldlerche - Skylark	Kulturtyp – culture type	55.0	14	< 0.001	0.49	327
	Flächengröße - area	13.7	1	< 0.001		
	Gesamt-Individuenzahl – total individual number	5.5	1	0.019		
Braunkehlchen - Whinchat	Kulturtyp	14.9	14	0.379	0.27	138
	Flächengröße	0.1	1	0.741		
	Gesamt-Individuenzahl	1.7	1	0.197		
Grünfink - Greenfinch	Kulturtyp	16.7	13	0.211	0.60	147
	Flächengröße	3.8	1	0.050		
	Gesamt-Individuenzahl	0.5	1	0.488		
Stieglitz - Goldfinch	Kulturtyp	24.8	14	0.037	0.52	233
	Flächengröße	10.1	1	0.002		
	Gesamt-Individuenzahl	12.2	1	< 0.001		
Goldammer - Yellowhammer	Kulturtyp	62.8	14	< 0.001	0.47	326
	Flächengröße	29.3	1	< 0.001		
	Gesamt-Individuenzahl	18.7	1	< 0.001		
Rohrammer - Reed Bunting	Kulturtyp	12.1	12	0.438	0.68	75
	Flächengröße	0.5	1	0.459		
	Gesamt-Individuenzahl	1.5	1	0.219		
(b) Mittwinter - mid winter						
Feldlerche - Skylark	Kulturtyp	45.8	16	< 0.001	0.41	294
	Flächengröße	34.9	1	< 0.001		
	Gesamt-Individuenzahl	9.4	1	0.002		
	Begehungsrunde - survey	8.2	1	0.004		
Wiesenpieper - Meadow Pipit	Kulturtyp	21.9	16	0.146	0.26	200
	Flächengröße	4.6	1	0.033		
	Gesamt-Individuenzahl	7.5	1	0.006		
	Begehungsrunde	0.6	1	0.451		
Feldsperling - Tree Sparrow	Kulturtyp	51.6	16	< 0.001	0.46	288
	Flächengröße	15.9	1	< 0.001		
	Gesamt-Individuenzahl	27.6	1	< 0.001		
	Begehungsrunde	1.4	1	0.232		
Stieglitz - Goldfinch	Kulturtyp	12.8	16	0.686	0.54	122
	Flächengröße	8.4	1	0.004		
	Gesamt-Individuenzahl	2.5	1	0.115		
	Begehungsrunde	4.1	1	0.043		
Goldammer - Yellowhammer	Kulturtyp	229.5	16	< 0.001	0.41	351
	Flächengröße	67.4	1	< 0.001		
	Gesamt-Individuenzahl	9.1	1	0.003		
	Begehungsrunde	0.0	1	0.912		
Rohrammer - Reed Bunting	Kulturtyp	40.0	16	0.001	0.39	128
	Flächengröße	3.6	1	0.056		
	Gesamt-Individuenzahl	0.7	1	0.400		
	Begehungsrunde	1.5	1	0.225		



die zur Vermeidung von Pseudoreplikation durch die Integration der Gebiets- sowie Begehungsnummer als zufällige Faktoren (sog. *random intercept factors*) berücksichtigt wurde. Die aus einer einzelnen Begehung resultierenden An- und Abwesenheiten pro Kultur bilden eine allgemeine Habitatwahl zuverlässiger ab, wenn sie auf einer größeren Anzahl unabhängiger Registrierungen einer Art basieren. Daher haben wir die Anzahl Registrierungen pro Vogelart als Gewichtung in die Analyse integriert, die Anzahl pro Registrierung beobachteter Individuen wurde dabei nicht berücksichtigt.

Kovariaten, die unter Verwendung des Akaike Informations-Kriteriums (AIC) keinen relevanten Beitrag zur Modellgüte leisteten ($\Delta AIC > 2$), wurden schrittweise entfernt. Dies betraf im Spätsommer die Tageszeit und den Begehungstermin, im Mittwinter dagegen keine Kovariate. 95 % Kreditibilitätsintervalle für die ermittelten Antreffwahrscheinlichkeiten wurden aus jeweils 5.000 Modell-Simulationen unter Verwendung des *arm*-Pakets (Gelman & Hill 2007) gemäß dem in Korner-Nievergelt et al. (2015) beschriebenen Prozedere extrahiert.

Ergebnisse

Insgesamt wurden im Spätsommer 1.954 Individuen der sechs analysierten Arten registriert, im Mittwinter 2.845 Individuen. Die durch das Modell vorhergesagte Antreffwahrscheinlichkeit stieg bei der Mehrzahl der Arten – erwartungsgemäß – sowohl mit der Anzahl der bei einer Begehung im Teilgebiet registrierten Individuen als auch mit der verfügbaren Flächengröße einer gegebenen Kultur (Tab. 4). Dies untermauert die Notwendigkeit, beide Kovariaten bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen den Kulturtypen zu berücksichtigen. Zwischen den sukzessiven Begehungen der Teilgebiete gab es dagegen – von wenigen Ausnahmen abgesehen (Tab. 4) – nur minimale Unterschiede in den Antreffwahrscheinlichkeiten.

Zu beiden Jahreszeiten bestanden für die Mehrzahl der betrachteten Vogelarten signifikante Unterschiede in der Verteilung der Individuen über die Kulturtypen (Tab. 4). Lediglich bei Vogelarten mit ≤ 25 Registrierungen in einer Saison (Braunkehlchen, Grünfink und

Rohrhammer im Spätsommer, Wiesenpieper und Stieglitz im Mittwinter) erreichten die Befunde keine statistische Signifikanz.

Präferenzen und Meidungen im Spätsommer

Feldlerchen (Abb. 3a, 90 Registrierungen mit 628 Individuen) mieden tendenziell sowohl Grünländer als auch Hecken. Im Ackerland wurden Mais, stehendes Getreide und kahle Schwarzäcker unterproportional genutzt, dagegen Schwarzäcker mit Pflanzenresten, Soja, Klee-gras und mehrjährige Brachen tendenziell überproportional. Eine Präferenz zeigte sich für Stoppelfelder, besonders wenn diese mit der Direktsaat einer Gründung gekoppelt waren.

Braunkehlchen (Abb. 3b, 20 Registrierungen mit 64 Individuen) nutzten – vorbehaltlich der geringen Stichprobengröße bei dieser Art – die meisten Kulturtypen gemäß ihrer flächenmäßigen Verfügbarkeit. Keine Registrierungen erfolgten auf Schilf, bewirtschafteten Wiesen, kahlen Schwarzäckern und Mittelhecken. Überproportionale Nutzungen deuten sich für ein- und mehrjährige Brachen sowie Niederhecken an.

Grünfinken (Abb. 3c, 22 Registrierungen mit 98 Individuen) wurden ausschließlich auf mehrjährigen Brachen sowie in Hecken festgestellt. Überproportional viele Registrierungen auf den höher aufwachsenden Mittel- und Hochhecken weisen – vorbehaltlich der auch hier geringen Stichprobengröße – auf eine Präferenz dieser Strukturen hin.

Stieglitze (Abb. 3d, 50 Registrierungen mit 788 Individuen) nutzten ein breiteres Spektrum an Kulturen. Neben den Hecken als Ruheplatz spielten die mehrjährigen Brachen eine überdurchschnittliche Rolle als Nahrungshabitat. Gemäß deren flächenmäßigem Angebot genutzt wurden vergleichsweise hoch aufragende Kulturen: Schilf, Mais und Altgras. Auf bewirtschafteten Wiesen und sonstigen Äckern wurden im Rahmen der Begehungen keine Stieglitze festgestellt.

Goldammern (Abb. 3e, 90 Registrierungen mit 315 Individuen) zeigten eine Präferenz für Vertikalstruk-

Abb. 3: Antreffwahrscheinlichkeiten der untersuchten Vogelarten im Spätsommer. Dargestellt sind die vorhergesagten Antreffwahrscheinlichkeiten ($\pm 95\%$ Kreditibilitätsintervallen KI) pro Kulturtyp, skaliert auf die mittleren Kulturtypen-Flächengrößen und Individuenzahlen. Die gestrichelten horizontalen Linien (mit blau schattiertem 95% KI) zeigen die erwartete Verteilung, wenn die Vogelarten die verfügbaren Kulturen „zufällig“ gemäß deren flächenmäßigem Angebot nutzen würden. Entsprechend sind Antreffwahrscheinlichkeiten unterhalb (bzw. oberhalb) dieses Bereichs als statistisch signifikante Meidungen (bzw. Präferenzen) einer Kultur interpretierbar, wenn sich die jeweiligen Vertrauensbereiche nicht überschneiden. Die Größe der grauen Punkte bei $y = 1$ (bzw. 0) zeigt die Rohdaten-Frequenzen. Die Kulturtypen sind in Tab. 1 erläutert. – *Incidence of bird species across the investigated culture types during late summer. Graphs show model-predicted incidences and their 95 % credible interval (CrI) per culture type scaled to mean patch size and mean total individual number per survey. Dashed horizontal lines (with blue 95 % CrI) show expected incidences assuming that birds used all cultures “randomly” according to their spatial availability. Hence, incidences below (above) that area can be interpreted as statistically significant avoidance (preference) of the given culture when the respective confidence intervals do not overlap. Grey dot sizes at $y = 1$ (and 0) illustrate raw frequencies of surveys during which a given species was (not) recorded on a given culture. For description of culture types, see Table 1.*

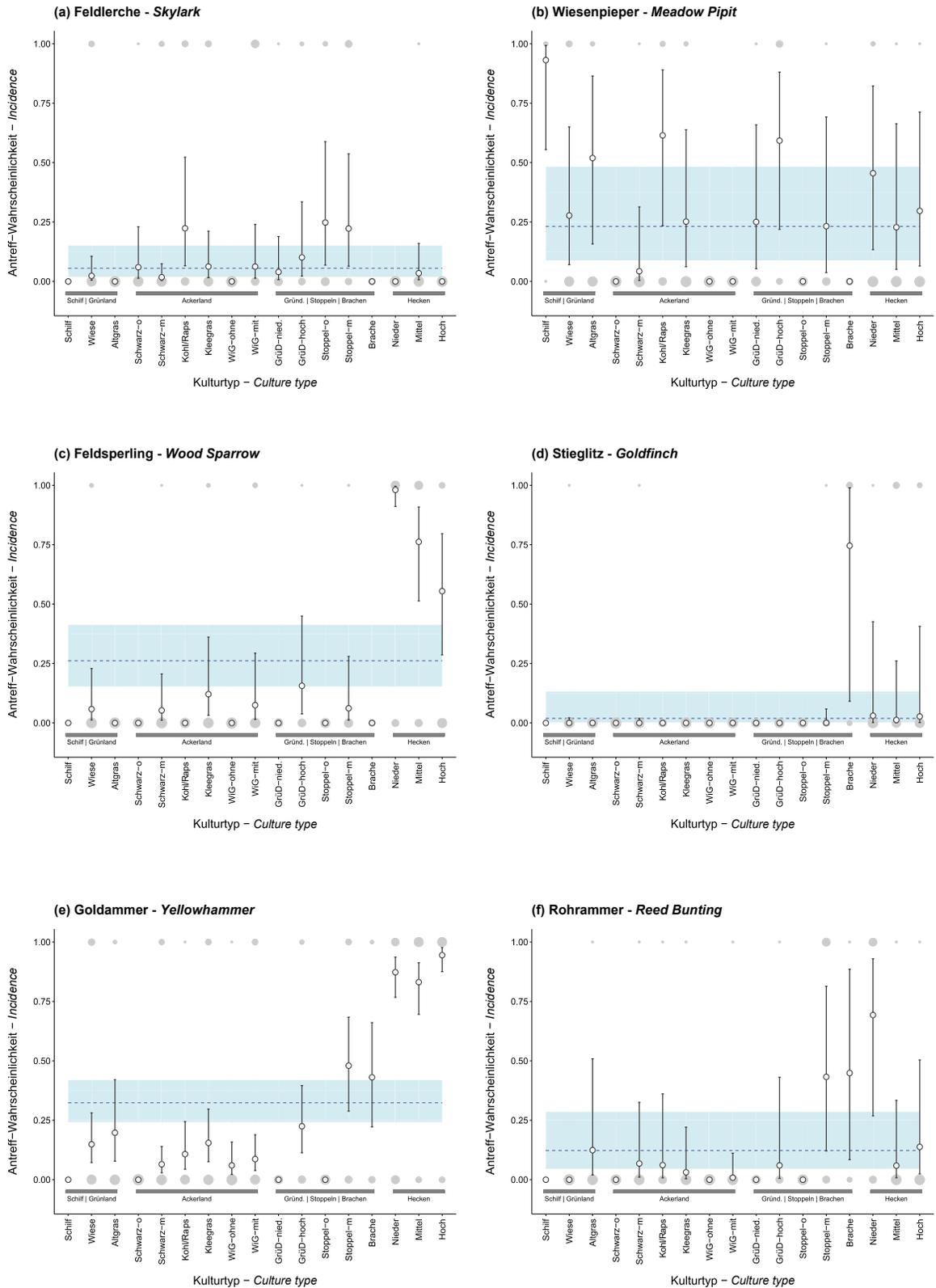


Abb. 4: Antreffwahrscheinlichkeiten der untersuchten Vogelarten im Mittwinter. Zur Darstellung siehe Abb. 3. – Incidences of bird species across the investigated culture types during midwinter. See Fig. 3 for details.

turen: Schilf, ein- und mehrjährige Brachen sowie jegliche Heckentypen wurden überproportional genutzt, Altgras, stehendes Getreide und Mais gemäß Verfügbarkeit. Alle niedriger aufwachsenden Kulturen wurden nur in Ausnahmefällen und damit deutlich unterproportional aufgesucht.

Rohrhammern (Abb. 3f, 17 Registrierungen mit 61 Individuen) deuteten – bei kleiner Stichprobe – eine Vorliebe für mehrjährige Brachen und Altgrasbestände an. Schilf (wo vorhanden), bewirtschaftete Wiesen und Mittelhecken wurden gemäß ihrem flächenmäßigen Angebot genutzt, auf aktuell bewirtschafteten Kulturen erfolgten keine Beobachtungen.

Präferenzen und Meidungen im Mittwinter

Feldlerchen (Abb. 4a, 51 Registrierungen mit 731 Individuen) zeigten – wie schon im Spätsommer – eine Meidung von Grünländern und Hecken. Eine überproportionale Nutzung zeigte sich für Stoppeläcker und Raps- und Kohlfelder. Alle weiteren Kulturen wurden in etwa flächenproportional aufgesucht.

Wiesenpieper (Abb. 4b, 25 Registrierungen mit 209 Individuen) waren in nahezu allen Kulturen ohne ausgeprägte Differenzierung – möglicherweise bedingt durch die geringe Stichprobe – anzutreffen. Sie nutzten sowohl die diversen Heckentypen als Ruheplatz als auch verschiedene dichter schließende Kulturen zur Nahrungssuche, sofern eine ausreichende Bodenzugänglichkeit gegeben war. Gemieden wurden nahezu kahle bzw. frisch mit Wintergetreide bestückte und damit deckungsarme Äcker, Stoppeläcker ohne Gründüngung sowie dicht schließende Brachen.

Feldsperlinge (Abb. 4c, 40 Registrierungen mit 718 Individuen) präferierten Hecken, hier insbesondere Niederhecken. Vereinzelt genutzt wurden dichter schließende bzw. höher aufwachsende Kulturen.

Stieglitze (Abb. 4d, 12 Registrierungen mit 42 Individuen) deuteten – unter dem Vorbehalt der kleinen Stichprobe – eine Vorliebe für nahrungsreiche, mehrjährige Brachen an. Daneben wurde die Art lediglich in den verschiedenen Heckentypen registriert.

Goldammern (Abb. 4e, 93 Registrierungen mit 1.058 Individuen) bestätigten ihre Präferenz für Hecken und wurden deutlich stärker als im Spätsommer auch in mehrjährigen Brachen sowie Stoppelfeldern mit Direktsaat registriert. Dichter schließende Kulturen wie Klee gras, hohe Gründüngungen oder Altgras wurden etwa flächenproportional genutzt, frisch angebaute Ackerkulturen sowie kahle Äcker dagegen gemieden.

Rohrhammern (Abb. 4f, 20 Registrierungen mit 87 Individuen) verlagerten ihre Raumnutzung gegenüber dem Spätsommer hin zu dicht schließenden Gründüngungen, mehrjährigen Brachen und insbesondere Niederhecken. Deckungsarme Kulturen wurden tendenziell gemieden.

Diskussion

Die Nutzung von landwirtschaftlichen Kulturen außerhalb der Brutzeit unterliegt nach den hier vorgelegten Befunden erheblicher Variation, sowohl zwischen den untersuchten Feldvogelarten als auch saisonal innerhalb einzelner Arten. Basierend auf der Annahme, dass Antreffwahrscheinlichkeiten ein gutes Abbild der Funktion einer Kultur als Nahrungs- und/oder Ruhehabitat darstellen, illustrieren unsere Befunde zudem artübergreifend deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen – teilweise als Biodiversitätsfördermaßnahmen eingesetzten – Kulturen in ihrer Habitategnung. Diese werden nachfolgend für die einzelnen Kulturkategorien näher beleuchtet.

Hecken wurden von fast allen untersuchten Arten wiederholt als Aufenthaltsort genutzt – zum Teil mit ausgesprochener Bevorzugung (Feldsperling, Goldammer, partiell Grünfink, Braunkehlchen, Rohrhammer und Stieglitz). Eine Ausnahme bildete die Feldlerche, die als strikter Offenlandbewohner für eine generelle Meidung von Hecken bekannt ist (vgl. Robinson & Sutherland 1999). Bedeutung erlangen Hecken für die untersuchten Vogelarten insbesondere als Ruheplatz (auch nach Störungen an den Nahrungsplätzen) und Schlafplatz (Hinsley & Bellamy 2000; Robinson & Sutherland 1999). Entsprechend erfolgt die Nahrungssuche zwar meist außerhalb der Hecken, dann aber bevorzugt in deren Nähe (Henderson et al. 2004; Robinson & Sutherland 1999). Relevant für eine qualitative Bewertung der untersuchten Hecken – und damit auch für deren potenzielle Wirksamkeit als AUM oder ÖVF – ist jedoch ihre Binnendifferenzierung: Zu beiden Jahreszeiten wurden die höchsten Antreffwahrscheinlichkeiten in frisch gepflegten Niederhecken erreicht, die i. d. R. im Verlauf der zurückliegenden zwei bis drei Jahre in ca. 20 – 50 cm Höhe über dem Boden auf den Stock gesetzt worden waren. Besonders ausgeprägt war diese Präferenz bei Feldsperling, Rohrhammer (im Winter) und Braunkehlchen. Goldammern zeigten sich indifferent, während Stieglitz und Grünfink zu den 2 - 4 m hohen Mittelhecken tendierten, deren letzte Pflege ca. drei bis sieben Jahre zurückliegt (vgl. Henderson et al. 2004). Auffallend ist zudem, dass Wiesenpieper Niederhecken gelegentlich zur Nahrungssuche am Boden, Mittel- und Hochhecken dagegen gerne als Ansitz- bzw. Ruheplatz nutzten.

Stoppelfelder wurden zumindest zu einer der beiden Jahreszeiten (meist im Mittwinter) mit mindestens flächenproportionalen Antreffwahrscheinlichkeiten genutzt, eine durchgehende Meidung zeigte lediglich der Stieglitz. Während die generelle Bedeutung von Getreide- bzw. Maisstoppelfeldern insbesondere für granivore Arten bereits gezeigt wurde (Wilson et al. 1996; Orłowski 2006; Gillings et al. 2010; Joest et al. 2016; Birrer et al. 2018), ist in der vorliegenden Studie die Differenzierung zwischen verschiedenen Stoppelfeld-

typen relevant. Demnach steigert die Direktsaat einer Gründüngung während des Mähdruschs die Attraktivität von Getreidestoppeln deutlich. Sowohl insektivore (Wiesenpieper, vgl. Hötker et al. 2004) als auch granivore Arten (Feldsperling, Goldammer, Rohrammer, vgl. Moorcroft et al. 2002) waren auf solchen Feldern – trotz ihrer dort erschwerten Auffindbarkeit – insbesondere im Mittwinter zuverlässiger anzutreffen als auf Stoppelfeldern ohne Zwischenfrucht. Die aufkommenden Gründüngungen bieten nicht nur Deckung während der Nahrungssuche, sondern können eine alternative Nahrungsquelle darstellen, sofern sie vor dem Umbruch die Samenreife erreichen. Sinnvoll gewählte Zwischenfrüchte – etwa eine Kombination aus Brassicaceen und Getreide – könnten damit als gezielte Fördermaßnahmen Nahrungsempässen im Mittwinter vorbeugen (Chamberlain & Crick 1999; Donald et al. 2001; Moorcroft et al. 2002; Stoate et al. 2003, 2004; Henderson et al. 2004; Robinson et al. 2004; Geiger et al. 2014; Siriwardena et al. 2008). Unter den granivoren Arten zeigte lediglich die Feldlerche eine undifferenziert hohe Nutzung der beiden Kulturen. Für diese Art wurde in der Westschweiz eine Präferenz für Mais- gegenüber Getreidestoppel nachgewiesen (Birrer et al. 2018, vgl. aber Donald et al. 2001; Geiger et al. 2014), eine entsprechende Differenzierung lassen unsere Daten nicht zu. Braunkehlchen zogen während des Herbstzuges die reinen Stoppelfelder den Flächen mit einer Zwischenfrucht-Direktsaat vor, möglicherweise aufgrund der dort besseren Übersicht und Zugänglichkeit ihrer primär animalischen Nahrung am Boden.

Auf Flächen mit reinem Anbau von Zwischenfrüchten und Gründüngungen zeigte im Winter lediglich der Wiesenpieper eine überproportionale Nutzung, während alle anderen Arten diese Flächen mieden oder gemäß Flächenangebot nutzten. Es fällt auf, dass hoch aufgewachsene Zwischenfrüchte über alle Arten hinweg etwas stärker genutzt wurden als (noch) niedrigwüchsige Zwischenfrüchte – und das obwohl die Detektierbarkeit nahrungssuchender Vögel in den höher und dichter schließenden Kulturen trotz unserer gezielten Kontrollen als geringer einzuschätzen ist. Wir vermuten, dass hier einerseits die bessere Deckung während der Nahrungssuche oder in Ruhephasen eine Rolle spielt, andererseits höher aufwachsende Zwischenfrüchte vereinzelt bereits samentragend sein dürften und damit eine direkte Nahrungsressource darstellen können. In vergleichbaren Studien erreichten die heute bevorzugt angebauten Zwischenfrüchte (meist Ackersenf) keine hohe Wertigkeit für Feldvögel, mit Feldlerche und Wiesenpieper als typische Ausnahmen (Joest et al. 2016; Birrer et al. 2018). Wichtiges Hemmnis für eine höhere Wertigkeit dieser Kulturen ist sicherlich ihr aus ackerbaulicher Sicht notwendig erachteter Umbruch vor Beginn der Samenreife.

Brachen entfalteten Wirkung insbesondere für Körnerfresser, die hier außerhalb der Brutzeit geeignete

Nahrungsressourcen finden und sich dann teilweise in größeren Trupps versammeln. Stieglitz, Goldammer und Rohrammer präferierten diesen Kulturtyp zu beiden Jahreszeiten. Selbst Feldlerchen, die hochaufwachsende Kulturen ansonsten meiden, hielten sich im Spätsommer vermehrt in Brachen auf (vgl. ähnliche Befunde bei Buckingham et al. 1999; Orłowski 2006; Birrer et al. 2018; Gillings et al. 2010; Robinson & Sutherland 1999). Auf dem Durchzug rastende Braunkehlchen nutzten Brachen gerne als Ansitzwarten für die Nahrungssuche. Eine Differenzierung nach ein- oder mehrjährigen Brachen kann in der vorliegenden Studie nicht erfolgen: Während der Spätsommer-Untersuchung waren auch die einjährigen Brachen entweder bereits voll aufgewachsen und hatten ihre maximale Struktur- und Blühdifferenz erreicht oder waren bereits wieder umgebrochen. Im Winter hingegen handelte es sich bei allen untersuchten Brachen um solche, die mindestens ein zweites Jahr stehen blieben.

Die während der Begehungen im Umbruch oder Anbau (Wintergetreide und Raps) befindlichen Ackerflächen entfalteten für die meisten Vogelarten keine hohe Attraktivität (vgl. Wilson et al. 1996; Birrer et al. 2018). Als Ausnahme nutzte die Feldlerche die zur jeweiligen Jahreszeit verfügbaren Kulturen mit niedrigem Aufwuchs, im Winter insbesondere Raps (dessen Blätter auch verzehrt werden, Bommer 2000), im Spätsommer vor allem Soja, Klee gras sowie Schwarzäcker mit hohem Anteil an Ernterückständen. Ähnliches gilt für die Nutzung vergleichbarer Vertikalstrukturen durch Braunkehlchen auf dem Herbstzug. Für Wiesenpieper stellten Kohl- und Rapsfelder eine der bevorzugten Kulturen dar – die gute Bodenzugänglichkeit trotz hinreichender Deckung erleichtert offenbar die Nahrungssuche. Breitblättrige Kohlsorten (noch mehr als Raps) wurden bereits wiederholt als attraktive Kultur für insektivore wie granivore Vogelarten außerhalb der Brutzeit identifiziert (Stoate et al. 2003, 2004; Henderson et al. 2004) und sind in Großbritannien in gemischtem Anbau mit Getreide (Weizen, Gerste, Hafer) und Quinoa ein wesentlicher Bestandteil der so genannten *Wild Bird Crops*.

Altgras, Grünländer und Schilf schließlich spielten für die meisten untersuchten Arten weder im Spätsommer noch im Winter eine große Bedeutung und wurden meist (deutlich) unterproportional genutzt, konsistent mit zahlreichen anderen Studien in Mittel- und Westeuropa (z. B. Robinson & Sutherland 1999; Donald et al. 2001; Atkinson et al. 2002; Perkins et al. 2000; Barnett et al. 2004; Fuller et al. 2004; McMahon et al. 2013; Geiger et al. 2014; Birrer et al. 2018). Grund hierfür ist vor allem, dass im Winter der Anteil an Pflanzensamen auf Ackerflächen höher ist als insbesondere auf gemähtem Grünland. Als Ausnahmen nutzten Wiesenpieper im Winter und Rohrammern im Spätsommer Altgras- und Schilfstreifen als Nahrungs- und Ruhehabitat (vgl. Wilson et al. 1996; Peach et al. 1999). Altgras wurde zudem von Goldammern, Braunkehlchen und Stieglit-

zen (im Spätsommer) flächenproportional aufgesucht, entsprechend früheren Befunden aus der Westschweiz (Birrer et al. 2018).

Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass einige derzeit als ökologische Fördermaßnahmen eingesetzte Kulturen nur eine geringe Attraktivität für Offenland-Vogelarten außerhalb der Brutzeit entfalten und damit zumindest für diese Zielartengruppe ihre anvisierte Wirkung – die Bereitstellung ergiebiger Nahrungsressourcen – verfehlen. Dies steht im Einklang mit früheren Einschätzungen, wonach insbesondere die aktuell gültige Ausgestaltung des EU-Greenings und der dort geförderten ÖVF zu unspezifisch ist, um die Biodiversität in der Agrarlandschaft wirksam zu fördern (DO-G 2015; Péér et al. 2017; Nitsch et al. 2017).

Gleichzeitig können aus den vorliegenden Befunden Hinweise abgeleitet werden, welche Maßnahmen-Typen eine gezieltere Förderung ermöglichen. Zu nennen sind einerseits die Ansaat von insbesondere breitblättrigen Kohlsorten (bestenfalls als Gemenge mit Getreide und anderen reichhaltigen Samenträgern) als Zwischenfrucht, zum anderen die Förderung von Stoppelfeldern in Kombination mit einer Direktsaat artenreicher Zwischenfruchtgemenge. Problematisch beim Anbau von Zwischenfrüchten im aktuellen EU-Greening bleibt deren zu kurze Standzeit (maximal bis Mitte Februar), die einen Verlust wichtiger Nahrungsquellen ausgerechnet im Mittwinter bedingt. Eine stärkere Einbindung mindestens überjähriger oder sogar mehrjähriger Ansaatbrachen – auch als Kompensation des Verlusts der EU-Stillegungsflächen (Gillings et al. 2010) – erscheint im Rahmen der anstehenden Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik dringend geboten. Eine Anerkennung von Hecken als ökologisch wirksame Kultur ist nach den vorgelegten Befunden im Grunde gerechtfertigt, stellen sie doch für zahlreiche Vogelarten bevorzugte Ruhehabitate dar. Es bedarf jedoch einer klareren Differenzierung nach Heckentypen, wobei Niederhecken mit einem rotierenden Pflegeregime deutlich bevorzugt zu fördern sind. Zudem erscheint aufgrund der Meidungsreaktionen vieler Feldvögel gegenüber kulissenbildenden Hecken eine Begrenzung der als förderfähig anrechenbaren Heckendichten sinnvoll.

Die vorliegende Studie zeigt auch, dass wirksame Kulturen selbst in der historisch kleinparzellig strukturierten Agrarlandschaft Südwestdeutschlands nur geringe Flächenanteile umfassen. Die hier als besonders attraktiv herausgearbeiteten Kulturen (Kohl- und Rapsfelder, Getreidestoppel mit Gründüngung, Brachen sowie Nieder- und Mittelhecken) erreichten ca. 8,1 % der untersuchten Gesamtfläche im Spätsommer und 12,0 % im Mittwinter. Ob entsprechende Flächenanteile bereits eine hinreichende Förderwirkung erzielen, ist durch Vergleichsstudien zu erarbeiten, die einen breiteren Gradienten an Flächenanteilen umfassen.

Danksagung

Herzlicher Dank gilt Sabine Geißler-Strobel für ihre Hilfe bei der Einteilung der Kulturtypen sowie für Hinweise zur landwirtschaftlichen Bearbeitung. Simon Birrer, Ralf Joest und Julia Staggenborg danken wir für konstruktive Hinweise zu einer früheren Version des Manuskripts, ebenso wie den Gutachtern Tim Coppack, Christof Herrmann und Wolfgang Fiedler.

Zusammenfassung

Im Zuge einer anhaltenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung haben die Brutbestände vieler Feldvogelarten in Westeuropa drastisch abgenommen. Ursachenanalysen sowie Maßnahmen zur Umkehr dieses Trends konzentrieren sich bislang auf die Brutzeit, obwohl gerade die Überlebensraten im Winterhalbjahr die Bestandsentwicklung maßgeblich beeinflussen können. Für diesen Zeitraum ist bislang auch vergleichsweise wenig über die Wirksamkeit von Biodiversitätsfördermaßnahmen bekannt, die im Rahmen von Vertragsnaturschutz, Agrarumweltmaßnahmen (AUM) oder des EU-Greenings auf so genannten Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) umgesetzt werden. In dieser Arbeit untersuchen wir für den Spätsommer (August und September 2016, sieben Teilgebiete mit 270 ha, 1.954 Vogelindividuen) bzw. Mittwinter (Januar und Februar 2016, 15 Teilgebiete mit 407 ha, 2.845 Individuen) die Raumnutzung von acht Feldvogelarten im Raum Rottenburg (Baden-Württemberg): Braunkehlchen *Saxicola rubetra* und Grünfink *Carduelis chloris* im Spätsommer, Feldsperling *Passer montanus* und Wiesenpieper *Anthus trivialis* im Mittwinter, sowie Feldlerche *Alauda arvensis*, Stieglitz *Carduelis carduelis*, Goldammer *Emberiza citrinella* und Rohrammer *E. schoeniclus* zu beiden Jahreszeiten. Auf Basis standardisierter Begehungen wurden für 20 Kulturtypen (insbesondere Grünland, Ackerland, Gründüngungen, Brachen und Hecken) Modelle der Antreffwahrscheinlichkeiten erarbeitet. Überproportional hohe Antreffwahrscheinlichkeiten für mehrere Arten erreichten Nieder- und Mittelhecken (< 4 m Höhe), Getreidestoppeln (v. a. nach Direktsaat einer Gründüngung bei der Ernte), über- und mehrjährige Brachen, sowie im Mittwinter Kohl- und Rapsfelder. Die Befunde zeigen, dass einzelne derzeit als Fördermaßnahme anrechenbare Kulturen keine unmittelbare Wirkung für Feldvögel außerhalb der Brutzeit entfalten. Gleichwohl kann die Wirksamkeit von ÖVF- bzw. AUM-Kulturen durch eine differenziertere Ausgestaltung der Maßnahmen deutlich gesteigert werden. Darunter fallen nach den vorliegenden Daten insbesondere eine gezieltere Förderung regelmäßig gepflegter Niederhecken, die Anlage mehrjähriger statt einjähriger Brachen, oder die Direktsaat von Gründüngungen in Getreidestoppel bei verlängerter Standzeit.

Literatur

Atkinson PW, Fuller RJ & Vickery JA 2002: Large-scale patterns of summer and winter bird distribution in relation to farmland type in England and Wales. *Ecography* 25: 466-480.

- Barnett PR, Whittingham MJ, Bradbury RB & Wilson JD 2004: Use of unimproved and improved lowland grassland by wintering birds in the UK. *Agr. Eco. Env.* 102: 49-60.
- Bates D, Maechler M & Bolker B 2013: lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. R package version 0.999999-2. <http://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>.
- Bellebaum J 2008: Röhrlicht, Klee gras, Stoppelfeld – überwinternde Feldvögel auf nordostdeutschen Ökolandbauflächen. *Vogelwelt* 129: 85-96.
- Benton TG, Vickery JA & Wilson JD 2003: Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* 18: 182-188.
- BfN [Bundesamt für Naturschutz] 2014: Indikatorübersicht 2014: Artenvielfalt und Landschaftsqualität. URL: https://biologischevielfalt.bfn.de/ind_artenvielfalt.html, gesehen am 01.03.2017.
- BfN 2017: Agrar-Report 2017 - Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg.
- Birrer S, Auchli N, Duplain J, Korner P, Lanz M, Lugin B & Vasseur J 2018: Habitatnutzung der Vögel in einer offenen Kulturlandschaft im Winter. *Ornithol. Beob.* 115: 11-34.
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] 2015: Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Ausgabe 2015. 124 S.
- Bommer K 2000: Ölsaaten als zunehmend bevorzugte Nist- und Nahrungsstätten für wildlebende Vögel und Säugetiere in Oberschwaben/Baden-Württemberg. *Ornithol. Jahreshefte für Baden-Württemberg* 16: 85-176.
- Buckingham DL, Evans AD, Morris AJ, Orsman C & Yaxley R 1999: Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. *Bird Study* 46: 157-169.
- Chamberlain DE & Crick H 1999: Population declines and reproductive performance of Skylarks *Alauda arvensis* in different regions and habitats of the United Kingdom. *Ibis* 141: 38-51.
- DDA [Dachverband Deutscher Avifaunisten] 2018: Bestandentwicklung, Verbreitung und jahreszeitliches Auftreten von Brut- und Rastvögeln in Deutschland. URL: www.dda-web.de/vid-online/, gesehen am 19.08.2018.
- DO-G [Deutsche Ornithologen-Gesellschaft] 2015: Positionspapier zur Ausgestaltung der Ökologischen Vorrangflächen aus Sicht des Vogelschutzes in der Agrarlandschaft. FG Vögel der Agrarlandschaft.
- Donald P, Buckingham D, Moorcroft D, Muirhead L, Evans A & Kirby W 2001: Habitat use and diet of Skylarks *Alauda arvensis* wintering on lowland farmland in southern Britain. *J. Appl. Ecol.* 38: 536-547.
- Fuller R, Hinsley S & Swetnam R 2004: The relevance of non-farmland habitats, uncropped areas and habitat diversity to the conservation of farmland birds. *Ibis* 146: 22-31.
- Geiger F, de Snoo GR, Berendse F, Guerrero I, Morales MB, Oñate JJ, Eggers S, Pärt T, Bommarco R, Bengtsson J, Clement LW, Weisser WW, Olszewski A, Ceryngier P, Hawro V, Inchausti P, Fischer C, Flohre A, Thies C & Tscharnkte T 2010: Landscape composition influences farm management effects on farmland birds in winter: a pan-European approach. *Agr. Eco. Env.* 139: 571-577.
- Geiger F, Hegemann A, Gleichman M, Flins H, de Snoo GR, Prinz S, Tieleman BI & Berendse F 2014: Habitat use and diet of Skylarks (*Alauda arvensis*) wintering in an intensive agricultural landscape of the Netherlands. *J. Ornithol.* 155: 507-518.
- Gelman A & Hill J 2007: Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models. Cambridge University Press.
- Gillings S, Henderson IG, Morris AJ & Vickery JA 2010: Assessing the implications of the loss of set-aside for farmland birds. *Ibis* 152: 713-723.
- Gillings S, Newson SE, Noble DG & Vickery JA 2005: Winter availability of cereal stubbles attracts declining farmland birds and positively influences breeding population trends. *Proc. R. Soc. Lond. B* 272: 733-739.
- Hancock MH & Wilson JD 2003: Winter habitat associations of seed-eating passerines on Scottish farmland. *Bird Study* 50: 116-130.
- Henderson I, Vickery J & Carter N 2004: The use of winter bird crops by farmland birds in lowland England. *Biol. Cons.* 118: 21-32.
- Hinsley SA & Bellamy PE 2000: The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *J. Environ. Manag.* 60: 33-49.
- Hötter H, Rahmann G & Jeromin K 2004: Bedeutung der Winterstoppel und der Grünbrache auf Vögel der Agrarlandschaft. *Landbauforschungs Völkensode* 4: 251-260.
- Joest R, Kamrad MJ & Zacharias A 2016: Vorkommen von Feldvögeln auf verschiedenen Nutzungstypen im Winter – Vergleich zwischen nicht geernteten Getreideflächen, Brachflächen, Stoppeläckern und Flächen mit Zwischenfrüchten. *Vogelwelt* 136: 197-211.
- Kasprzykowski Z & Goławski A 2012: Habitat preferences of granivorous passerine birds wintering on farmland in eastern Poland. *Bird Study* 59: 52-57.
- Korner-Nievergelt F, Roth T, von Felten S, Guélat J, Almasi B & Korner-Nievergelt P 2015: Bayesian Data Analysis in Ecology Using Linear Models with R, BUGS, and Stan. Academic Press, London.
- McMahon BJ, Carnus T & Whelan J 2013: A comparison of winter bird communities in agricultural grassland and cereal habitats in Ireland: implications for Common Agricultural Policy reform. *Bird Study* 60: 176-184.
- Moorcroft D, Whittingham M, Bradbury R & Wilson J 2002: The selection of stubble fields by wintering granivorous birds reflects vegetation cover and food abundance. *J. Appl. Ecol.* 39: 535-547.
- Neumann H & Dierking U 2013: Vogelbesiedlung von Ackerbrachen in Schleswig-Holstein zur Brutzeit und im Herbst. *Vogelwelt* 134: 99-114.
- Newton I 2004: The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146: 579-600.
- Nitsch H, Röder N, Oppermann R, Milz E, Baum S, Lepp T, Kronenbitter J, Ackermann A & Schramek J 2017: Naturschutzfachliche Ausgestaltung von Ökologischen Vorrangflächen. Endbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben (FKZ 3514 8241 00). BfN-Skripten 72: 1-194.
- Oppermann R & Luick R 2013: Gemeinsame Agrarpolitik ab 2014: Perspektiven für mehr Biodiversitäts- und Umweltleistungen der Landwirtschaft. Empfehlungen für die Politik aus dem F&E Vorhaben „Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)“.
- Orłowski G 2006: Cropland use by birds wintering in arable landscape in south-western Poland. *Agr. Eco. Env.* 116: 273-279.

- Payne RJ & Wilson JD 1999: Resource limitation in seasonal environments. *Oikos*: 303-314.
- Pe'er G, Lakner S, Müller R, et al. 2017: Is the CAP fit for purpose? An evidence based fitness-check assessment. Leipzig, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig.
- Peach WJ, Siriwardena GM & Gregory RD 1999: Long-term changes in over-winter survival rates explain the decline of reed buntings *Emberiza schoeniclus* in Britain. *J. Appl. Ecol.* 36: 798-811.
- Perkins AJ, Whittingham MJ, Bradbury RB, Wilson JD, Morris AJ & Barnett PR 2000: Habitat characteristics affecting use of lowland agricultural grassland by birds in winter. *Biol. Cons.* 95: 279-294.
- Robinson RA, Hart JD, Holland JM & Parrott D 2004: Habitat use by seed-eating birds: a scale-dependent approach. *Ibis* 146: 87-98.
- Robinson RA & Sutherland WJ 1999: The winter distribution of seed-eating birds: habitat structure, seed density and seasonal depletion. *Ecography* 22: 447-454.
- Siriwardena GM, Calbrade NA & Vickery JA 2008: Farmland birds and late winter food: does seed supply fail to meet demand? *Ibis* 150: 585-595.
- Stoate C, Henderson IG & Parish D 2004: Development of an agri-environment scheme option: seed-bearing crops for farmland birds. *Ibis* 146: 203-209.
- Stoate C, Szczur J & Aebischer NJ 2003: Winter use of wild bird cover crops by passerines on farmland in northeast England. *Bird Study* 50: 15-21.
- R Development Core Team 2017: R - A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.
- Vickery J, Tallwin J, Feber R, Asteraki E, Atkinson P, Fuller R & Brown V 2001: The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *J. Appl. Ecol.* 38: 647-664.
- Voříšek P, Škorpilová J, Klvaňová A & Gamero A 2016: Trends of common birds in Europe, 2016 update. URL: <http://www.ebcc.info/index.php?ID=612>, gesehen am 01.03.2017.
- Wenzel P & Dalbeck L 2011: Stoppelbrachen als Lebensraum für überwinternde Vögel in der Zülpicher-Börde. *Charadrius* 47: 73-78.
- Wilson J, Taylor R & Muirhead L 1996: Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study* 43: 320-332.

Bergenhuser Thesen zum Verhältnis von Wissenschaft und Naturschutz

Im Sommer 2018 feierte das Michael-Otto-Institut im NABU in Bergenhusen sein 25-jähriges Institutsjubiläum. Auf der Jubiläumsveranstaltung fand ein Workshop mit Vertretern und Vertreterinnen von Wissenschaft, Naturschutz, Verwaltung und Medien statt, der als Ergebnis seiner Arbeit die „Bergenhuser Thesen zum Verhältnis von Wissenschaft und Naturschutz“ verabschiedete.

Unsere Zeitschrift „Vogelwarte“ wurde angefragt, ob sie diese Thesen durch Abdruck in ihrem Leserkreis bekannt machen würde. Bereits bei der Diskussion hierzu in Redaktion und im DO-G-Vorstand zeigte sich, dass die Thesen grundsätzlich sehr begrüßt werden, dass es aus Sicht der DO-G aber auch in einigen Punkten Ergänzungs- und Klarstellungsbedarf gibt. Eine Diskussion hierzu auch innerhalb der DO-G wird als unbedingt lohnenswert angesehen und darf gerne über den Kreis von Redaktion und Vorstand hinaus gehen.

Selbstverständlich können die erarbeiteten Thesen einer Arbeitsgruppe, die nicht mit der DO-G verbunden ist und darüber hinaus in dieser Form einmalig zusammengekommen war, nicht nachträglich weiter diskutiert oder redaktionell verändert werden. Wir haben uns daher entschlossen, die „Bergenhuser Thesen“ in unserer Rubrik „Ornitalk“ zu publizieren und damit auch zu einer weiteren Beschäftigung mit diesem Thema einzuladen.

Vogelwarte-Redaktion

Bergenhuser Thesen zum Verhältnis von Wissenschaft und Naturschutz

Trotz einiger Erfolge im Naturschutz nehmen die Bestände vieler Pflanzen- und Tierarten, gerade auch von ehemaligen „Allerweltsarten“, nach wie vor in erschreckendem Maße ab. Einerseits werden politische Ziele zum Erhalt der Biodiversität auf nationaler und internationaler Ebene regelmäßig verfehlt, andererseits nehmen die wissenschaftlichen Erkenntnisse sowohl über die Rückgangursachen von Arten als auch über wirksame Gegenmaßnahmen zu. Es stellen sich also Fragen nach der Rolle der Wissenschaft im Naturschutz, nach der Wahrnehmung wissenschaftlicher Ergebnisse durch den Naturschutz und nach der „Durchschlagskraft“ wissenschaftlicher Argumente im Naturschutz, ohne das Vorsorgeprinzip aus den Augen zu verlieren. Diese Fragen gewinnen nicht nur durch die beschleunigten Rückgänge vieler Arten an Aktualität. Zunehmend populistische Tendenzen in politischen Debatten machen auch

vor dem Natur- und Umweltschutz nicht Halt und erschweren die differenzierte (wissenschaftliche) Betrachtung der Sachverhalte.

Vor diesem Hintergrund trafen sich anlässlich des 25-jährigen Bestehens des Michael-Otto-Instituts im NABU, einer Forschungseinrichtung des Naturschutzbundes Deutschland, 40 Wissenschaftler/innen, Naturschutzvertreter/innen und Journalisten/innen zu einem Kolloquium und entwickelten folgende Thesen:

These 1: Der Naturschutz basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Wenn die Ursachen von z. B. Bestandsrückgängen bekannt sind, lassen sich nachhaltige Schutzkonzepte ganzheitlich ableiten.

These 2: Politische Entscheidungen mit Auswirkungen auf Natur und Umwelt müssen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen und durch ein Monitoring evaluiert werden.

These 3: Grundlage für wissenschaftsbasiertes Vorgehen im Naturschutz ist Monitoring als „Frühwarnsystem“ und eine daraus abgeleitete, regelmäßige Einschätzung möglicher Risiken für die Natur. Die dafür erforderlichen Instrumente sind zu schaffen.

These 4: Beitrag der Wissenschaft muss sein, ihre Erkenntnisse zielgruppengerecht aufzubereiten und zu kommunizieren, um Verwaltung, Politik und die Öffentlichkeit inhaltlich und emotional zu erreichen.

These 5: Der Naturschutz braucht mehr gut ausgebildetes Personal. Um den Anforderungen aus der Wissenschaft im Naturschutz Genüge zu tun, muss mehr für die Ausbildung getan werden.

These 6: Die traditionelle Trennung zwischen „Grundlagenforschung“ und „angewandter Forschung“ ist aufzulösen.

These 7: Naturschutzforschung erfordert neue Förderinstrumente und Mittel zur Erfüllung ihrer Aufgaben.

Das Vorbereitungsteam (stellvertretend für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer):

Prof. Dr. Franz Bairlein (Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven), Christina Focke und Lars Lachmann (NABU Bundesverband, Berlin), Dr. Hermann Hötter und Dr. Jutta Leyrer (Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen), Prof. Dr. Christoph Leuschner (Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften, Universität Göttingen), Peter Südbek (Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer), Stephan Zirpel (Umweltstiftung Michael Otto, Hamburg)

Forschungsmeldungen

Zusammengestellt von Jan O. Engler (joe), Kathrin Schidelko (ks) und Darius Stiels (ds)

Vogelschutz

Bestandsrückgänge von Wasservögeln am Junín-See

Der Junín-See befindet sich in den peruanischen Anden auf etwa 4.080 m NN. Er ist nach dem Titicacasee der zweitgrößte See Perus und eines der wichtigsten Gebiete für Wasservögel der Region. Er beherbergt mit Punataucher *Podiceps taczanowskii* und Juninralle *Lateralus tuerosi* zwei endemische Wasservogelarten. In der Vergangenheit galt das Gewässer als Paradies für Wasservogelarten – aus den 1960er Jahren gibt es eine Schätzung, nach der sich dort rund eine Million Individuen aufgehalten haben. Und auch danach gibt es noch Einschätzungen mit hohen Individuenzahlen. Erstaunlicherweise gibt es jedoch insgesamt nur wenige durchgeführte Erfassungen. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2014 eine Zählung der Wasservögel durchgeführt. Gezählt wurde zwischen dem 6. und dem 20. Februar vom Ufer und vom Boot aus. Auch wenn die wenigen Zählungen, die es bisher gegeben hat, sich methodisch unterscheiden, ist doch klar, dass die Wasservogelbestände der meisten Arten massiv eingebrochen sind. Demnach konnten noch 24.500 Wasservögel aus 32 Arten beobachtet werden. Einige heimliche Arten wurden sicherlich deutlich unterschätzt, bei einigen wenigen

handelt es sich um seltene Ausnahmereischeinungen. Einen massiven Bestandsrückgang gab es bei den fischfressenden Punatauchern. Die 33 festgestellten Individuen dürften jedoch nicht den Gesamtbestand widerspiegeln, der nach artspezifischen Erfassungen in der Größenordnung von über 200 Individuen geschätzt wurde. Im Gegensatz dazu scheint jedoch der Inkataucher *Podiceps juninensis* im Bestand zugenommen zu haben. Auch einige wandernde Watvogelarten weisen bedeutende Bestände auf, vielleicht auch, weil im Gebiet Jagdeinschränkungen gelten. Die Bestände des Amerikateichhuhns *Gallinula galeata* und der Punaente *Spatula puna* sind jedoch zusammengebrochen und das Gesamtbild erscheint düster: Das einst klare Gewässer ist heute trüb und stark von Eutrophierung betroffen. Die Autoren empfehlen daher die Aufnahme in das Montreux-Register innerhalb der Ramsar-Konvention, da sich der ökologische Charakter des Gewässers stark verändert hat. Als Schutzmaßnahmen wird die Wiederherstellung einer Klarwassersäule im Gewässer empfohlen. Dazu sind Maßnahmen gegen die Eutrophierung im besiedelten Einzugsbereich des Junín-Sees notwendig. Auch Sedimenteinträge und Schwermetalle aus Bergbautätigkeiten belasten das Gewässer. Um die ökologische Funktionsfähigkeit des Junín-Sees zu retten und zum Schutz der endemischen Vogelarten beizutragen, erscheinen Schutzmaßnahmen, die diese Probleme angehen, dringend geboten. (ds)

Dinesen L., Chamorro A, Fjeldså J & Auca C 2018: Long-term declines in waterbirds abundance at Lake Junín, Andean Peru. Bird Conserv Int. doi: 10.1017/S0959270918000230.



Der Bestand der Punaente *Spatula puna* am Junín-See ist in den letzten Jahren zusammengebrochen.

Foto: Darius Stiels, Titicacasee, Bolivien

Haussperlinge 1: Spatzen vom Dieselskandal betroffen? Vorstadt-Haussperlinge nicht durch Futtermangel limitiert – mögliche negative Rolle der Luftverschmutzung

Haussperlingsbestände sind in vielen Teilen Europas rückläufig. Die genauen Gründe sind jedoch weitgehend unklar. Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Studie lag im suburbanen London, wo die Bestände bereits größtenteils zusammengebrochen sind. In einer vorherigen Untersuchung konnte das Autorenteam zeigen, dass durch zusätzliche Futterangebote – es wurden während der Brutzeit Mehlwürmer zur Verfügung gestellt – zwar der Brut-erfolg gesteigert werden konnte, die Population jedoch dennoch nicht anwuchs. Welchen Einfluss hat jedoch eine Ganzjahresfütterung auf Demographie und Bestand der Population? Im Experiment wurde über zwei Jahre in 33 Haussperlingskolonien nun nicht nur während der Brutzeit „Insektenfutter“ zur Verfügung gestellt, sondern ganzjährig Körnerfutter angeboten. 33 weitere Kolonien galten als Kontrolle und wurden nicht gefüttert. In Kolonien, in denen gefüttert wurde, war die Zahl der flüggen Jungvögel größer, aber es gab keinen Effekt auf die Wintersterblichkeit und die Gesamtgröße der Populationen. Die Autoren schlussfolgern, dass Schutzmaßnahmen, die sich vor allem auf unterstützende Fütterungen konzentrieren, wenig erfolgreich sind. Stattdessen wurde in einem weiteren Schritt untersucht, ob Variablen wie Prädation und Umweltverschmutzung eine größere Rolle zukommt. Tatsächlich war die Haussperlingsabundanz positiv mit samenreichen natürlichen Habitaten korreliert. Sperberaktivitäten – negativ mit Abundanz der flüggen Haussperlingsjungen korreliert – wurden vergleichsweise grob kalkuliert und die Haussperlingsdichte war nicht mit der Häufigkeit an Hauskatzen korreliert, auch wenn es in anderen Studien gegenteilige Ergebnisse gibt. Erstaunlicherweise gibt es jedoch eine negative Korrelation zwischen der Umweltbelastung mit Stickstoffdioxid und der Anzahl territorialer Haussperlingsmännchen und anderen Dichte-Parametern. Möglicherweise spielen in diesem Zusammenhang die negativen physiologischen Folgen der Umweltbelastung durch Stickoxide und Schwermetalle eine Rolle. Insbesondere oxidativer Stress und seine Folgen für das Immunsystem und letztlich für die Fitness der Individuen könnten bedeutend sein. Allerdings könnte die Luftverschmutzung auch mit einem weiteren Faktor korreliert sein, der in der Studie nicht ausreichend berücksichtigt worden ist. Neben der Forderung nach weiteren Untersuchungen zu den Folgen der Luftverschmutzung unterstreichen die Autoren die Bedeutung samenreicher urbaner Habitats inklusive suburbaner Brachflächen für den Schutz des Haussperlings. (ds)

Peach WJ, Mallord JW, Ockendon N, Orsman CJ & Haines WG 2018: Depleted suburban house sparrow *Passer domesticus* not limited by food availability. Urban Ecosystems. doi: 10.1007/s11252-018-0784-4.

Hochrechnung: Hauskatzen töten alljährlich Millionen Wirbeltiere in polnischer Agrarlandschaft

Hauskatzen können eine bedeutende Gefahr für Wirbeltierpopulationen darstellen. Während es vor allem aus Nordamerika Besorgnis erregende Hochrechnungen gibt, ist das Ausmaß in Europa weit weniger bekannt und im Vergleich mit anderen Gefährdungsursachen durchaus umstritten. In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss frei laufender Hauskatzen in Mittelpolen untersucht. Dazu wurden Befragungen an Haustüren durchgeführt und nach der Zahl der Katzen und der Fütterungsweise gefragt und mit Daten über die Ernährung der Hauskatzen kombiniert. Konkret wurden nach Hause gebrachte Beute quantifiziert und Speiballen untersucht, um auch Angaben zur gefressenen Beute zu erhalten. Simulationen wurden genutzt, um die Zahl der getöteten Säugetiere und Vögel pro Bauernhof zu schätzen. Demnach werden auf jeder Farm geschätzte 0,839 Katzen gehalten. Mehr als Dreiviertel (78,5 %) werden nicht mit Katzenfutter gefüttert, sondern erhalten Lebensmittelreste oder jagen ihre Nahrung selbst. Die Tiere werden überwiegend zum Mäusen gehalten und nicht als „Kuscheltiere“ und dementsprechend schlecht gefüttert. Die Katzen brachten jährlich 16,4 Säugetiere und 3,0 Vögel nach Hause, allerdings sind die Zahlen deutlich höher, wenn man die Speiballenanalysen berücksichtigt: 198,9 gefressene Säugetiere und 46,3 getötete Vögel pro Jahr. Da nach Hause gebrachte Beute auch verspeist werden kann, summieren sich die Zahlen jedoch nicht notwendigerweise vollständig auf. Rechnet man die Zahlen auf alle polnischen Farmen hoch (2,9 Millionen 2002), ergeben sich entsprechend hohe Zahlen: Katzen bringen 48,1 Millionen Säuger heim und fressen 583,4 Millionen. Für Vögel liegt die Zahl der angeschleppten Individuen bei 8,9 Millionen, die der aufgefressenen Vogelindividuen bei 135,7 Millionen. Vor dem Hintergrund deutlicher Bestandsrückgänge bei europäischen Feldvögeln werden diese Zahlen von den Autoren als ausgesprochen alarmierend angesehen. Gerade in Teilen Osteuropas ist die Biodiversität in der Agrarlandschaft zwar noch in einem vergleichsweise guten Zustand, aber Katzen sind hier besonders häufig. Das weitgehende Fehlen einiger Arten in der unmittelbaren Nähe menschlicher Siedlungen (z. B. Feldlerche *Alauda arvensis* oder Braunkehlchen *Saxicola rubetra*) könnte sogar direkt auf die Katzen zurückzuführen sein. Überzeugungsarbeit bei Katzenbesitzern, um die negativen Folgen für die Artenvielfalt durch Katzen zu reduzieren, erscheint wenig Erfolg versprechend, da die Tiere ja als Mäusejäger gehalten werden. Die Autoren schlagen vor, dass rechtliche Lösungen für das Problem gefunden werden sollten. (ds)

Krauze-Gryz D, Gryz J, & Żmihorski M 2018: Cats kill millions of vertebrates in Polish farmland annually. Global Ecology and Conservation. doi: 10.1016/j.gecco.2018.e00516.

Nicht-heimische Pflanzen reduzieren Bruterfolg bei Carolinameisen

In vielen städtischen Gebieten wurden ursprünglich heimische Pflanzengesellschaften ersetzt und in Habitate umgewandelt, in denen nicht-heimische Pflanzen dominieren. In Gärten überwiegen Gewächse, die wenig Pflege brauchen und nicht anfällig gegenüber Schädlingsbefall sind. Andererseits bieten nicht-heimische Pflanzen häufig wenig Nahrung für Insekten, die aber wichtig für eine Reihe von Konsumenten sind. Trotz dieser logischen Verbindung gab es bisher keine Studien, die den Einfluss nicht-heimischer Pflanzen auf Wirbeltierkonsumenten untersuchen. Eine solche Untersuchung wurde jetzt an nordamerikanischen Carolinameisen *Poecile carolinensis* in privaten Gärten durchgeführt, die von nicht-heimischen Pflanzen beeinflusst werden. Dazu wurden das Vorkommen von Arthropoden sowie Nahrung, Bruterfolg und Überleben von juvenilen und adulten Carolinameisen quantifiziert. Gärten mit überwiegend nicht-heimischen Pflanzen wiesen eine geringere Arthropodenhäufigkeit auf, die die Meisen dazu zwangen, ihre Nahrung auf weniger bevorzugte Nahrung umzustellen und weniger Jungvögel zu produzieren oder ganz auf Reproduktion zu verzichten. Dies führte zu einem geringeren Bruterfolg und einem nicht-nachhaltigen Populationswachstum in diesen Gärten im Vergleich zu Gärten, in denen mehr als 70 % der Pflanzen heimische Gewächse waren. Gärten mit nicht-heimischen Pflanzen bildeten also Populationsfallen für insektenfressende Vögel. Stadtplaner und private Grundeigentümer sollten also darauf achten, heimische Pflanzen zu bevorzugen, um sowohl dem dramatischen Insektenschwund als auch einem Rückgang heimischer Gartenvögel entgegenzuwirken. (ks)

Narango DL, Tallamy DW & Marra PP 2018: Nonnative plants reduce population growth of an insectivorous bird. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. doi: 10.1073/pnas.1809259115.

Kaum bekannte Kambodschabuschwachtel stärker gefährdet als gedacht

In den letzten Jahrzehnten hat die globale Biodiversität in alarmierendem Umfang abgenommen, vor allem in den Tropen und hauptsächlich aufgrund von menschlichen Aktivitäten wie Entwaldung und Raubbau. Es wird geschätzt, dass in Südostasien beinahe 50 % der Säugetiere und 32 % der Vögel bis zum Ende des Jahrhunderts ausgestorben sein werden. Wegen schlechter Datenlage könnten diese Zahlen sogar noch unterschätzt sein. Kambodscha hatte 2013 die größte Abholzungsrate in Südostasien. Über die Kambodschabuschwachtel *Arborophila cambodiana*, die in den Kardamom-Bergen Südwest-Kambodschas lebt, ist wenig bekannt, doch ist sie möglicherweise gefährdet. Daher wurden die Vögel nun mithilfe von Linientranssekten

und Kamerafallen in vier Schutzgebieten erfasst, um die Populationsdichte abschätzen zu können. Zudem wurden Habitatveränderungen zwischen 1996 und 2016 untersucht. Kambodschabuschwachteln wurden in immergrünem und halbbimmergrünem Regenwald in einer Dichte von 1,23 rufenden Männchen pro Quadratkilometer und in einer Höhe von mehr als 400 m mit Hangneigungen zwischen 11 und 43° gefunden. Der potentielle Lebensraum nahm zwischen 1996 und 2016 um 11 % ab, während die gesamte Regenwaldbedeckung in den Kardamom-Bergen um 20 % schrumpfte. Damit hat die Kambodschabuschwachtel ein sehr begrenztes Verbreitungsgebiet, in dem der Lebensraum bereits fragmentiert ist. Menschliche Störungen und Erschließungsaktivitäten haben einen negativen Einfluss auf die Art, so dass die Autoren vorschlagen, den IUCN-Rote-Liste-Status der Buschwachtel von nicht gefährdet auf potenziell gefährdet zu ändern. (ks)

Chhin S, Souter NJ, Ngoprasert D, Browne SJ & Savini T 2018: Population density and habitat loss of Chestnut-headed Partridge *Arborophila cambodiana* in south-west Cambodia. Bird Conserv. Int. doi: 10.1017/S095927091800045X.

Europaweiter Rückgang vieler bergbewohnender Vogelarten

Obwohl die Problematik schwindender Lebensräume in Bergregionen durch Klima- und Landnutzungswandel lange bekannt ist, waren großräumige Daten zu Bestandstrends bergbewohnender Vogelarten lange Zeit kaum verfügbar. Dank nationaler und koordinierter europaweiter Bemühungen und standardisierter Vogelerfassungen gelang nun die erste großräumige Einschätzung der Bestandstrends von 44 Vogelarten aus vier europäischen Bergregionen (Fennoskandien, Hochländer des Vereinigten Königreichs, Iberien und Alpenraum inklusive der zentralitalienischen Gebirgsregionen), die ganze zwölf Länder umfasst. Insgesamt gingen die Bestände um 7 % im Zeitraum von 2002 bis 2014 zurück, was sich mit der Vielzahl anderer rückläufiger Brutvogelarten in Europa deckt. Die Bergspezialisten zeigten dabei einen verstärkten Trend von -10 % in der Anzahl von Populationen. Die Rückgänge waren jedoch nicht über alle Regionen statistisch gesichert. So zeigten über alle Bergregionen hinweg 31 % aller untersuchten Arten signifikant negative Bestandstrends. Darunter waren neun als Generalisten und fünf als Spezialisten eingestufte Arten. Bei weiteren 18 % der Arten – allesamt Generalisten – waren die Bestandstrends sogar signifikant positiv. Die im Alpenraum und Italien berücksichtigten Arten (n = 22) zeigten in über 68 % der Arten nicht-signifikante Bestandstrends oder eine zu geringe Datenbasis. Von den übrigen Arten (n = 7) zeigten vier Arten signifikant positive und drei signifikant negative Bestandstrends. Diese lokalen „Gewinner“ waren Feldlerche *Alauda arvensis*, Hausrotschwanz



Noch zählt die Alpenbraunelle *Prunella collaris* zu den alpinen Arten mit stabilen Bestandstrends.

Foto: Jan Engler, Ortler-Massiv, Südtirol

Phoenicurus ochruros, Steinschmätzer *Oenanthe oenanthe* und der Schneesperling *Montifringilla nivalis*. Zu den „Verlierern“ gehörten Braunkehlchen *Saxicola rubetra*, Birkenzeisig *Carduelis flammea* sowie die Zippammer *Emberiza cia*. Die Ergebnisse zeigen die Schwierigkeit, klare Kausalzusammenhänge herauszustellen, da die artspezifischen Bestandstrends – teils auch regional – sehr unterschiedlich sind und klimatische Veränderungen zeitlich eng mit der Veränderung lokaler Landnutzungspraktiken korrelieren. Diese erfordern jedoch völlig unterschiedliche Handlungen. Deshalb muss mehr Aufwand in die genaue Ursachenforschung investiert werden, um adäquate Lösungsansätze zur Anwendung zu bringen. (joe)

Lehikoinen A, Brotons L, Calladine J, Campedelli T, Escandell V, Flousek J, Grueneberg C, Haas F, Harris S, Herrando S, Husby M, Jiguet F, Kålås JA, Lindström Å, Lorrillière R, Molina B, Pladevall C, Calvi G, Sattler T, Schmid H, Sirkkiä PM, Teufelbauer N & Trautmann S 2018: Declining population trends of European mountain birds. *Glob. Change Ecol.* doi:10.1111/gcb.14522.

Neozoen

Häufigkeit, Biomasse und Energieverbrauch heimischer und nicht-heimischer Brutvögel im Vereinigten Königreich

Nicht-heimische Tier- und Pflanzenarten oder Neobiota haben einen erheblichen Einfluss auf Ökosysteme inklusive zahlreicher negativer Folgen bis hin zur Gefährdung oder gar Ausrottung heimischer Tierarten. Der Einfluss nicht-heimischer Vogelarten gilt allgemein als gering, allerdings gibt es davon Ausnahmen und für viele Arten sind die möglichen Effekte nicht untersucht.

Vor diesem Hintergrund haben die Autoren den Beitrag von Vogel-Neozoen zur gesamten Brutvogel-Avizönose Großbritanniens untersucht. Als Grundlage gelten dabei die Bestandsschätzungen des „Avian Population Estimates Panel“ aus den Jahren 1997 und 2013. Grundlage sind demnach 216 heimische und 16 nicht-heimische Vogelarten. Betrachtet man lediglich die Individuenanzahl, ist demnach nur rund jeder 25. Vogel ein Neozoon (2,8 - 3,7% der Brutvögel). Deutlich bedeutender wird die Rolle der Vogel-Neozoen, wenn man ihren Energieverbrauch mit berücksichtigt. Dieser wurde hier artspezifisch aus der Populationsgröße und dem physiologischen Grundumsatz berechnet, wobei letzterer teilweise aus Schätzungen und der Körpermasse hergeleitet wurde, da er nicht für alle Arten bekannt ist. 11,9 bis 13,8% des Energieverbrauchs der britischen Brutvogelgemeinschaft sind auf Neozoen zurückzuführen. Noch deutlicher wird der Vergleich der Biomassen: Etwa 20% (19,1 - 21,1%) der Brutvogelbiomasse wird von Neozoen gestellt. Im Mittel unterscheiden sich Biomassen oder Populationsgrößen zwischen Neozoen und heimischen Arten jedoch gar nicht signifikant. Dagegen sind die Effekte vor allem auf eine Art zurückzuführen: Etwa Dreiviertel der Biomasse der Neozoen repräsentieren Fasane *Phasianus colchicus*. Der Anteil der Fasane ist sogar noch konservativ gerechnet, da die Brutpopulation nur einen kleinen Anteil an den jährlich im Herbst ausgesetzten 35 Millionen Fasanen ausmacht. Die Biomasse der ausgesetzten Fasane übersteigt die der gesamten Brutvogelavifauna im Vereinigten Königreich. Fasane sollten also allein deswegen eine bedeutende Rolle in der Struktur der Ökosysteme einnehmen, in die sie eingebunden sind. (ds)

Blackburn T & Gaston KJ 2018: Abundance, biomass and energy use of native and alien breeding birds in Britain. *Biol. Invasions* 20: 3563-3573.

Vogelzug

Zehn Jahre Vogelzugforschung mit Geolokatoren an Kleinvögeln

Geolokatoren haben die Erforschung des Vogelzugs revolutioniert. 2007 wurden die ersten Studien an kleinen Landvögeln durchgeführt und auch in den Forschungsmeldungen wurden Studien mit Geolokatoren in den letzten Jahren immer wieder behandelt. Der vorliegende Review-Artikel möchte nach etwa zehn Jahren nun die wesentlichen Forschungsthemen zusammenfassen und gleichzeitig Wissenslücken aufzeigen. Nach Ausschluss von Übersichtsartikeln, Methodenbeiträgen und Artikeln mit anderem taxonomischen Fokus blieben 127 Artikel als Datengrundlage über. Die Mehrzahl (54%) aller Geolokatorenstudien behandelt ganz grundlegende Fragestellungen zum Vogelzug, also der Identifizierung von Zugrouten, dem Überwinterungs-

gebiet oder phänologischen Aspekten des Zugs. Als verhaltensökologische Studien (20 %) wurden Untersuchungen definiert, die Einflussfaktoren wie die Habitatqualität entlang der Zugroute aufzeigten, flexible Zugrouten entdeckten oder große geschlechts- und altersspezifische Unterschiede nachwiesen. Auch evolutionäre Aspekte des Vogelzuges waren Studiengegenstand (9 % der Studien). Unterschiedliche Zugmuster können eine mögliche Barriere für den Genfluss zwischen hybridisierenden Arten oder zwischen Unterarten darstellen. Zugverhalten konnte mittlerweile mit Genpolymorphismen oder Methylierungsmustern bestimmter DNA-Abschnitte (clock-Gen) korreliert werden. Untersuchungen zur Zugkonnektivität (11 %) ergeben insgesamt eine mittlere Ausprägung der Zugkonnektivität mit hoher Variabilität innerhalb und zwischen Arten. Studien zu saisonalen Interaktionen zeigten „carry over“-Effekte bei einigen Arten, während diese bei anderen auf dem Zug abgepuffert wurden. Ausblickend können Sender, die GPS-Koordinaten speichern, eine bisher nicht gekannte Präzision der Aufenthaltsorte außerhalb der Brutzeit bedeuten und automatisierte Radiotelemetriestudien versprechen unser Wissen über Verhalten und Ökologie in Zwischenrastgebieten zu revolutionieren. Abschließend bedeutet der Wissenszuwachs durch die Kombination der verschiedenen technischen Möglichkeiten Informationen, die zum Schutz bedrohter Arten beitragen können. (ds)

McKinnon EA & Love OP 2018: Ten years tracking the migrations of small landbirds: Lessons learned in the golden age of bio-logging. *Auk* 135: 834-856.

Flugverhalten kleiner Transsaharazieher

Neben Geolokatoren, mit denen der Standort eines Individuums bestimmt wird, erlauben neue, extrem leichte (1,4 g) „Multi-Sensor-Logger“ auch eine genauere Untersuchung des Flugverhaltens von Zugvögeln. Die an der Schweizer Vogelwarte und der Universität Bern entwickelten Sensoren speichern neben Licht und Uhrzeit auch Atmosphärendruck, Temperatur und Beschleunigung. Insgesamt 70 erwachsene Wiedehopfe *Upupa epops* und 19 Drosselrohrsänger *Acrocephalus arundinaceus* wurden mit den Loggern ausgestattet und die Daten über den Zug, soweit verfügbar, ausgewertet. Erstaunlicherweise war die Flugdauer ins Überwinterungsgebiet in Afrika südlich der Sahara und zurück zwischen Individuen einer Art variabler als zwischen den beiden Arten. Die mittlere Flugdauer war jedoch vergleichbar, 252 Stunden waren Drosselrohrsänger in der Luft, Wiedehopfe flogen 232 Stunden. Beide Arten zogen hauptsächlich nachts und rasteten tagsüber. Die Flughöhen waren auf dem Heimzug höher als auf dem Wegzug und regelmäßig erreichten die Vögel Höhen von über 3.000 m. Einige Drosselrohrsänger flogen in Höhen von über 6.000 m und die höchste festgestellte

Höhe betrug 6.458 m NN! Die Flughöhen waren jedoch nicht konstant, sondern wechselten häufig während einzelner Flugphasen. Die Vögel schienen also permanent nach optimalen Flugbedingungen zu suchen. Als wichtigen nächsten Schritt empfiehlt das Autorenteam, Ergebnisse von Multisensor-Loggern mit Umweltparametern wie Wetter und Habitatqualität zu verschneiden, um individuelle Entscheidungen während des Zugs zu untersuchen. (ds)

Liechti F, Bauer S, Dhanjal-Adams KL, Emmenegger T, Zehtindijev P & Hahn S 2018: Miniaturized multi-sensor loggers provide new insight into year-round flight behaviour of small trans-Saharan avian migrants. *Movement Ecology* 6: 19. doi: 10.1186/s40462-018-0137-1.

Wo und wann überfliegen 2.000.000.000 Vögel den Golf von Mexiko?

Daten aus Vogelbeobachtungsplattformen liefern immer wieder spannende Ergebnisse für die Forschung. Mit zunehmender Verbreitung dieser Beobachtungsportale unter Vogelbeobachtern können bereits jetzt jedes Jahr Millionen neuer Beobachtungen ausgewertet werden. Mit Daten der weltweit führenden Beobachtungsplattform eBird konnten räumliche und zeitliche Variationen der Intensität des Frühjahrszuges am Golf von Mexiko nachvollzogen werden. Über einen Zeitraum von 21 Jahren (von 1995 bis 2015) wurden Beobachtungsdaten von eBird mit Daten von Wetterradarstationen entlang der Golfküste verschnitten. Zwar ist weithin bekannt, dass der Golf von Mexiko den wichtigsten Korridor für Zugvögel darstellt, die in Nordamerika brüten, allerdings wurden Ankunftszeitpunkte, Zugintensität, die räumliche Verteilung und zeitliche Trends bislang nie auf diesem Maßstab und in einer solchen Detailschärfe untersucht. Die Wetterradardaten liefern dabei eine lückenlose Abdeckung der Küsten und können den Vogelzug, vor allem bei Nacht, eindrucksvoll feststellen. Die eBird-Daten wiederum liefern Angaben zur Artenverteilung von Rastvögeln in denselben räumlichen und zeitlichen Abschnitten, in denen Wetterradardaten vorliegen. Das Verschneiden beider Datenquellen ist recht kompliziert, vereinfacht gesagt werden aber Vogelarten in höhere taxonomische Einheiten und nach ihrer Größe zusammengefasst, um sie anschließend mit den Reflektionswerten der Radaraufnahmen, die mit der Objektgröße korrelieren, hochzurechnen. Die Hochrechnungen ergaben, dass jedes Frühjahr zwischen 1,7 und 2,6 Milliarden Nachtzieher die nördliche Küste des Golfs überfliegen. Die Hälfte dieser Vögel zieht in einem engen Zeitfenster von nur 18 Tagen (19. April bis 7. Mai) durch. Weder diese Gesamtzahl noch der Zeitraum der intensivsten Zugperiode hat sich dabei verändert, allerdings finden die frühesten Zugaktivitäten immer früher statt – vor allem bei größeren Arten mit kürzeren Zugstrecken. Auch konnten

räumliche Unterschiede festgestellt werden. So liegt etwa der Schwerpunkt der Zugaktivität an der westlichen Golfküste. Zusammengenommen liefern die Ergebnisse wichtige Grundlageninformationen für die weitere Bewertung der zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels, Urbanisierung, aber auch der Energiegewinnung. (joe)

Horton KG, Van Doren BM, La Sorte FA, Cohen EB, Clipp HL, Buler JJ, Fink D, Kelly JF & Farnsworth A 2018: Holding steady: Little change in intensity or timing of bird migration over the Gulf of Mexico. *Glob. Change Biol.* doi: 10.1111/gcb.14540.

Klimawandel ändert Windunterstützung von Nachtziehern in Nordamerika

Wind spielt für viele Zugvögel eine immens wichtige Rolle. Wind kann Vögel verfrachten oder aber einen energetischen Mehraufwand bedeuten, wenn er dem ziehenden Vogel entgegenbläst. Jedoch kann „Rückenwind“ für den Vogel auch unterstützend sein und spart hierdurch Energie. Derzeitige Klimamodelle und Langzeitdaten zeigen, dass sich das Windregime mit dem Klimawandel ändert. Doch was bedeuten diese Änderungen für die Zugvögel? Hierzu wurden Informationen von 143 Wetterradarstationen aus Nordamerika (USA) zusammengetragen, um zunächst die aktuelle Situation des nächtlichen Vogelzuges im Frühjahr und Herbst für die drei kontinentalen Zugkorridore darzustellen. Konkret interessierte die Forscher die Zughöhe, -dichte, und -richtung der Nachtzieher, die jeweils 35 Kilometer um die Station erfasst wurden. Diese Informationen wurden anschließend mit Windprojektionen verschnitten, um zu erfahren, wie sich die Windunterstützung im Laufe dieses Jahrhunderts ändern könnte. Nach den Berechnungen verstärken sich die vorherrschenden Westwinde (die sogenannten „Westerlies“) während des Frühjahrszuges, vor allem in Zentralnordamerika. Hingegen schwächen sich die Westerlies während des Herbstzuges ab – wenn auch weniger intensiv als die Zunahme im Frühjahr. Indes verstärken sich südliche Winde sowohl im Frühjahr als auch im Herbst, wodurch es zu einer Zunahme der Windunterstützung im Frühjahr von 10% in den östlichen und zentralen Teilen des Kontinents käme. Hingegen würden diese Südwinde mehr Gegenwind während des Herbstzuges bedeuten, der um 19% stärker im zentralen Teil und um rund 6% stärker im östlichen Teil des Kontinents wäre. Somit lässt sich festhalten, dass sich die Effektivität des Nachtzuges für große Teile Nordamerikas im Frühjahr verbessert, jedoch im Herbst verschlechtert. Dies könnte bedeutende Auswirkungen auf die Energiebilanzen der Zugvögel haben, die im Frühjahr Energie sparen, im Herbst jedoch umso mehr aufwenden müssten. (joe)

La Sorte FA, Horton KG, Nilsson C & Dokter AM 2018: Projected changes in wind assistance under climate change for nocturnally migrating bird populations. *Glob. Change Ecol.* doi: 10.1111/gcb.14531.

Verhalten

Warum attackieren Krähen Raben?

Interspezifische Aggression zwischen Tieren ist ein häufiges Phänomen und auch zwischen verschiedenen Vogelarten gut bekannt. In Nordamerika attackieren Amerikakrähen *Corvus brachyrhynchos* und Alaskakrähen *Corvus caurinus* regelmäßig Kolkkraben *Corvus corax*. Ähnliches dürften viele Leserinnen und Leser der Vogelwarte ebenfalls schon bei mitteleuropäischen Krähen beobachtet haben. Was sind die möglichen Ursachen für dieses Verhalten? Zwei Hauptmöglichkeiten könnten in Frage kommen, erstens nonadaptive Gründe, weil Krähen und Raben um Nahrung oder Raum konkurrieren, oder aber sie sind Nestprädatoren bei der jeweils anderen Art. Die beiden Autoren sind dieser Frage mithilfe des Beobachtungsportals eBird nachgegangen. Sie nutzten etwa 2.000 Beobachtungseinträge interspezifischer Aggressionen und fanden drei wesentliche Ergebnisse: (1) Obwohl Kolkkraben größer sind, wurden sie häufiger von Krähen angegriffen. Dies betraf ca. 97% aller beobachteten Auseinandersetzungen und war in ganz Nordamerika festzustellen. (2) Krähen waren vor allem während der Brutzeit, also etwa von März bis Mai, gegenüber Raben aggressiv, es gab aber auch Angriffe zu anderen Jahreszeiten. (3) Angriffe der Krähen auf Raben erfolgten in der Regel in kleinen Gruppen, während Eins-zu-eins-Auseinandersetzungen eher die Ausnahme waren. Das saisonale Muster spricht dafür, dass vor allem die Abwehr von Nestprädation durch Raben ein entscheidender Faktor für das beobachtete Verhalten darstellt. Auseinandersetzungen im Winter könnten entweder der vorsorglichen Abwehr eines potentiellen Nesträubers dienen oder sie stellen einen Kampf um Ressourcen dar. Die Autoren betonen die Wichtigkeit von „Citizen-Science-Daten“ auf kontinentaler Ebene, um interspezifische Interaktionen zwischen Vögeln zu untersuchen. (ds)

Freeman BG & Miller ET 2018: Why do crows attack ravens? The roles of predation threat, resource competition, and social behavior. *Auk* 135: 857-867.

Wenn die Stimmung eskaliert: Fehlinterpretation von Mimikry bewirkt Abwehrverhalten eines Kolibris gegen eine Raupe

Die Raupen so mancher Tag- und Nachtfalter sind wahre Künstler in der Tarnung und Täuschung. Doch die mittelamerikanische Art *Oxytenis modestia*, die wie das Kleine Nachtpfauenaug *Saturnia pavonia* zur Familie der Pfauenspinner (Saturniidae) gehört, ist ein wahrer Meister darin. Während der Imago eine Phytomimese anwendet und schlicht als welches Blatt daher kommt (s. Bild unter: <https://goo.gl/rLm7qK>), imitiert die junge Raupe den Kot eines granivoren Vogels, was auch als Allomimese bekannt ist (s. Bild unter: <https://>



Braunschwanzamazilie *Amazilia tzacatl* bei der Abwehr einer vermeintlich nesträuberischen Schlange. In Wirklichkeit handelt es sich um die Raupe des Nachfalters *Oxytenis modestia*, die sich durch den Kolibri provoziert fühlt und ihre Mimikry zum Besten gibt. Foto: Jim Marden

goo.gl/xLZcqj). Im finalen Stadium wendet die Raupe dann eine Mischung aus Phytomimese und einer Bates'schen Mimikry an. Generell erinnert die Raupe dann an ein eingerolltes grünes bis braunes Blatt mit feinen weißen Sprenkeln, die an einen Pilzbefall erinnern. Jedoch ist die Raupe in der Lage, bei Bedrohung den Brustbereich aufzublähen, wodurch zwei Augenflecken erscheinen, die stark an die syntop vorkommende Dünnschlange *Leptophis ahaetulla* erinnern, einer Art, die häufiger Prädator an Vogelnestern ist. Diese eigentlich schützende Signalfälschung führte in dem hier dokumentierten Vorfall jedoch zu einem gezielten Angriff durch eine Braunschwanzamazilie *Amazilia tzacatl*, eines Kolibris, der weit in Mittelamerika verbreitet ist. Die Raupe fraß in unmittelbarer Nähe zum Nest des Kolibris an einem Blatt. Wohl durch die Flugaktivitäten des Kolibris bedingt, verfiel die Raupe dann in ihren Abwehrmechanismus, der neben der Darstellung der Augen auch eine schlängelnde Kopfbewegung beinhaltet. Der Kolibri nahm die Raupe dann wohl tatsächlich als Schlange wahr und attackierte diese heftig über einen Zeitraum von 26 Minuten, bis sich die Raupe letztendlich entfernte. Die Dokumentation zeigt eindrucksvoll, wie wichtig die Interpretation des Signals durch den jeweiligen Empfänger ist, um seine intendierte Wirkung zu entfalten. Diese Wirkung sollte eigentlich die der Abschreckung sein. Im Fall des brütenden Kolibris bewirkte es jedoch das genaue Gegenteil. Durch die Verhaltensweise des Kolibris gegenüber Schlangen kam es zu einer sich verstärkenden Rückkopplung der

Verhaltensmechanismen. Die Angriffe des Vogels provozierten die Raupe weiterhin, die Augen darzustellen, die wiederum den Kolibri zu weiteren Attacken veranlassten und die Lage eskalieren ließ. Derlei Rückkopplungen durch Fehlinterpretation bei Signalfälschungen sind kaum dokumentiert und eröffnen wichtige Fragestellungen, wie diese Signalfälschungen entstehen und ausbalanciert werden, sodass diese zwar ihre Schutzfunktion optimieren, aber Fehlinterpretationen minimieren. Daher kann die dargelegte Dokumentation Grundlage für weitergehende Forschungen über die limitierenden Faktoren der Evolution solcher Signalausprägungen sein. Eine Videodokumentation kann im Anhang der Studie angeschaut werden (<https://goo.gl/GQQaVi>) (joe)

Marden JA & Perez Cardillo JF 2019: Anti-predator behavior by a nesting hummingbird in response to a caterpillar with eyespots. *Ecology*. doi: 10.1002/ecy.2582.

Breitschwanzkolibris synchronisieren Geschwindigkeit, Flügelgeräusch und Farben bei der Balz

Männchen der in den westlichen Vereinigten Staaten und Mexiko verbreiteten Breitschwanzkolibris *Selasphorus platycercus* zeigen ein spektakuläres Balzverhalten, bei dem sie vor einem sitzenden Weibchen etwa 30 m in die Höhe steigen und in einer U-förmigen Flugkurve herabstürzen. Während des Balzfluges erzeugen sie ein summendes Flügelgeräusch sowie fakultativ in der Sturzphase ein Summen mithilfe der zweiten Steuerfeder. Die Männchen zeigen außerdem ihre auffallende, rot-irisierende Kehle. In einer Untersuchung an wildlebenden Breitschwanzkolibris in Colorado konnte nun gezeigt werden, dass die erwähnten akustischen, visuellen und physikalischen Aspekte der Balz bemerkenswert synchron verlaufen. Dabei ist die rote Kehle nur in einem Bereich von -80° , wenn der Schnabel bei der Annäherung zum Weibchen hin zeigt, und 60° , wenn der Schnabel beim Abflug vom Weibchen abgewendet ist, zu sehen. Aus der Perspektive des Weibchens ändert sich die Kehlfärbung des Männchens damit dramatisch während des Sturzfluges, von leuchtend rot bis dunkelgrün oder schwarz. Das Männchen erreicht seine Höchstgeschwindigkeit, spreizt die Schwanzfedern, um das hörbare Summen zu erzeugen und präsentiert seine rote Kehle innerhalb einer Zeitspanne von etwa 300 ms. Dies entspricht etwa der Dauer eines Wimpernschlags beim Menschen. Über die Funktion der verschiedenen multisensorischen Komponenten des Balzverhaltens kann bisher nur spekuliert werden. Viele tierische Signale sind ähnlich komplex, so dass es wichtig erscheint, ihre räumlich-zeitliche Organisation zu verstehen, um Funktion und Evolution von Balzverhalten erklären zu können. (ks)

Hogan BG & Stoddard MC 2018: Synchronization of speed, sound and iridescent color in a hummingbird aerial courtship dive. *Nat. Commun.* 9: 5260. doi: 10.1038/s41467-018-07562-7.

Evolution

Hausperling 2: Kommensalismus mit dem Menschen hinterlässt Spuren im Hausperlings-Genom

Hausperlinge *Passer domesticus* sind wie kaum eine andere Vogelart vom Menschen abhängige Kulturfolger. Als solche haben sie mittlerweile fast alle Kontinente besiedelt und gelten als gut erforscht. Daher ist es erstaunlich, dass vergleichsweise wenig über ihren Ursprung und das Entstehen des Kommensalismus bekannt ist. Das Autorenteam wählte einen genomischen Ansatz, um diese Fragestellungen zu bearbeiten und analysierte 120 Genome von drei eurasischen Sperlingstaxa: Hausperling, Weidensperling *Passer hispaniolensis* und Italiensperling *Passer italiae*. Das Referenzgenom für den Hausperling ist bereits bekannt und diente entsprechend als Vorlage für das Alignment. Betrachtet wurden dabei auch drei Hausperlingspopulationen der Unterart *P. domesticus bactrianus* Zarudny & Kudashev, 1916 (Bactrianus-Sperling). Diese Form unterscheidet sich recht stark von anderen Hausperlingen – die Vögel sind nicht an menschliche Siedlungen gebunden, sind Zugvögel und kommen im Nahen Osten und den Steppen Zentralasiens vor. Sie unterscheiden sich morphologisch von anderen Hausperlingen und der Schnabel weist Anpassungen an kleinere Samen natürlich wachsender Gräser als Nahrung auf. Koaleszenzmodelle unterstützen eine Trennung zwischen Haus- und Bactrianus-Sperlingen vor rund 11.000 Jahren und eine Ausbreitung des Hausperlings vor 6.000 Jahren. Diese Zeiträume passen zur neolithischen Revolution und die folgende Ausbreitung des Ackerbaus. Nimmt man Bactrianus-Hausperlinge als annähernden Stellvertreter für ursprüngliche Hausperlinge, ergibt der Genomvergleich Anpassungen an den Kommensalismus des Hausperlings mit dem Menschen. Unter positiver Selektion stehen demnach vor allem zwei Kandidatengene: *COL11A* spielt eine Rolle bei der Schädelentwicklung und *AMY2A* gehört zur Amylase-Genfamilie und wurde in Verbindung mit der Verwertung besonders stärkehaltiger Nahrung bei Menschen und Hunden gebracht. Bestimmte genomische Regionen können also wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Anpassung des Hausperlings an die mit dem Aufkommen der modernen menschlichen Zivilisation neu entstandene Nische gebracht werden. (ds)

Rivenet M, Elgvin TO, Trier C, Aliabadian M, Gavrilov A & Sætre G-P 2018: Signatures of human-commensalism in the house sparrow genome. *Proc. R. Soc. B*: 285: 20181246. doi: 10.1098/rspb.2018.1246.

Ökologie

Insekten, die reich an Omega-3-Fettsäuren sind, verbessern Bruterfolg der Sumpfschwalbe

In der Nahrungsökologie von Vögeln schauen Wissenschaftler meist mehr auf die Menge als auf die Qualität der Nahrung. Dabei zeigt sich, dass – wie auch beim Menschen – eine Ernährung, die reich an ungesättigten Fettsäuren ist, mindestens genauso wichtig ist wie ausreichende Mengen an Nahrung zu haben. Hierzu zählen vor allem auch Omega-3-Fettsäuren, die nachweislich zur gesunden Entwicklung von Organismen beitragen. Einige dieser Fettsäuren werden natürlicherweise ausschließlich von Primärproduzenten in aquatischen Ökosystemen gebildet und werden durch das Nahrungsnetz in höhere trophische Ebenen transportiert. Diese Zerteilung in der Verfügbarkeit von Omega-3-Fettsäuren kann zu einer Unterversorgung bei terrestrischen Tieren führen, wenn aquatische Lebensräume im Zuge von Habitatzerstörung oder des Klimawandels seltener werden. Vögel, die sich von Fluginsekten ernähren, kommen sowohl mit Arten in Berührung, die einen rein terrestrischen Lebenszyklus haben, wie Schmetterlinge oder Hautflügler, oder aber durch aquatische Larvenstadien charakterisiert sind, wie Eintags-, Stein-, oder Köcherfliegen oder aquatische Mücken- und Fliegenarten. Auch in diesen beiden Gruppen finden sich deutliche Unterschiede in der Verfügbarkeit und Zusammensetzung von



Sumpfschwalben *Tachycineta bicolor* beginnen unter den insektenfressenden Zugvögeln deutlich früher mit der Brut als andere Arten. So können sie die ebenfalls früher fliegenden aquatischen Insekten zur Jungenaufzucht nutzen.

Foto: Jan Engler, Long Island, NY, USA

Omega-3-Fettsäuren. Im Rahmen einer 24-jährigen Langzeitstudie an nordamerikanischen Sumpfschwalben *Tachycineta bicolor* konnte nun gezeigt werden, wie sich die Nahrungsverfügbarkeit von Fluginsekten aquatischen Ursprungs auf die Überlebensfähigkeit von Jungvögeln auswirkt. Jungvögel akkumulieren Omega-3-Fettsäuren bereits direkt nach dem Schlupf durch die Nahrung. In Jahren mit geringem Anteil aquatischer Fluginsekten sank auch die Zahl flügger Jungvögel. Hingegen hatten vergleichbare Variationen rein terrestrischer Fluginsekten kaum einen Einfluss auf den Bruterfolg. Dies zeigt, dass Insektengruppen bezogen auf den Nährwert für insektenfressende Vögel nicht gleichwertig zu behandeln sind, was einen enormen Unterschied in der Betrachtung des Bruterfolges wildlebender Arten ausmacht, die sich zumindest teilweise von aquatischen Ressourcen ernähren. Betrachtet man die zunehmende Zerstörung aquatischer Ökosysteme auch hierzulande, so drängt sich ein Zusammenhang mit dem Rückgang vieler insektenfressender Vogelarten auf, der überraschenderweise mit einem Nährstoffmangel an bestimmten Omega-3-Fettsäuren erklärt werden könnte und dringend weiterer Forschung bedarf. (joe)

Wingfield Twining C, Shipley JR & Winkler DW 2018: Aquatic insects rich in omega-3 fatty acids drive inbreeding success in a widespread bird. *Ecol. Lett.* 21: 1812-1820.

Limikolen als wichtige Samenverbreiter

Limikolen sind bekannt für ihre schnellen und weiten Zugbewegungen. Weniger bekannt hingegen ist die Rolle von Limikolen als Samenverbreiter. Dabei sind Limikolen alles andere als Vegetarier. Dennoch wandert bei vielen Arten auch mal pflanzliche Nahrung in den Schnabel. Die Verbreitung von Samen durch die Nahrungsaufnahme und das spätere Ausscheiden nennt man Endozoochorie. Wandert ein Samen zur Zugzeit nun erfolgreich durch eine Limikole, kann es also passieren, dass der Samen viele hundert oder gar tausend Kilometer weit verfrachtet wird. Diese Form des Langstreckendispersals könnte eine wichtige Rolle bei der Besiedlung ozeanischer Inseln gespielt haben oder aber erklären helfen, wieso manche Pflanzengruppen eine bipolare Verbreitung zeigen. Die vorliegende Studie hat nun über 400 Kotproben und Speiballen von sechs europäischen Limikolen auf Anteil und Menge von Pflanzensamen hin untersucht. Unter den Limikolen waren auch Arten wie Rotschenkel *Tringa totanus*, Kiebitz *Vanellus vanellus* oder Großer Brachvogel *Numenius arquata*. Intakte Samen wurden bestimmt und, wenn möglich, zum Keimen gebracht. Intakte Samen konnten bei allen sechs Vogelarten nachgewiesen werden und waren in etwa 13% aller Hinterlassenschaften vorhanden. Diese stammten von insgesamt 13 Pflanzenfamilien. Auch konnten vier invasive Pflanzenarten nachgewiesen werden. Ganze 89% der Samen stammten von terrestrischen Pflanzen. Die Er-



Auch der Rotschenkel *Tringa totanus* hilft bei der Samenverbreitung. Vor allem intakte Samen der Strand-Salbe (*Ruppia maritima*) konnten in den Speiballen nachgewiesen werden. Foto: Darius Stiel, Leybucht, Deutschland

gebnisse zeigen die durchaus wichtige Rolle von Limikolen für die Endozoochorie, auch bei Pflanzenarten, bei denen dieser Verbreitungsmechanismus zuvor unbekannt war. (joe)

Lovas-Kiss Á, Sánchez MI, Wilkinson DM, Coughlan NE, Alves JA & Green AJ 2018: Shorebirds as important vectors for plant dispersal in Europe. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.04065.

Telomerlänge in der Jugend sagt Reproduktionslebensleistung voraus

Telomere sind die Zeitgeber einer jeden Zelle. Es sind DNA-Sequenzen, die an den Enden von Chromosomen zu finden sind. Teilt sich eine Zelle, geht jedes Mal auch ein bisschen DNA an den Enden verloren. Damit dabei keine wichtigen genetischen Informationen mit verloren gehen, puffern die Telomere diesen Verlust ab. Mit der Zeit schrumpfen diese jedoch, bis sie irgendwann ihre Funktion verlieren und die Zelle stirbt. Wir kennen dies auch unter dem Namen Zellalterung. Die Länge von Telomeren gibt somit Auskunft über das Alter bzw. die Langlebigkeit einer Zelle. In der frühen Entwicklung, in der das Wachstum stattfindet, teilen sich Zellen entsprechend oft, sodass Telomere in dieser Wachstumsphase bereits schnell schrumpfen. Kommt es in dieser Phase allerdings zu Stressreaktionen, etwa durch Nahrungsmangel oder hormonell durch ausgelöste externe Faktoren, kann dies die Telomere noch schneller schrumpfen lassen. Wie wirkt sich nun eine stressige Jugend auf das Erwachsenenalter aus? Beim australischen Purpurkopf-Staffelschwanz *Malurus coronatus*

jedenfalls leidet die Lebenszeit und damit auch die Lebensleistung des Bruterfolges. Rechnet man die Jugendsterblichkeit im ersten Lebensjahr raus, hatte die Telomerlänge im Nestlingsalter einen positiven Effekt auf das Lebensalter. Hierdurch ergaben sich auch entsprechende Effekte auf die Reproduktion, wie den individuellen Beitrag zum Populationswachstum und den Zeitraum, in dem ein Altvogel auch Brutvogel ist. Das bedeutet, dass eine Vernachlässigung des Körpers in der Jugend die Leistung im Alter verschlechtert. Zumindest bei Purpurkopf-Staffelschwänzen. (joe)

Eastwood JR, Hall ML, Teunissen N, Kingma SA, Hidalgo Aranzamendi N, Fan M, Roast M, Verhulst S & Peters A 2018: Early-life telomere length predicts lifespan and lifetime reproductive success in a wild bird. *Mol. Ecol.* doi:10.1111/mec.15002.

Biogeographie

Polarfronten als Barriere für Pinguine?

Ozeanische Fronten teilen das Südpolarmeer in Wassermassen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, insbesondere in Bezug auf Temperatur und Salzgehalt. Für viele marine Taxa wurden diese Fronten als Barriere vorgeschlagen, die durch Begrenzung des Genflusses zu lokaler Adaptation und Differenzierung führen könnten. Die bekanntesten ozeanischen Fronten im Südpolarmeer sind die Antarktische Polarfront und die Subtropische Front, die die Gewässer der Antarktis von subantarktischen und subtropischen Gewässern trennen. Pinguine der Gattung *Eudyptes* sind von der antarktischen Halbinsel über subantarktische Inseln bis zu einigen südlichen subtropischen Inseln verbreitet. Wegen in jüngster Zeit erfolgter Diversifizierung ist die Zahl der Arten jedoch umstritten. In einer Studie an fünf *Eudyptes*-Arten (Östlicher, Nördlicher und Südlicher Felsenpinguin *E. filholi*, *E. chrysocome*, *E. moseleyi*, Goldschopfpinguin *E. chrysolophus* und Haubenpinguin *E. schlegeli*) wurden jetzt zwei mtDNA- und zwei nukleare Marker analysiert. Dazu wurden in verschiedenen Pinguinkolonien 302 Blutproben gesammelt und die DNA isoliert. Die Ergebnisse zeigen eine starke phylogeographische Struktur der Felsenpinguine, die für eine Anerkennung von drei Arten spricht. Obwohl keine genetische Divergenz innerhalb der Goldschopfpinguine der Antarktis und subantarktischer Inseln sowie zwischen Goldschopfpinguinen und Haubenpinguinen gefunden werden konnte, deuten populationsgenetische Analysen in beiden Fällen auf populationsgenetische Strukturen zwischen Populationen hin, die durch die Antarktische Polarfront getrennt sind. Die Autoren schlagen für beide Arten die Antarktische Polarfront und die Subtropische Front als Barriere vor, die den Genfluss zwischen Kolonien einschränken könnten. (ks)

Frugone MJ, Lowther A, Noll D, Ramos B, Pistorius P, Dantas GPM, Petry MV, Bondadonna F, Steinfurth A, Polanowski A, Raya Rey A, Lois NA, Pütz K, Trathan P, Wienecke B, Poulin E & Vianna JA 2018: Contrasting phylogeographic pattern among *Eudyptes* penguins around the Southern Ocean. *Sci. Rep.* 8: 17481. doi: 10.1038/s41598-018-35975-3.

Biodiversitätserfassung

Geringe spontane Rufaktivität des Waldkauzes kann zu Unterschätzungen des Bestandes führen

Um solch heimliche und nachtaktive Vögel wie Eulen zu erfassen, werden meist ihre Rufe genutzt. Häufig werden Klangattrappen eingesetzt, die ansonsten ruhige Vögel zum Antworten animieren sollen. Dies führt oft zu besseren Ergebnissen, als nur spontan rufende Eulen zu erfassen. Andererseits können Klangattrappen jedoch dazu führen, dass sich Individuen aus ihrem normalen verteidigten Revier herausbewegen und es so zu fehlerhaften Bestandsschätzungen kommt. Es ist also wichtig zu ermitteln, wie sich Umweltfaktoren auf das Rufverhalten von Eulen auswirken, um Rufe zur Schätzung der Bestandsgröße nutzen zu können. In einer Studie an Waldkäuzen *Strix aluco* in zwei Gebieten in Nordspanien wurden 20 Vögel mit Sendern ausgestattet und ihr spontanes Rufverhalten mit dem von 36 unbesenderten Individuen verglichen. Im Zeitraum März 2013 bis Mai 2015 konnten knapp 8800 Rufe und Gesänge registriert werden. Rufe und Gesänge wurden für das Ergebnis der vorliegenden Studie zusammengefasst. Der jährliche Anteil an Begehungen, bei denen eine Eule rief, betrug 6,3 % und unterschied sich nicht zwischen den beiden Untersuchungsgebieten. Die Rufaktivität der Käuze variierte jedoch mit dem Geschlecht, der Phase des Jahreszyklus und dem Wetter. Männliche Waldkäuze riefen während des gesamten Jahres signifikant häufiger als Weibchen, mit einem deutlichen Höhepunkt während und nach der Brut. Wind und Regen beeinflussten die Rufaktivität beider Geschlechter während des gesamten Jahres negativ. Besenderte Eulen wurden häufiger erfasst als unbesenderte, vermutlich aufgrund eines Beobachtereffektes, denn die systematischen Erfassungen stellten kurze Wege zu den besenderten Eulen sicher, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit, Rufaktivität festzustellen, erhöhte. So konnten 2,8 % der Variation der Rufaktivität auf Unterschiede in der Nachweiswahrscheinlichkeit zwischen besenderten und unbesenderten Eulen zurückgeführt werden. Die Autoren weisen darauf hin, dass bei Feldarbeiten zur optimalen Jahreszeit und bei guten Wetterbedingungen nur etwa 12 % der wahren Waldkauzpopulation erfasst werden können, wenn die Kartierung auf spontaner Rufaktivität basiert. (ks)

Zuberogitia I, Burgos G, González-Oreja JA, Morant J, Martínez JE & Albizua JZ 2018: Factors affecting spontaneous vocal activity of Tawny Owls *Strix aluco* and implications for surveying large areas. *Ibis*. doi: 10.1111/ibi.12684.

Variabilität in der Reaktion von Wildtieren auf Freizeitaktivitäten

Joy Coppes

Coppes J 2019: Variation in impacts of recreational outdoor activities on wildlife. Vogelwarte 57: 57-59.

Kurzfassung der Dissertation: "Variation in impacts of recreational outdoor activities on wildlife", vorgelegt an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, betreut von Prof. Dr. Ilse Storch (Professur für Wildtierökologie und Wildtiermanagement), Prof. Dr. Raphaël Arlettaz (Universität Bern, Institut für Ökologie und Evolution, Naturschutz) und Dr. Veronika Braunisch (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg).

✉ JC: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Wonnhaldestraße 4, 79100 Freiburg im Breisgau.
E-Mail: joy.coppes@forst.bwl.de

In den letzten Jahren verzeichnete man eine starke Zunahme von Freizeitaktivitäten wie Wandern, Mountainbiking oder Skilanglauf. Diese Aktivitäten sind ein wichtiger wirtschaftlicher Einkommensfaktor. Außerdem wird Erholung als eine wichtige Ökosystemfunktion von Naturgebieten betrachtet. Gleichzeitig üben diese Aktivitäten aber Druck auf die Ökosysteme aus, in denen sie stattfinden. Die negativen Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf die Umwelt sind vielfältig und gelten als Bedrohung für eine Vielzahl von Arten. Freilebende Tiere, hier als „Wildtiere“ bezeichnet, reagieren auf die Anwesenheit von Menschen häufig ähnlich wie auf die Präsenz von Prädatoren. Der Anstieg der Freizeitaktivitäten führt daher zu vermehrten, aber unterschiedlichen Reaktionen von Wildtieren: So gibt es auch Arten, die von menschlichen Freizeitaktivitäten wie beispielsweise assoziierten Habitatstrukturen (z. B. Randleinien) oder weggeworfenen Essensresten profitieren. Andere Arten haben sich an die Anwesenheit von Menschen gewöhnt, was zu reduzierten Reaktionen auf den Menschen führt. Es gibt jedoch eine zunehmende Anzahl von Studien, die auf negative physiologische Auswirkungen und Verhaltensänderungen bei Wildtieren durch Freizeitaktivitäten hinweisen. Letztere reichen von Flucht über die Änderung des Sicherungsverhaltens bis hin zur verminderten Nutzung von Gebieten, die von Freizeitsportlern intensiv genutzt werden (z. B. in der Nähe von Freizeitinfrastrukturen wie Wander- oder Mountainbikestrecken). Am Beispiel von Vogelarten wurde gezeigt, dass Freizeitaktivitäten auch zu einer Veränderung der Zusammensetzung von Artengemeinschaften führen können. Gründe dafür können Verhaltensänderungen sein, die bei einigen Arten zu vermindertem Reproduktionserfolg und erhöhtem Nestverlust führen. Zu den

physiologischen Effekten gehören eine erhöhte Herzfrequenz sowie ein erhöhter Stresshormonspiegel in Bereichen nahe der Erholungsinfrastruktur. Frühere Studien haben jedoch auch gezeigt, dass die Reaktionen von Wildtieren auf Erholungsaktivitäten zwischen Arten, Gebieten und Lebensräumen variieren können. Dies erschwert es, effektive Lösungen zu finden, um in Gebieten, die als Wildtierlebensraum und als Erholungsraum genutzt werden, Freizeitaktivitäten zu ermöglichen und gleichzeitig Wildtiere zu schützen.

Anhand von zwei Modellarten (Rothirsch *Cervus elaphus* und Auerhuhn *Tetrao urogallus*) habe ich Gründe für räumliche, zeitliche und individuelle Varia-



Männlicher Auerhahn – male *Capercaillie*. Foto: Joy Coppes.

bilität in der Reaktion auf Freizeitnutzung innerhalb von Populationen sowie regionale Variabilität zwischen Populationen beleuchtet. Die Ergebnisse sollen Anhaltspunkte für effiziente Managementmethoden und wildtierökologische Fachkonzepte geben, um die Auswirkungen von Erholungssuchenden auf Wildtiere zu reduzieren.

Im ersten Kapitel analysierte ich GPS-Telemetriedaten von Rothirschen, um zu untersuchen, wie sich die Tiere an tageszeitlich unterschiedliche Nutzung ihrer Lebensräume durch Erholungssuchende angepasst haben. Während des Tages, wenn Menschen anwesend sind, vermeiden Rothirsche die Gebiete in der Nähe der Freizeitinfrastrukturen (z. B. Wanderwege, Mountainbikestrecken). In der Nacht hingegen, wenn keine Erholungssuchenden präsent sind, nutzen die Hirsche diese Bereiche bevorzugt. Dies zeigt, dass die Hirsche ihr Verhalten zeitlich angepasst haben, um Erholungssuchende zu meiden und trotzdem die während des Tags nicht verfügbaren Ressourcen nahe der Wege zu nutzen. Gleichzeitig konnte ich zeigen, dass Hirsche Wildruhezonen (Gebiete, in denen Freizeitaktivitäten im Vergleich zu anderen Bereichen eingeschränkt sind) bevorzugt aufsuchen.

Im zweiten Kapitel habe ich anhand von Radio-Telemetriedaten untersucht, wie Auerhühner Freizeitinfrastrukturen in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Nutzungsart meiden. Die Vögel zeigten eine verminderte Nutzung von Gebieten in der Nähe von Freizeitaktivitäten mit höheren mittleren Meidungsdistanzen im Winter (320 m) im Vergleich zum Sommer (145 m). Die Gebiete, die näher an den Freizeitinfrastrukturen liegen, stehen den Auerhühnern daher nicht uneingeschränkt zur Verfügung, was effektiv zu einer Lebensraumverschlechterung führt. Zudem konnte ich nachweisen, dass sich die Meidungsdistanz beim Vorhandensein einer dichten Strauchschicht reduziert. Dies zeigt, dass die Vögel weniger Meidung zeigen, wenn Sichtschutz vorhanden ist. Bei der Extrapolation der Meidungsdistanzen auf die gesamte Auerhuhnverbreitung im Schwarzwald konnte ich zeigen, dass große Teile des aktuellen Verbreitungsgebietes innerhalb der oben genannten Meidungsdistanzen liegen. Im Sommer können bis zu 20 % und im Winter bis zu 40 % des derzeitigen Verbreitungsgebietes durch Freizeitinfrastrukturen gestört werden. Dadurch, dass solche großen Flächen betroffen sind, könnte die Meidung von Freizeitinfrastrukturen sich möglicherweise negativ auf die Auerhuhnpopulation im Schwarzwald auswirken.

Durch die Kombination der Analyse von Corticosteroidmetaboliten (Stresslevel) und der genetischen Analyse von Auerhuhnkotproben konnte ich in Kapitel drei die Bedeutung inter-individueller Heterogenität bei der Untersuchung der Auswirkungen von Erholungsaktivitäten auf Wildtiere aufzeigen. Beim Vergleich von generalisierten additiven Modellen, die Informationen

zum Individuum enthielten, von dem eine Probe stammte, mit denen, die diese Information nicht enthielten, zeigte sich, dass die Ergebnisse sehr unterschiedlich sein können. Die Modelle ohne die Daten zur inter-individuellen Heterogenität erklärten nur sehr wenig (4,0 % und 5,1 %) der beobachteten Variation der Stresslevel. Bei Einbeziehung der Daten zur inter-individuellen Heterogenität erhöhte sich der Anteil der erklärten Variation signifikant (44,0 % und 45,1 %). Gleichzeitig veränderten sich die Ergebnisse der Modelle: Wurde die Information zum Individuum nicht berücksichtigt, erschienen zusätzliche Prädiktoren signifikant. Die Entfernung zur Erholungsinfrastruktur beeinflusste jedoch in beiden Modellen signifikant die Stresslevel, mit höheren Levels in der Nähe der Erholungsinfrastruktur. Es gelang zu zeigen, dass individuelle Heterogenität den größten Teil der beobachteten Varianz der Stresslevel erklären kann und dass das Ignorieren dieser Information falsche Schlussfolgerungen zur Folge haben kann.

Im vierten Kapitel kombinierte ich Daten aus 13 verschiedenen Untersuchungsgebieten, die über einen Zeitraum von 13 Jahren gesammelt wurden, um die Auswirkungen der strukturellen Habitataignung (ermittelt mit einem unabhängigen Habitataignungsindex HSI) auf die Reaktion von Auerhühnern auf Freizeitaktivitäten zu untersuchen. Hierbei standen die Auswirkungen auf zwei Skalenebenen im Fokus: Auf die lokale Habitatnutzung sowie auf die regionalen Dichten. Daten zu strukturellen Habitat-Parametern und zur Auerhuhn-Habitatnutzung (indirekte Nachweise wie Federn und Kot) wurden an Probepunkten in einem regelmäßigen Raster gesammelt. Die Wahrscheinlichkeit, Auerhuhn-Nachweise zu finden, wurde durch den HSI auf beiden Skalenebenen beeinflusst. An Probepunkten mit einem hohen HSI war die Wahrscheinlichkeit, einen Auerhuhn-Nachweis zu finden, höher als an Punkten mit geringem HSI. Diese Wahrscheinlichkeit wurde jedoch in der Nähe von Erholungsinfrastrukturen reduziert. Interessanterweise fand ich eine Interaktion zwischen dem HSI und der Entfernung zur Freizeitinfrastruktur: Die Vermeidung von Freizeitinfrastrukturen ist bei schlechter Habitataignung stärker als bei einer hohen Habitataignung. Auch die Auerhuhndichte war positiv mit dem durchschnittlichen HSI in einem Gebiet korreliert, jedoch wurden signifikant niedrigere Dichten gefunden, wenn mehr als 50 % der Fläche potentiell durch Freizeitaktivitäten beeinflusst waren. Auf der regionalen Ebene wurde jedoch keine Interaktion zwischen dem durchschnittlichen HSI und der Erholungsinfrastruktur gefunden. Eine Erhöhung der strukturellen Habitataignung kann daher negative Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf die lokale Habitatnutzung teilweise reduzieren, dies funktioniert jedoch nicht auf der Populationsebene. Die Tatsache, dass ich einen Schwellenwert gefunden habe, ab dem Freizeitinfrastrukturdichten negative Auswirkungen

haben, deutet darauf hin, dass Auerhühner in gewissem Maße mit Freizeitaktivitäten zurechtkommen können. Wird das Maß jedoch überschritten, kann dies negative Auswirkungen auf die lokale Population haben.

Im letzten Kapitel verbinde ich die Ergebnisse der vorhergehenden Kapitel und zeige, wie diese zur systematischen Ausweisung von Wildruhegebieten für Auerhühner angewendet werden können. Durch die Anwendung verschiedener Forschungsmethoden, Studiendesigns und Analysen zeigt meine Doktorarbeit, wie unterschiedlich die Reaktionen von Wildtieren auf Freizeitaktivitäten zeitlich, je nach Individuum und unter verschiedenen Habitatbedingungen sein können. Ich konnte daher nicht nur relevante Erkenntnisse für zukünftige Forschungstätigkeit generieren, sondern auch Ergebnisse liefern, die von PraktikerInnen angewendet werden können, um negative Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf Wildtiere zu reduzieren.

Weitere Informationen finden Sie in den im Rahmen der Dissertation erschienenen Veröffentlichungen:

- Coppes J, Burghardt F, Hagen R, Suchant R & Braunsch V 2017: Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (*Cervus elaphus*). PLoS ONE 12(5): e0175134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175134>
- Coppes J, Ehrlicher J, Thiel D, Suchant R & Braunsch V 2017: Outdoor recreation causes effective habitat reduction in capercaillie *Tetrao urogallus*: a major threat for geographically restricted populations. Journal Avian Biology 48 (12): 1583-1594.
- Coppes J, Kämmerle JL, Willert M, Kohlen A, Palme R & Braunsch V 2018: The importance of individual heterogeneity for interpreting faecal glucocorticoid metabolite levels in wildlife studies. Journal of Applied Ecology 55: 2043-2054.
- Coppes J, Nopp-Mayr U, Grünschnacher-Berger V, Storch I, Suchant R & Braunsch V 2018: Habitat suitability modulates the response of wildlife to human recreation. Biological Conservation 227: 56-64.

Saisonale Schwankungen beim „Mobbing“ von Sperlingsvögeln

Entdecken Vögel einen potenziellen Prädator, entwickeln viele Arten ein sogenanntes Hassverhalten (englisch: „mobbing behaviour“): Sie weisen mit Hilfe lauter Alarmrufe (englisch: „mobbing calls“) auf den potenziellen Feind hin und/oder versuchen, diesen durch Scheinangriffe zu vertreiben. Häufig ist das Überraschungsmoment für einen Jäger ein wichtiger Faktor für einen positiven Jagderfolg. Wird der Jäger entdeckt und so massiv gestört, bricht er häufig die Jagd ab und wartet auf eine bessere Gelegenheit. Das Hassverhalten ist folglich eine recht erfolgreiche Anti-Prädator-Strategie, die auch mehrere unterschiedliche Arten mit einbeziehen kann.

Die Alarmrufe können hierbei unterschiedliche Funktionen haben, wobei die wichtigste vermutlich die Vertreibung des Jägers aus dem Bereich der möglichen Beute ist (Pettifor 1990; Flasskamp 1994). Alarmrufe warnen weiterhin Artgenossen vor der möglichen Gefahr und können diese auch zur Verstärkung herbeirufen. Was für Artgenossen gilt, kann auch für andere mögliche Beutetiere gelten. Auch diese können gewarnt und/oder zur Verstärkung gerufen werden. Dies setzt natürlich eine funktionierende zwischenartliche Kommunikation voraus. Generell gilt bei der Strategie: Je größer die Zahl der Hasser ist, desto größer ist ihre Chance den Räuber zu vertreiben (Picman et al. 1988; Krams et al. 2009). Das Hassverhalten ist jedoch auch nicht ohne Risiko. Es besteht die Gefahr für den Hassenden, selbst zur Beute zu werden (Curio & Regelman 1986). Vögel (als mögliche Beute) können aber die Stärke ihres Hassverhaltens an das zu erwartende Risiko in Verbindung mit dem Feinddruck anpassen (Billings et al. 2015; Dutour et al. 2016, 2017). Da Prädatoren es besonders auf Jungvögel oder Nestlinge abgesehen haben, ist während der Brutzeit eine erhöhte Hassintensität zu erwarten. Neben der verstärkten Anstrengung der Eltern, ihren Nachwuchs zu schützen (Montgomerie & Weatherhead 1988; Redondo 1989), kann ein weiterer Grund die Revierbindung vieler Arten zu dieser Zeit sein (Betts et al. 2005). Ohne Revier können die Tiere dem Jäger einfacher ausweichen. Diese Möglichkeit haben sie nicht, ohne ihr hart erkämpftes Revier zu verlassen.

Viele Studien haben bereits eine verstärkte Hassintensität einzelner Arten im Frühjahr aufgezeigt (z. B. Shedd 1983; Krams & Krama 2002). Jedoch dokumentierten diese Studien die Reaktion auf einen Prädator oder auf Hassrufe der eigenen Art. Dutour et al. (2017) beobachteten bei einer Vogelsonnenschaft eine intensivere Reaktion auf einen Jäger im Herbst. Diese Sonnenschaft bestand aus mehreren Singvogelarten und

formte einen gemischten Schwarm, der gemeinsam hasste. Für das gemeinsame Hassverhalten mehrerer Arten ist es entscheidend, die Hassrufe von den anderen beteiligten Arten zu erkennen.

Bislang fehlen noch Informationen, inwieweit sich die Wahrnehmung dieser Hassrufe von anderen Arten im Saisonverlauf verändert. Um diese Frage zu beantworten, haben die Autoren von der Claude Bernard Universität Lyon Playbacks von Hassrufen des Kleibers *Sitta europaea* und des Zaunkönigs *Troglodytes troglodytes* benutzt (Dutour et al. 2019). Sie haben die Reaktion von Kohlmeisen *Parus major* und Blaumeisen *Cyanistes caeruleus* im Frühjahr während der Brutzeit und im Herbst außerhalb der Brutzeit auf die Playbacks in einem Mischwald nahe Lyon in Frankreich erfasst. Ein Ergebnis der Experimente war, dass beide Meisenarten saisonal unterschiedlich auf die künstlichen Warnrufe reagierten. Im Gegensatz zu den meisten vorherigen Studien war das Hassverhalten bei beiden Meisenarten im Herbst intensiver als im Frühjahr. Die Autoren erklären das Ergebnis damit, dass auch Jäger in ihrem Beutespektrum eine Saisonalität aufweisen können. Wenn der Jagddruck auf die Beutearten im Herbst zunehmen würde, wäre für sie eine verstärkte Hassintensität sinnvoll. Auch könnte der Vogelzug eine Rolle spielen. Wenn die getesteten Vögel im Herbst Zugvögel aus dem Norden sind, könnten sie mit den dortigen Jägern nicht so vertraut sein, wodurch eine größere Sensitivität gegenüber Warnrufen für sie sinnvoll sein kann. Das heißt, auch die saisonalen Schwankungen in der Empfindlichkeit des Empfängers sind bei der Interpretation zu berücksichtigen (z. B. Lucas et al. 2007).

Beide Meisenarten reagierten stärker auf die Rufe des Kleibers als auf die des Zaunkönigs, obwohl keine der beiden Arten mit Meisen verwandt ist. Die Autoren vermuten, dass dies mit dem unterschiedlichen Verhalten der beiden Warner zusammenhängen könnte. Kleiber sind im Herbst oft in gemischten Schwärmen mit Meisen vergesellschaftet während der Zaunkönig eher ein Einzelgänger ist. Das heißt, die Meisen sind mit dem Verhalten des Kleibers vertrauter. Auch ist die Größe beider Meisenarten eher mit der des Kleibers vergleichbar, so dass sie die gleichen Feinde haben. Weiterhin diskutieren die Autoren noch den Einfluss des Lernens auf das Hassverhalten und wie die Tiere es schaffen, Informationen über die Art der Gefahr mit Hilfe der Rufe zu vermitteln (z. B. Carlson et al. 2017).

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Jahreszeit einen deutlichen Einfluss auf die „Mobbing“-Reaktion der

beiden untersuchten Meisenarten hat. Insgesamt ist das Hassverhalten eine sehr komplexe Anti-Prädator-Strategie, deren Ausprägung von vielen Parametern beeinflusst wird.

- Betts MG, Hadley AS & Doran PJ 2005: Avian mobbing response is restricted by territory boundaries: experimental evidence from two species of forest warblers. *Ethology* 111: 821-835.
- Billings AC, Greene E & Lucia Jensen SM 2015: Are chickadees good listeners? Antipredator responses to raptor vocalizations. *Anim. Behav.* 110: 1-8.
- Carlson NV, Healy SD & Templeton CN 2017: A comparative study of how British tits encode predator threat in their mobbing calls. *Anim. Behav.* 125: 77-92.
- Curio E & Regelmann K 1986: Predator harassment implies a real deadly risk: a reply to Hennessy. *Ethology* 72: 75-78.
- Dutour M, Cordonnier M, Léna JP & Lengagne T 2019: Seasonal variation in mobbing behaviour of passerine birds. *J Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01630-5>.
- Dutour M, Léna JP & Lengagne T 2016: Mobbing behaviour varies according to predator dangerousness and occurrence. *Anim. Behav.* 119: 119-124.
- Dutour M, Léna JP & Lengagne T 2017: Mobbing behaviour in a passerine community increases with prevalence in predator diet. *Ibis* 159: 324-330.
- Flasskamp A 1994: The adaptive significance of avian mobbing. V. An experimental test of the 'move on' hypothesis. *Ethology* 96: 322-333.
- Krams I & Krama T 2002: Interspecific reciprocity explains mobbing behaviour of the breeding Chaffinches, *Fringilla coelebs*. *Proc. R. Soc. B* 269: 2345-2350.
- Krams I, Berzins A & Krama T 2009: Group effect in nest defence behaviour of breeding Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*. *Anim. Behav.* 77: 513-517.
- Lucas JR, Freeberg TM, Long GR & Krishnan A 2007: Seasonal variation in avian auditory evoked responses to tones: a comparative analysis of Carolina Chickadees, Tufted Titmice, and White-breasted Nuthatches. *J. Comp. Physiol. A* 193: 201-215.
- Montgomerie RD & Weatherhead PJ 1988: Risk and rewards of nest defence by parent birds. *Q. Rev. Biol.* 63: 167-187.
- Pettifor RA 1990: The effects of avian mobbing on a potential predator, the European Kestrel, *Falco tinnunculus*. *Anim. Behav.* 39: 821-827.
- Picman J, Leonard M & Horn A 1988: Antipredation role of clumped nesting by marsh-nesting Red-winged Blackbirds. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 22: 9-15.
- Redondo T 1989: Avian nest defence: theoretical models and evidence. *Behaviour* 111: 161-195.
- Shedd DH 1983: Seasonal variation in mobbing intensity in the Black-capped Chickadee. *Wilson Bull* 95: 343-348.

Frank R. Mattig

Beeinflusst eine hohe Seeadler-Dichte den Bruterfolg von Schreiadlern?

Topprädatoren beeinflussen die Populationen der Prädatoren niedriger Stufe, die im gleichen Gebiet vorkommen. Dies gilt natürlich auch für die Vogelwelt (Sergio & Hiraldo 2008). Spitzenprädatoren können auf der einen Seite in einer direkten Beutebeziehung zu den nachrangigen Prädatoren stehen (z. B. Lourenço et al. 2014; Hoy et al. 2017). Auf der anderen Seite können sie als die größeren und stärkeren Tiere die kleineren und schwächeren in der Konkurrenz um Nahrung und Ressourcen verdrängen. Eine Brut im gleichen Gebiet wie der Spitzenprädatoren kann für nachrangige Prädatoren mit so vielen Nachteilen verbunden sein (z. B. Gamauf et al. 2013), dass diese die Reviere der Spitzenprädatoren aktiv meiden, um ihr Risiko zu minimieren (z. B. Björklund et al. 2016; Michel et al. 2016). Hierdurch würde sich ein deutlicher Bestandsrückgang der nachrangigen Prädatoren in den Revieren der Topprädatoren ergeben. Die genaue Beziehung der Prädatoren unterschiedlicher Stufe in der Vogelwelt untereinander ist jedoch noch nicht gänzlich verstanden oder auch bei jeder Art unterschiedlich.

Der größte heimische Greifvogel ist der Seeadler *Haliaeetus albicilla*. Nachdem die Bestände durch den Jagddruck und die Vergiftung mit DDT Mitte des vorigen Jahrhunderts weitgehend zusammengebrochen

waren, erholen sie sich in letzter Zeit wieder (Helander & Stjernberg 2002). Das bedeutet die Rückkehr des Topprädatoren schlechthin. Im Baltikum brütet der 3,1 bis 6,9 kg schwere Seeadler im gleichen Gebiet wie der nur 1,1 bis 2,2 kg schwere Schreiadler *Clanga pomarina*. Beide Arten könnten sowohl in einer klassischen Räuber-Beute Beziehung stehen oder aber in einer sogenannten Intraguild-Predation Beziehung und als natürliche Gegenspieler um die gleichen Ressourcen konkurrieren (Sergio & Hiraldo 2008). Untersuchungen der Nahrungsreste von Seeadlern in Europa haben bisher keine Überreste von Schreiadlern ergeben, jedoch sind bisher noch keine Untersuchungen in einem Gebiet erfolgt, in dem beide Arten gemeinsam brüten.

In der vorliegenden sechsjährigen Studie aus den Jahren 2012 bis 2017 untersuchten die Autoren vom Nature Research Center in Wilna und dem Tadas-Ivanauskas-Zoomuseum in Kaunas in einem ca. 520 km² großen Gebiet am Kurischen Haff an der Ostseeküste Litauens (55° 22' N, 21° 22' O) den Fortpflanzungserfolg des Schreiadlers (Dementavičius et al. 2019). Das Gebiet beherbergt ca. 15 % des Brutbestandes von Seeadlern in Litauen mit der höchsten Revierdichte des Landes. Für die Studie wurden die Daten von 23 Brutpaaren des Seeadlers und von 12 Brutpaaren des Schreiadlers ausgewer-

tet. Mit Hilfe eines statistischen Modells haben die Autoren den Einfluss (1) der Distanz zum nächsten Seeadlerhorst, (2) die Zahl der besetzten Seeadlerhorste in einem 3 km Radius um den jeweiligen Schreiadlerhorst sowie (3) des Bruterfolges im nächsten Seeadlerhorst auf den Bruterfolg der Schreiadler untersucht. Zusätzlich wurden die verschiedenen Habitate um die Schreiadlerhorste erfasst und auch deren Einfluss wurde untersucht.

Im Vergleich zu den Seeadlern gab es um die Brutplätze der Schreiadler herum weniger Gewässer. Sie nutzten häufiger landwirtschaftlich genutzte Flächen und Übergangshabitate wie Buschland als die Seeadler. Unabhängig von ihrem Abstand zu den Seeadlern benutzten die Schreiadler jedes Jahr genau die gleichen Brutplätze. Der Fortpflanzungserfolg der Schreiadler war für die Autoren überraschenderweise unbeeinträchtigt von der Entfernung zum nächstgelegenen Seeadlerpaar und auch von dessen Bruterfolg sowie von der Anzahl der Seeadlerpaare in einem Umkreis von drei Kilometern. Die Ergebnisse legen nahe, dass der kleinere Schreiadler ohne feststellbaren Nachteil für seine Populationsdynamik mit den großen Greifvögeln koexistieren kann. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass man die zwischenartigen Beziehungen der verschiedenen Prädatoren nicht so einfach verallgemeinern kann. Auch im Hinblick auf den unterschiedlichen Schutzstatus der einzelnen Arten und die verschiedenen Schutzkonzepte sollte man die Beziehungen in jedem einzelnen Fall neu untersuchen.

- Björklund H, Santangeli A, Blanchet FG, Huitu O, Lehtoranta H, Lindén H, Valkama J & Laaksonen T 2016: Intraguild predation and competition impacts on a subordinate predator. *Oecologia* 181: 257-269.
- Dementavičius D, Rumbutis S, Vaitkuvienė D, Dagys M & Treinys R 2019: No adverse effects on Lesser Spotted Eagle breeding in an area of high White-tailed Eagle density. *J Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01625-2>.
- Gamauf A, Tebb G & Nemeth E 2013: Honey Buzzard *Pernis apivorus* nest-site selection in relation to habitat and the distribution of Goshawks *Accipiter gentilis*. *Ibis* 155: 258-270.
- Helander B & Stjernberg T 2002: Action plan for the conservation of White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*). Bird-Life International, Strasbourg.
- Hoy SR, Petty SJ, Millon A, Whitfield DP, Marquiss M, Anderson DIK, Davison M & Lambin X 2017: Density-dependent increase in superpredation linked to food limitation in a recovering population of Northern Goshawks *Accipiter gentilis*. *J. Avian Biol.* 48: 1205-1215.
- Lourenço R, Penteriani V, Rabaça JE & Korpimäki E 2014: Lethal interactions among vertebrate top predators: a review of concepts, assumptions and terminology. *Biol. Rev.* 89: 270-283.
- Michel VT, Jiménez-Franco MV, Naef-Daenzer B & Gruebler MU 2016: Intraguild predator drives forest edge avoidance of a mesopredator. *Ecosphere* 7(3): e01229.
- Sergio F & Hiraldo F 2008: Intraguild predation in raptor assemblages: a review. *Ibis* 150 (Suppl. 1): 132-145.

Frank R. Mattig

Messung der zugzeitlichen Körpermassenzunahme beim Steinschmätzer mittels quantitativer Magnetresonanz (QMR)

In der Regel sind Wanderbewegungen für Vögel anstrengend und mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Besonders die Überquerung von ökologischen Barrieren, wie zum Beispiel Wüsten oder Meeren, stellt für die einzelnen Individuen eine Herausforderung dar. Konsequenterweise speichern viele Zugvögel vor dem Abflug Energie und nehmen daher in ihrer Körpermasse zu (Bairlein & Gwinner 1994). Insbesondere Arten, die große Strecken ohne Pausen fliegen und zwischendurch keine Möglichkeiten haben, ihre Energievorräte zu ergänzen, wie Gartengrasmücke *Sylvia borin* oder Steinschmätzer *Oenanthe oenanthe*, können vor Zugbeginn ihre Körpermasse nahezu verdoppeln (Bairlein et al. 2014; Bulte et al. 2014).

Die saisonale Körpermassenzunahme bei Zugvögeln ist populationsspezifisch (Maggini et al. 2017) und folgt einem endogenen jahreszeitlichen Rhythmus (z. B. Bairlein & Gwinner 1994; Berthold 1996). Selbst in Gefangenschaft unter konstanten Bedingungen steigen ihre Körpermassen zu den Zugzeiten spontan an, genau wie bei ihren freilebenden Artgenossen.

Seit langem ist bekannt, dass die saisonale Zunahme der Körpermasse auf einer Einlagerung von Fett zurückzuführen ist (Odum et al. 1964). Fett ist dank seines hohen Energiegehaltes der beste „Treibstoff“ für Zugvögel. Es wird vornehmlich subkutan oder zwischen den Organen eingelagert und nur zu einem kleinen Anteil in der Leber oder im Muskel gespeichert (Jenni & Jenni-Eiermann 1998). Besonders bei kleinen Singvögeln sind typischerweise bis zu 80 % der zugzeitlichen Körpermassenzunahme auf eine Fetteinlagerung zurückzuführen. Jedoch wird vermutet, dass auch die Muskelmasse als zusätzliche Energiereserve während des Vogelzuges zunimmt (z. B. Schwilch et al. 2002; Gerson & Guglielmo 2011). Insbesondere bei Watvögeln gibt es Hinweise auf eine Energiespeicherung in Form von Proteinen. Bei ihnen wird die zugzeitlich bedingte Körpermassenzunahme zu 35 % auf andere Ursachen zurückgeführt als auf eine Zunahme des Fettgehaltes (Lindström & Piersma 1993; Battley et al. 2000).

Da die Haut der Vögel zum Teil durchscheinend ist, kann man die eingelagerte Fettmenge unter der Haut

im Brust- und Bauchbereich optisch abschätzen und als „Fettscore“ klassifizieren (Kaiser 1993). Dieser ergibt in Verbindung mit der Körpermasse eine semiquantitative Beschreibung der fettbedingten Körpermassenzunahme im Zugverlauf einzelner Arten. Die Erfassung des Fettscores ist schnell, preiswert und schonend für den Vogel. Sie hat aber auch Nachteile: Bei manchen Arten ist sie ungenau, die Beziehung zwischen der Körpermasse und dem Fettscore ist nicht linear, sie erfasst nur einen Teil des zur Zugzeit deponierten Fetts und verschiedene Arten können untereinander nur sehr eingeschränkt verglichen werden. Die genaueste Methode der Fettbestimmung wäre die Extraktion des gesamten Körperfettes im Labor. Aber die Tatsache, dass man denselben Vogel dieser Prozedur nicht zweimal unterziehen kann, macht es sehr schwierig, individuelle Körpermassenzunahmen während des Zuges geschehens genau zu untersuchen (McWilliams & Whitman 2013).

Doch seit kurzem erlaubt der Ganzkörperscanner EchoMRI™ mittels quantitativer Magnetresonanz (engl.: quantitative magnetic resonance, QMR), die Körperzusammensetzung lebender Vögel (d. h. Fettmasse, Muskelmasse, Wassergehalt) schnell und präzise zu bestimmen, ohne dass die Tiere dafür sediert oder gar getötet werden müssen (Guglielmo et al. 2011). Die Autoren vom Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ in Wilhelmshaven untersuchten mit dieser Methode die Körpermassenzunahmen in Gefangenschaft aufgezogener Steinschmätzer während ihrer ersten herbstlichen Zugphase (Kelsey & Bairlein 2019). Über einen Zeitraum von 15 Wochen erfassten sie wöchentlich die Körpermassenzusammensetzung sowie den Fettscore von 20 Tieren (12 ♀ und 8 ♂). Die Vögel wurden unter kontrollierten Bedingungen gehalten und die zugleich bedingte Körpermassenzunahme wurde durch einen Wechsel der Lichtperiode induziert.

Am Anfang der Untersuchung im August hatten die Steinschmätzer im Durchschnitt einen Fettanteil von ca. 22 % und eine mit ihren wildlebenden Artgenossen vergleichbare Körpermasse. Die Tiere steigerten im Untersuchungszeitraum ihre Körpermasse im Durchschnitt um ca. 25 % und hatten dann einen Fettgehalt von ca. 41 %. Hingegen blieb die fettfreie Körpermasse der Tiere während der Untersuchung nahezu konstant. Der optisch erfasste Fettscore korrelierte linear mit der mittels QMR erfassten Fettmenge. Die Ergebnisse zeigen, dass die Gewichtszunahme und die Energiespeicherung bei Steinschmätzern vor der Zugphase ausschließlich auf eine Fetteinlagerung zurückzuführen war und dass die Muskelmasse nicht als zusätzliche Energiereserve erhöht wurde. In der Diskussion weisen die Autoren darauf hin, dass bei freilebenden Vögeln die Muskelmasse während des Zuges trotzdem zuneh-

men kann. Dies sei dann aber nur sekundär auf die Anstrengungen des Zuges (Trainingseffekt) zurückzuführen. Sie folge nicht einem endogen festgelegten Zyklus wie die Erhöhung des Fettgehaltes.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Quantitative Magnetresonanztomographie als eine nicht-invasive Methode zur Messung von Körperzusammensetzungen ein großes Potenzial hat, die Untersuchungen zu Energetik und „Treibstoff“-Nutzung von Zugvögeln voranzubringen und auch die bisher schon vorliegenden Daten zum Fettscore zu kalibrieren.

- Bairlein F, Dierschke J, Dierschke V, Salewski V, Geiter O, Hüppop K, Köppen U & Fiedler W 2014: Atlas des Vogelzuges. Ringfunde deutscher Brut- und Gastvögel. Aula-Verlag, Wiebelsheim.
- Bairlein F & Gwinner E 1994: Nutritional mechanisms and temporal control of migratory energy accumulation in birds. *Annu. Rev. Nutr.* 14: 187-215.
- Battley PF, Piersma T, Dietz MW, Tang S, Dekinga A & Hulsman K 2000: Empirical evidence for differential organ reductions during trans-oceanic bird flight. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267:191–195.
- Bulte M, McLaren JD, Bairlein F, Bouten W, Schmaljohann H & Shamoun-Baranes J 2014: Can Wheatears weather the Atlantic? Modeling nonstop trans-Atlantic flights of a small migratory songbird. *Auk* 11: 363–370.
- Gerson AR & Guglielmo CG 2011: Flight at low ambient humidity increases protein catabolism in migratory birds. *Science* 333: 1434-1436.
- Guglielmo CG, McGuire LP, Gerson AR & Seewagen CL 2011: Simple, rapid, and non-invasive measurement of fat, lean, and total water masses of live birds using quantitative magnetic resonance. *J. Ornithol.* 152: 75–85.
- Jenni L & Jenni-Eiermann S 1998: Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *J. Avian Biol.* 29: 521–528.
- Kaiser A 1993: A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *J. Field Ornithol.* 64: 246–255.
- Kelsey NA & Bairlein F 2019: Migratory body mass increase in Northern Wheatears (*Oenanthe oenanthe*) is the accumulation of fat as proven by quantitative magnetic resonance *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-018-1621-5>
- Lindström Å & Piersma T 1993: Mass changes in migrating birds: the evidence for fat and protein storage re-examined. *Ibis* 135: 70-78.
- Maggini I, Bulte M & Bairlein F 2017: Endogenous control of fuelling in a migratory songbird. *Sci. Nat.* 104: 93.
- McWilliams SR & Whitman M 2013: Non-destructive techniques to assess body composition of birds: a review and validation study. *J. Ornithol.* 154: 597-618.
- Odum EP, Rogers DT & Hicks DL 1964: Homeostasis of the nonfat components of migrating birds. *Science* 143: 1037-1039.
- Schwilch R, Grattarola A, Spina F & Jenni L 2002: Protein loss during long-distance migratory flight in passerine birds: adaptation and constraint. *J. Exp. Biol.* 205: 687-695.

Vogelwarte Aktuell

Nachrichten aus der Ornithologie

Unsere Künstlerin 2019: Helene Rimbach

Für das Titelbild des aktuellen Jahrgangs unserer Zeitschrift wurde der „Seidenschwanz“ ausgewählt. Diesmal handelt es sich um ein im Querformat gestaltetes Bild von Helene Rimbach.

Helene Rimbach wurde 2002 in Bad Salzungen geboren und wohnt in Bad Liebenstein in Thüringen. Sie ist Schülerin der 11. Klasse des Gymnasiums in Ruhla. Schon seit ihrer Grundschulzeit interessiert sich Helene Rimbach für künstlerisches Gestalten. Seit 2010 besucht sie die Kinder- und Jugendkunstschule in Bad Liebenstein. In ihrer Freizeit zeichnet sie am liebsten mit Farbstiften.

Schwerpunkte der Arbeit von Helene Rimbach sind Porträts und Tierdarstellungen, insbesondere Vogeldarstellungen. Im Jahr 2017 konnte sie, als bisher jüngste Teilnehmerin im Alter von 15 Jahren, erstmals an der Ausstellung „Moderne Vogelbilder - MoVo“ des Museums Heineanum in Halberstadt teilnehmen. Beim dortigen Wettbewerb um den „Silbernen Uhu“ belegte sie den zweiten Platz. Für den Förderkreis Vogelkunde und Naturschutz am Museum Heineanum e. V. gestaltete die junge Künstlerin das Jahresmotiv für den Taschenkalender 2018. Einige ihrer Zeichnungen wurden in verschiedenen Publikationen des Vereins Thüringer Ornithologen e. V. (VTO) veröffentlicht. Internetadresse: www.helenerimbach.de

Christoph Unger



Helene Rimbach, Porträt.

Foto: Daniel Rimbach



Fichtenkreuzschnabel (Farbstift auf Papier, 29,7 cm × 21,0 cm).

Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft

5. DO-G Nachwuchstagung in Bielefeld sehr gut angenommen

Vom 15. bis 17.11.2018 fand am Lehrstuhl für Verhaltensforschung der Universität in Bielefeld die fünfte Nachwuchstagung der DO-G statt. An der von Beiratsmitglied Oliver Krüger organisierten Tagung nahmen 35 Ornithologen aus 19 Städten und acht Ländern teil.



Teilnehmer der 5. DO-G Nachwuchstagung in Bielefeld

Der breite internationale Ansatz wurde durch eine hohe Diversität verschiedener Themen unterstrichen. Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, ihre Arbeit in einem 20-minütigen deutsch- oder englischsprachigen Vortrag zu präsentieren. In vier Plenarvorträgen referierten

bekannte Ornithologen über Chronobiologie, Sozialsysteme, Evolutionäre Genomik und den Geruchssinn bei Vögeln, zudem gab es am ersten Abend einen „After-Dinner-Talk“ über die Antarktis. Der Nachmittag des zweiten Tages stand im Rahmen eines „Marktes der Möglichkeiten“, bei dem sich die Teilnehmer über verschiedene Berufsfelder in der Ornithologie informieren konnten.

Die DO-G Nachwuchstagungen sollen junge Ornithologen vernetzen, ihnen eine Plattform für den Austausch von Ideen bieten und sie in Kontakt mit professioneller Forschung bringen.

Foto: Oliver Krüger

Oliver Krüger

■ Neues aus der Forschungskommission

Die folgenden Projekte sind neu in die DO-G Forschungsförderung aufgenommen worden:

Welche Faktoren steuern die Ausbreitungsdynamik des Bienenfressers *Merops apiaster* in Mitteleuropa?

Hans-Valentin Bastian, Anita Bastian, FG „Bienenfresser“, Geschwister-Scholl-Str. 15, 67304 Kerzenheim; Jan Oliver Engler, Biology Department, Terrestrial Ecology Unit, Ghent University, K. L. Ledeganckstraat 35, 9000 Gent (Belgien); Darius Stiels, Zoologisches Forschungsmuseum A. Koenig, Sektion Ornithologie, Adenauerallee 160, 53113 Bonn. E-Mail: Bastian-kerzenheim@t-online.de

Vorkommen von Bienenfressern hängen in starkem Maße von der Witterung ab. So korreliert z. B. die Frühjahrsankunft der Bienenfresser mit der Maiwitterung (Bastian & Bastian 2014), die Bestandsentwicklung mit der Sommerwitterung des Vorjahres und der Bruterfolg mit der Sommerwitterung des Brutjahres (Arbeiter et al. 2016). Daneben gibt es arttypische Habitatansprüche (Bastian et al. 2018) sowie spezifische Raumnutzungsmuster während der Brut- und Nachbrutzeit (Bastian et al., in Vorb.). Daher kann angenommen werden, dass Bienenfresser von langfristigen Veränderungen des Kli-

mas sowie einem Wandel in der Landnutzung profitiert haben könnten.

Bisher ist jedoch unklar, was die tatsächlichen Treiber der Arealausweitung sind, da Klimawandel und Veränderungen in der Landnutzung eng miteinander korrelieren. Daher soll in dieser Studie untersucht werden, wie sehr die Ausbreitungsdynamik des Bienenfressers in Mitteleuropa von klimatischen und räumlichen Faktoren abhängt.

Die FG Bienenfresser erfasst, validiert und konsolidiert seit Jahren dokumentierte/gemeldete Brut-



Abb. 1: Bienenfresser.

Foto: Uwe Nielson

vorkommen des Bienenfressers in Deutschland und benachbarten Ländern. Derzeit liegt eine Datenbank mit 19.175 dokumentierten Bienenfresserbruten vor, die einen Zeitraum von 1964 bis 2017 abdeckt; davon sind 13.852 Bruten punktgenau verortet oder auf Ebene von Viertelquadranten der Topographischen Karten 1:25.000 kartiert. Die übrigen Bruten ($n = 5.323$) liegen konsolidiert pro Bundesland vor. Von den knapp 14.000

zumindest auf Viertelquadrant kartierten Brutvorkommen befinden sich über 11.000 in Deutschland, während die restlichen auf andere Länder entfallen.

Ziel dieser Untersuchung ist es, die punktgenau verorteten mitteleuropäischen Brutvorkommen hinsichtlich ihrer Ausbreitungsdynamik zu untersuchen. Dazu werden die beiden DO-G Fachgruppen „Bienenfresser“ und „Raumökologie und Biogeographie“ ein gemeinsames Forschungsvorhaben umsetzen. Räumliche Informationen zur Verbreitung sowie zur Biologie und Ökologie der Art (FG „Bienenfresser“) werden verknüpft mit der räumlichen Datenanalyse, insbesondere der feinskaligen Modellierung der Artverbreitung (FG „Raumökologie und Biogeographie“).

Arbeiter S, Schulze M, Tamm P & Hahn S 2016: Strong cascading effect of weather conditions on prey availability and annual breeding performance in European Bee-eaters *Merops apiaster*. *J. Ornithol.* 157: 155-163.

Bastian H-V & Bastian A 2014: Maiwitterung bestimmt Erstankunft des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in einer rheinland-pfälzischen Brutkolonie. *Vogelwarte* 52: 169-174.

Bastian H-V, Bastian A & Tietze DT 2018: Die Habitatwahl des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in der Brut- und Nachbrutzeit: Äcker mit unerwartet hohem Wert als Nahrungslebensraum. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 13: 1209-1226.

Geolokationsstudie zu den Zugrouten, Raststätten und Winterhabitaten einer Schwerpunktpopulation des Braunkehlchens *Saxicola rubetra*

Martin Küblbeck, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Eberhard-Gwinner-Str. 6a, 82319 Seewiesen.
E-Mail: mkueblbeck@orn.mpg.de

Wie die Bestände vieler Arten des Agrarraumes gehen auch die des Braunkehlchens *Saxicola rubetra* europaweit stark zurück. Die insektivoren Bodenbrüter sind vor allem von zunehmendem Habitatverlust betroffen, und die Bestandsrückgänge korrelieren mit dem mittlerweile gut dokumentierten Insektensterben. Darüber hinaus gehört die Art einer weiteren besonders gefährdeten Gruppe an: Langstreckenzieher wie das Braunkehlchen sind auf eine ganze Kette zeitlich und räumlich richtig angeordneter Habitats angewiesen – und dadurch einem besonders hohen Risiko durch klimatisch bedingte oder anthropogene Habitatverluste ausgesetzt (Newton 2004; Vickery et al. 2014). Eine wichtige Rolle für die Populationsentwicklung kommt dabei der Zugkonnektivität zu: Durch die Verteilung von Individuen einer Brutpopulation über ein großes Wintergebiet können Zugvögel die durch Klima- und Habitatwandel bedingten Risiken breiter streuen. Möglicherweise verfolgen Braunkehlchen eine solche „bet-hedging“-Strategie, welche generell als Anpassung an

sich wandelnde Umweltbedingungen gilt (Webster et al. 2002; Blackburn et al. 2017).

Um die Bestandsentwicklung von Braunkehlchen und anderen Arten zu verstehen, reicht ein Monitoring während der Brutsaison nicht aus: Ereignisse in der Nichtbrutsaison sowie Carry-over-Effekte wirken sich nicht nur auf die individuelle Fitness, sondern auch maßgeblich auf die Populationsentwicklung im Brutgebiet aus. Besonders wichtig ist das ganzjährige Tracking jedoch, um die Grundlagen für effektive Schutzkonzepte zu schaffen: Ohne die Verbindung zwischen Brutgebieten, Raststätten und Wintergebieten zu bewahren bzw. wiederherzustellen, werden Schutzbemühungen im Brutgebiet langfristig wahrscheinlich erfolglos bleiben (Bastian 2015; Marra et al. 2015). Wie bei vielen Arten sind jedoch auch beim Braunkehlchen Wintergebiete und Zugrouten nur unzureichend untersucht, zum Teil aufgrund der Schwierigkeit, Individuen oder Populationen über den Jahreszyklus hinweg zu folgen. Erst in der jüngeren Vergangenheit haben die Entwicklungen in der



Abb. 1: Braunkehlchen mit auf dem Rücken angebrachtem Helldunkelgeolokator. Foto: W. Cresswell

Geolokationstechnik (vor allem die Miniaturisierung der Geräte) neue Wege eröffnet, um den zeitlichen und räumlichen Verlauf des Zugs auch bei kleinen Singvögeln zu untersuchen (Bächler et al. 2010).

Im Rahmen eines langjährigen Projektes untersuchen wir im Murnauer Moos (Bayern) brütende Braunkehlchen und erheben dazu umfangreiche Daten u. a. zu Demographie, individuellem Bruterfolg, Rückkehrzeiten und physiologischen Parametern. Ziel des von der DO-G unterstützten Teilprojektes ist es, darüber hinaus die Zugwege, Wintergebiete und Raststätten der Vögel zu identifizieren. Die auf zwei Jahre angelegte Studie soll weiterhin feststellen, wie sich Individuen einer Brutpopulation im Winter verteilen und wie stark die Zugrouten und Wintergebiete zwischen den Jahren variieren.

Dazu sollen im Sommer 2019 und 2020 ca. 50 adulte Braunkehlchen pro Jahr mit leichten (0,6 g) Helldunkelgeolokatoren ausgestattet werden. In der jeweils darauf folgenden Saison werden die Vögel erneut gefangen und die Lokatoren abgenommen. Die darauf gespeicherten Daten werden in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Vogelwarte ausgewertet. Langfristig soll die Geolokationsstudie auch die Grundlagen schaffen, Veränderungen z. B. in der Landnutzung kritischer Habitate mittels Fernerkundung zu lokalisieren und so die Gründe für den anhaltenden Rückgang eines afro-paläarktischen Langstreckenziehers besser zu verstehen.

- Bächler E, Hahn S, Schaub M, Arlettaz R, Jenni L, Fox JW, ... & Liechti F 2010: Year-round tracking of small trans-Saharan migrants using light-level geolocators. *PloS one* 5(3): e9566.
- Bastian H-V 2015: Why Whinchats are endangered? A try of a root cause analysis! In: Bastian H-V & Feulner J (Hrsg) *Living on the edge of extinction in Europe. Proceedings of the 1st European Whinchat symposium*: 37-43. Landesbund für Vogelschutz, Hof.
- Blackburn E, Burgess M, Freeman B, Risely A, Izang A, Ivande S, ... & Cresswell W 2017: Low and annually variable migratory connectivity in a long-distance migrant: Whinchats *Saxicola rubetra* may show a bet-hedging strategy. *Ibis* 159: 902-918.
- Marra PP, Cohen EB, Loss SR, Rutter JE & Tonra CM 2015: A call for full annual cycle research in animal ecology. *Biol. Lett.* 11: 20150552.
- Newton I 2004: Population limitation in migrants. *Ibis* 146: 197-226.
- Vickery JA, Ewing SR, Smith KW, Pain DJ, Bairlein F, Škorpilová J & Gregory RD 2014: The decline of Afro-Palaeartic migrants and an assessment of potential causes. *Ibis* 156: 1-22.
- Webster MS, Marra PP, Haig SM, Bensch S & Holmes RT 2002: Links between worlds: unraveling migratory connectivity. *Trends Ecol. Evol.* 17: 76-83.

▪ Jubiläen 2018 – Geburtstage und Mitgliedschaften

An dieser Stelle gratulieren wir den folgenden Mitgliedern herzlich zu ihrem „runden“ Geburtstag und übermitteln unsere besten Wünsche!

100. Geburtstag

Werner Tautenhahn, Braunschweig

90. Geburtstag

Amelie Koehler, Freiburg • Guenther Nitsche, München

85. Geburtstag

Dr. Einhard Bezzel, Garmisch-Partenkirchen • Prof. Dr. Hans-Jürg Kuhn, Göttingen • Wilhelm Meyer, Ru-

dolstadt • Christoph Münch, Oberkirch • Heinz-Otto Rehage, Münster • Dr. Klaus Rinke, Münster • Horst von der Heyde, Dannenberg • Mathilde Zingel, Wiesbaden

80. Geburtstag

Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann, Bad Arolsen • Prof. Dr. Peter Berthold, Radolfzell • Prof. Dr. Wilhelm Firbas, Wien (Österreich) • Prof. Dr. Henning Grossmann, Hamburg • Dr. Helga Gwinner, Widdersberg • Prof. Dr.

Dieter Hasselmann, Bochum • Lothar Henschel, Hitzacker/Elbe • Prof. Dr. Sven Olaf Hoffmann, Hamburg • Gerhard Landau, Kassel • Bernd Ludwig, Rangsdorf • Hans-Joachim Menius, Eppstein • Ferdinand Muth, Selters • Dr. Adelheid Studer-Thiersch, Basel (Schweiz) • Dr. Michael von Tschirnhaus, Bielefeld • Dr. Peter Wegner, Leverkusen • Herwig Zang, Goslar

75. Geburtstag

Dr. Hartmut Ebenhö, Unterkirnach • Dr. Hans-Günter Goldscheider, Friedberg • Jürgen Grimme, Lüchow • Dr. Eberhard Herrlinger, Meckenheim-Merl • Eckhard Luther, Bremen • Dr. Kurt Schabacher, Bremen • Prof. Dr. Roberto Schlatter, Valdivia (Chile) • Wolfgang Tylus, Dormagen • Armin Vidal, Lappersdorf

70. Geburtstag

Prof. Dr. Peter H. Becker, Jade • Dr. Olivier Biber, Bern (Schweiz) • Peter Erlemann, Obertshausen • Oswald Jäger, Ammerbuch • Volker Laske, Langelsheim • Reinhard Nerlich, Langelsheim • Dr. Martin Neub, Denzlingen • Helmut Noll, Germering • Prof. Dr. Hans-Joachim Pflüger, Berlin • Dr. Thomas Raus, Berlin • Karl Rudi Reiter, Beckingen • Dr. Udo Rühl, Ludwigsburg • Werner Schmitt, Rascheid • Dr. Eckart Schrey, Hamburg • Bernd Simon, Büdingen • Barbara Wagner, Buchholz • Dr. Raffael Winkler, Basel (Schweiz) • Dr. Niklaus Zbinden, Oberkirch (Schweiz)

Vermissen Sie Ihren eigenen Namen auf dieser Liste? Dann übermitteln Sie bitte Ihr Geburtsdatum an die Geschäftsstelle (Adresse und Kontakt: s. zweite Umschlagsseite). Herzlichen Dank.

Mitgliedschaftsjubiläen 2018

Viele Mitglieder halten der DO-G schon seit langer Zeit – manche sogar lebenslang – die Treue und unterstützen so unsere Gesellschaft. Ihnen allen gebührt unser großer Dank! In diesem Jahr feiern folgende Mitglieder ihr besonderes Jubiläum:

90-jährige Mitgliedschaft

Ornithologische Gesellschaft Basel (Schweiz)

65-jährige Mitgliedschaft

Prof. Dr. Peter Dancker, Heidelberg • Prof. Dr. Urs Glutz von Blotzheim, Schwyz (Schweiz) • Prof. Dr. Hans-Jürg Kuhn, Göttingen • Prof. Dr. Erlend Martini, Kronberg/Taunus

60-jährige Mitgliedschaft

Peter Becker, Diekholzen • Prof. Dr. Francisco Behn, Concepcion (Chile) • Rolf de Vries, Ahrensburg • Ute Feld, Egg-Leopoldshafen • Walther Feld, Egg-Leopoldshafen • Prof. Dr. Henning Grossmann, Hamburg • Prof. Dr. Wilfried Haas, Erlangen • Prof. Dr. Ragnar Kinzelbach, Rostock • Dr. Armin May, Braunschweig • Prof. Dr. Helmut Mueller, Chapel Hill, NC (USA) • Prof. Dr. Dieter Stefan Peters, Kelkheim • Pro Natura, Basel (Schweiz) • Dr. Ekkehard Seitz, Lindau • Dr. Wolfgang Winkel, Wernigerode • Dr. Jochen Wittenberg, Braunschweig

55-jährige Mitgliedschaft

Ernst Arendt, Weil am Rhein • Dieter Deininger, Stuttgart • Rosemarie Gewolf, Altomünster • Wolfgang Hausdorf, Ennigerloh • Dr. Eberhard Herrlinger, Meckenheim-Merl • Dr. Horst Lehmann, Aulendorf • Dr. Bernd Leisler, Möggingen • Dr. Fritz-Bernd Ludescher,

Bochum • Hans Mittendorf, Springe • Klaus Schilhansl, Nersingen • Dr. Herbert Schneider, Bad Buchau • Hans-Walter Schuster, Duisburg • Dr. Georg-Ruediger Traud, Darmstadt • Prof. Dr. Wolfgang Wiltschko, Bad Nauheim • Zoologischer Garten Frankfurt am Main

50-jährige Mitgliedschaft

Walter Bednarek, Rosendahl • Dr. Jürgen Dämmgen, Ochsenhausen • Wolfgang Dornberger, Niederstetten • Prof. Dr. Rolf Gebhardt, Leipzig • Prof. Dr. Erich Glück, Donzdorf • Jürgen Grimme, Lüchow • Prof. Dr. Bernd Haubitz, Hannover • Dr. Meinrad Heinrich, Oberkirch • Manfred Koch, Mittelangeln • Dr. Peter Lowther, Chicago, IL (USA) • Reinhard Mache, Stuttgart • Dr. Johannes Martens, Hamburg • Karl Müller, Worms • Helmut Opitz, Seelbach • Ulrich Querner, Radolfzell • Dr. Erhard Schildein, Berlin • Prof. Dr. Roberto Schlatter, Valdivia (Chile) • Klaus Schmidtke, Hersbruck • Verein Jordsand, Ahrensburg • Dr. Joachim Weiss, Hann. Münden • PD Dr. Roswitha Wiltschko, Bad Nauheim • Dr. Raffael Winkler, Basel (Schweiz) • Rainer Wittenberg, Bremen • Dr. Martin Woike, Haan

45-jährige Mitgliedschaft

Erich Becker, Jever • Dr. Olivier Biber, Bern (Schweiz) • Dr. Heinrich Blana, Dortmund • Dr. Adrian Craig, Grahamstown (Südafrika) • Dr. Hartmut Ebenhö, Unterkirnach • Dr. W. Thomas Fehring, Steffenberg • Peter Gross, Mühlhausen • Dr. Volker Haas, Weilheim •

Siegmar Hartlaub, Niedernberg • Dr. Johann Hegelbach, Zürich (Schweiz) • Dr. Ommo Hüppop, Wilhelmshaven • Volker Konrad, Holzminden • Gerhard Lang, Wangen • Dr. Jürgen Marx, Vaihingen/Enz • Dr. Ronald Mulow, Hamburg • Gottfried Neumann, Herrenberg • Friedrich Pfeifer, Ahaus • Prof. Dr. Ekkehard Proeve, Bielefeld • Kai Rödiger, Oranienburg • Dr. Ortwin Schwerdtfeger, Osterode • August Spitznagel, Weikersheim • Jörg Wittenberg, Hamburg • Dr. Hubert Wunsch, Dunningen

40-jährige Mitgliedschaft

Jost Einstein, Bad Buchau • Dr. Josef Feldner, Villach (Österreich) • Dr. Helmut Gaßmann, Bad Münstereifel • Klaus Götz, Ilsfeld • Hellmut Heerde, Bad Nauheim • Matthias Jalowitschar, Freising • Dr. Hans-Jürgen Jatzek, Heidelberg • Brigitte Kliner-Hötter, Husum • Hermann Knuewer, Unna • Dr. Christa Koepff, Memmingen • Prof. Dr. Achim König, Freiburg • Dr. Renate Kothbauer-Hellmann, Wien (Österreich) • Burkhard Kriesten, Löhne • Christine Medicus, Salzburg (Österreich) • Lotte Mohr, Oberursel • Dr. Hans Nemeschkal, Wien (Österreich) • Dr. Hermann Oldenburg, Hannover

• Roswitha Pittocopitis, Ingelheim • Johann Schreiner, Schneverdingen • Dr. Almut Schüz, Tübingen • Jürgen Streichert, Ilsede • Cornelis W.M. van Scharenburg, Groningen (Niederlande)

Außerdem gratulieren wir herzlich Herrn Prof. Dr. Russell Balda, Cottonwood, AZ (USA). Er ist seit **40 Jahren Korrespondierendes Mitglied** der DO-G.

Vielen Dank allen Spendern im Jahr 2018!

Wir danken allen, die im vergangenen Jahr unsere Gesellschaft finanziell unterstützt haben. Mit Ihrer Spende unterstützen Sie die Arbeit der DO-G einschließlich unserer Forschungsförderung und unserer Jahresversammlung.

Unter anderem danken wir Herrn Prof. Dr. Franz Bairlein (Wilhelmshaven), Herrn Jürgen Fiegen (Kreffield) und besonders der RIFCON GmbH (Hirschberg).

Unser ganz besonderer Dank gebührt Herrn Dietmar Löhrle (Mönchengladbach) für seine alljährliche großzügige Spende zur Verleihung des Hans-Löhrle-Preises.

Karl Falk, DO-G Geschäftsstelle

Ankündigungen und Aufrufe

Treffen der Fachgruppe „Ornithologische Sammlungen“

Das diesjährige Treffen der Fachgruppe findet vom 25. bis 26. April 2019 im Landesmuseum Natur und Mensch in Oldenburg statt.

Ansprechpartner: Dr. Till Töpfer, Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Adenauerallee 160, 53113 Bonn, Tel.: 0228-9122-246, E-Mail: T.Toepfer@leibniz-zfmk.de

Workshop der Fachgruppe „Bioakustik in der Feldornithologie“

Die Fachgruppe führt mit Unterstützung des Museums für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung vom 24. bis 26.05.2019 einen Workshop zur akustischen Erfassung des Wachtelkönigs im Nationalpark „Unteres Odertal“ durch. Anliegen ist, am Beispiel des Wachtelkönigs das Potenzial akustischer Methoden im Vergleich zum traditionellen Verhören der Tiere zu untersuchen. Tagungsort ist die

Wildnisschule Teerofenbrücke (www.wildnisschule-teerofenbruecke.de) im Unteren Odertal nördlich von Schwedt.

Ansprechpartner: Dr. Karl-Heinz Frommolt, Museum für Naturkunde Berlin – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin, Tel.: 030-889140-8640. E-Mail: Karl-Heinz.Frommolt@mf.n.berlin.

12. Kongress der Europäischen Ornithologen Vereinigung (EOU)

Vom 26. bis 30.08.2019 findet der 12. Kongress der EOU in Cluj-Napoca (Rumänien) statt. Die Frühbucheintragung ist noch bis zum 31. Mai 2019 möglich. Nähere Informationen unter: <https://eou->

nion.org/. Die DO-G vergibt wieder Reisestipendien (siehe Vogelwarte 4/2018: 429). Genaue Infos und Bedingungen auf www.do-g.de oder durch die Geschäftsstelle (info@do-g.de).

HanseBird 2019 in Hamburg

10 Jahre HanseBird: Vom 15. bis 16. Juni 2019 bringt der NABU Hamburg wieder Vogelfreunde, Naturbeobachter und Fotografen auf der Elbinsel Kaltehofe zusammen. Das Vogelfestival des Nordens bietet zum Jubiläum abwechslungsreiche Vorträge, Führungen,

Workshops und viele Neuheiten im Messebereich rund um Ornithologie und Vogelbeobachtung. Alle Infos zum Vogelfestival des Nordens: www.hansebird.de



Station Randecker Maar – Vogelzug/Insektenwanderungen

Mitarbeiter für Herbst 2019 gesucht:

Auch für 2019 werden für die Zeit von August bis Oktober interessierte Personen für die Planbeobachtungen des Tagzugs von Vögeln und Insekten am nördlichen Steilabfall der Schwäbischen Alb (bei Kirchheim/Teck) gesucht.

Für die Stationsleitung sind bezuschusste Stellen zu vergeben, die gegebenenfalls in längere Zeitabschnitte unterteilbar sind. Voraussetzung sind sehr gute feldornithologische Kenntnisse, Interesse an Insekten, organisatorische Fähigkeiten und selbstständiges Arbeiten. Weitere Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, auch für kürzere Zeiträume sind willkommen (freie, einfachste Unterkunft in der Station). Finanzielle Zuschüsse sind nach Absprache bei der Anmeldung möglich.

Am Randecker Maar können ornithologische und entomologische Kenntnisse erweitert werden. Kleinste Vögel auf große Entfernungen nach Truppform und Flügelschlagfrequenz zu bestimmen, gehört ebenso dazu, wie ziehende Schmetterlinge auf große Distanz am Flugverhalten zu erkennen.

Tag der offenen Tür in Zusammenarbeit mit Carl Zeiss Wetzlar ist am 29.09.2019 ab 9:00 Uhr.

Weitere Informationen unter www.randecker-maar.de Bewerbungen unter Angabe des gewünschten Zeitraums und der persönlichen Kenntnisse sowie des Alters an:

Dr. h.c. Wulf Gatter, Hans-Thoma-Weg 31, 73230 Kirchheim/Teck. E-Mail: randeckermaar@googlemail.com

Nachrichten

Der „Ornithologische Anzeiger“ wird 100 Jahre alt

Die Publikationen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern spiegeln die Geschichte und Trendwendungen in der Vogelkunde wider. In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts stand die Erforschung naher und ferner Vogellebensräume und die Beschreibung neuer Vogelarten im Vordergrund. Die 1960er Jahre waren mehr der Verhaltensforschung gewidmet, in den 1970er Jahren gewannen Umwelteinflüsse auf die Vogelwelt an Bedeutung, womit die Grundlagen

für die Berücksichtigung ornithologischer Belange in der Landschaftsplanung und in mittlerweile gesetzlich vorgeschriebenen Umweltverträglichkeitsprüfungen gelegt wurden.

Anlässlich des 100-jährigen Bestehens des Ornithologischen Anzeigers gab es am 23.02.2019 ein Symposium mit gehaltvollen Referaten. Die DO-G und die Redaktion der Vogelwarte gratulieren herzlich und wünschen weiterhin viel Erfolg.

Die Redaktion

NABU wurde vor 120 Jahren gegründet

Der heutige NABU wurde 1899 von Lina Hähnle als „Bund für Vogelschutz“ gegründet. Damit ist der NABU der älteste und mit seinen mehr als 700.000 Mitgliedern und Förderern auch der mitgliederstärkste Umweltverband in Deutschland. „Gemeinsam für Mensch und

Natur“ – mit diesem Motto begeistert er seit 1899 viele Menschen. Der NABU engagiert sich jeden Tag für Artenvielfalt und den Schutz intakter Lebensräume, für gute Luft, sauberes Wasser, gesunde Böden und den schonenden Umgang mit unseren endlichen Ressourcen.

www.nabu.de

■ Veröffentlichungen von Mitgliedern

Bergmann H-H & Engländer W:

Die Kosmos-Vogelstimmen-Edition.

2 DVDs mit Begleitbuch. Franckh-Kosmos, Stuttgart 2019. ISBN-10: 3440165337, ISBN-13: 9783440165331. € 50,00.

Singer D:

Was fliegt denn da? Kosmos-Naturführer – der Fotoband (eBook, ePUB).

Mit mehr als 200 schnabelsynchronen Vogelfilmen von H-H Bergmann & W Engländer, zum Herunterladen. Franckh-Kosmos, Stuttgart 2019. 400 S., ISBN-13: 9783440166468. € 14,99 (Download).

Literaturbesprechungen

Hans-Jörg Wilke: Die Geschichte der Tierillustration in Deutschland 1850 – 1950.

Acta Biohistorica 17, Basiliken-Presse, Natur + Text GmbH, Rangsdorf, 2018. Hardcover, 24 cm × 29,5 cm, 496 S., 850 Farb- und SW-Abb., ISBN 978-3-941365-58-2. € 139,00.

Tierdarstellungen sind seit über 40.000 Jahren bekannt, doch erst seit dem 18. Jahrhundert bemühte man sich um realistische Wiedergaben, die gedruckt und vielen Menschen zugänglich gemacht wurden. Welch bedeutende Rolle sie beim Versuch, Tiere in Publikationen anschaulich werden zu lassen, spielen, überrascht, wenn man sich bislang in erster Linie für den Autor und seinen Text interessiert hat.

Gestützt auf seine in zwei Jahrzehnten zusammengetragene Tierbüchersammlung hat Hans-Jörg Wilke, Biologe und Naturschützer aus dem vorpommerschen Ueckermünde, eine Dissertation über diese überaus wichtige Unterstützung von Tierbeschreibungen vorgelegt, deren populäre Ausarbeitung der in Brandenburg ansässige Verlag in einem wahrhaft großen Buch herausgebracht hat.

Verglichen mit anderen Doktorarbeiten liest sich der Text hervorragend. Phasenweise ist der Inhalt so spannend, dass man das Buch gar nicht mehr aus der Hand legen möchte. Erfreulicherweise ist der zweite Teil der Titelüberschrift nicht ganz wörtlich zu nehmen, denn Wilke stellt mit wesentlichen Werken des 18. und frühen 19. Jahrhunderts das Fundament seines Betrachtungszeitraums vor und geht neben den Publikationen aus dem gesamten deutschsprachigen Raum auch auf wichtige Einflüsse aus der englisch- und französischsprachigen Welt ein. Viele zeitgenössische Zitate vermitteln einen Einblick in die Bedingungen, unter denen die Kunstwerke entstanden. Auch stellt der Autor nach 1950 wirkende, wichtige Tiermaler vor und spricht die heute tätigen an, von denen immerhin acht 1960 oder später geboren wurden.

Anders als bei klassischen Kunstwerken musste die Tierillustration möglichst wirklichkeitsgetreu sein. Diese Forderung erfüllten die Illustratoren erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Proportionen, Extremitäten- oder Schnabellängen, Körperhaltungen, natürliche Bewegungen usw. – alles das war vorher nur schwer wiederzugeben. Mussten sie sich bei ihren Motiven zunächst häufig auf ausgestopfte Tiere beschränken, tat sich für die Tiermaler im 19. Jahrhundert mit den zoologischen Gärten eine völlig neue Quelle auf, die sie eifrig nutzten. Das Bemühen, Tiere naturnäher darzustellen, zieht sich wie ein roter Faden durch die chronologisch aufgebaute Darstellung der Tierillustrationen. In einer Zeit, in der die Kenntnis heimischer Tiere begrenzt und die exotischer Arten bestenfalls unzureichend war, wurden Vorlagen aus den Werken anderer immer wieder aufgegriffen, verändert

und neu gedruckt. Man spürt die Freude des Autors, diesen Wiederverwendungen vielfach auf die Spur gekommen zu sein. Beispielsweise basieren zahlreiche Abbildungen der ersten Ausgabe von „Brehms Thierleben“ (1859-64) auf Zeichnungen aus einer in England publizierten illustrierten Naturgeschichte, ohne dass die Quelle genannt wird. Gleichsam nebenbei vermittelt der Autor eine leicht verständliche Entwicklung der Drucktechnik vom einfarbigen Holz- oder Kupferstich bis zur Autotypie im Dreifarbendruck. Er arbeitet sehr anschaulich heraus, wie die Qualität und die Professionalisierung mit jedem technischen Entwicklungsschritt bessere Illustrationen ermöglichten. Zunehmende Automatisierung des Druckvorgangs und Verbesserungen in der Papierherstellung trugen dazu bei, dass die Zahl und Verbreitung immer aufwendiger gestalteter, aber auch preiswerterer Tierbücher stetig zunahm.

Die dem Werk zugrunde liegende Fülle – das Literaturverzeichnis umfasst 17 Seiten in kleiner Type und enthält geschätzt 1.100 Titel – an Büchern und Zeitschriftenpublikationen ist beeindruckend. Neben der chronologischen Abhandlung behandelt der Autor zahlreiche Schwerpunkte der Tierillustration wie Biologie-, Naturkunde- oder Jugendbücher, Bestimmungsliteratur oder Buchgrafik in eigenständigen Kapiteln. Mehr als 100 Künstler werden z. T. ausführlich vorgestellt, wann immer möglich ebenso mit Lebensdaten und Porträt wie wichtige Autoren, Herausgeber, Wissenschaftler oder Verleger. Im gesamten, 435 Seiten umfassenden Textblock, findet sich auf fast jeder Seite mindestens eine sorgfältig ausgewählte Abbildung. In seltenen Fällen wurden die Illustrationen nicht optimal eingefügt; so z. B. die Tafeln aus dem „Alten Naumann“ auf S. 257 und 261, während Autor und Werksgeschichte auf S. 247 und 248 vorgestellt werden. Wenige kleine Fehler können den durchweg positiven Eindruck des Buches nicht schmälern.

Vogelillustrationen und ihre Entstehungsgeschichte nehmen einen besonders breiten Raum ein. Etwa gleichauf mit Säugetierabbildungen, aber deutlich zahlreicher als die der übrigen Wirbeltiere und die Wirbellosen dominieren sie Wilkes Werk. Ein ganzes Kapitel ist ornithologischen Feldführern gewidmet. Interessant ist die variantenreiche Aufnahme des „Neuen Naumann“ zu Beginn des 20. Jahrhunderts zwischen hoher Wertschätzung und klarer Ablehnung geschildert. Ein weiteres Kapitel mit dem Titel „Neue Vogelbücher“ stellt die wichtigen Neuerscheinungen zwischen 1900 und den 1930er Jahre vor, unter ihnen Heinroths „Vögel Mitteleuropas“ mit den ersten publizierten Abbildungen von Jungvögeln in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Das Buch ist allen zu empfehlen, die sich für die Tierillustration und ihre bunte Geschichte interessieren.

Christoph Hinkelmann (Lüneburg)

Zielsetzung und Inhalte

Die „Vogelwarte“ veröffentlicht Beiträge ausschließlich in deutscher Sprache aus allen Bereichen der Vogelkunde sowie zu Ereignissen und Aktivitäten der Gesellschaft. Schwerpunkte sind Fragen der Feldornithologie, des Vogelzuges, des Naturschutzes und der Systematik, sofern diese überregionale Bedeutung haben. Dafür stehen folgende ständige Rubriken zur Verfügung: Originalbeiträge, Kurzfassungen von Dissertationen, Master- und Diplomarbeiten, Standpunkt, Praxis Ornithologie, Spannendes im „Journal of Ornithology“, Aus der DO-G, Persönliches, Ankündigungen und Aufrufe, Nachrichten, Literatur (Buchbesprechungen, Neue Veröffentlichungen von Mitgliedern). Aktuelle Themen können in einem eigenen Forum diskutiert werden.

Text

Manuskripte sind so knapp wie möglich abzufassen, die Fragestellung muss eingangs klar umrissen werden. Der Titel der Arbeit soll die wesentlichen Inhalte zum Ausdruck bringen. Werden nur wenige Arten oder Gruppen behandelt, sollen diese auch mit wissenschaftlichen Namen im Titel genannt werden. Auf bekannte Methoden ist lediglich zu verweisen, neue sind hingegen so detailliert zu beschreiben, dass auch Andere sie anwenden und beurteilen können. Alle Aussagen sind zu belegen (z. B. durch Angabe der Zahl der Beobachtungen oder Versuche und der statistischen Kennwerte bzw. durch Literaturzitate). Redundanz in der Präsentation ist unbedingt zu vermeiden. In Abbildungen oder Tabellen dargestelltes Material wird im Text nur erörtert.

Allen Originalarbeiten sind **Zusammenfassungen in Deutsch und Englisch** beizufügen. Sie müssen so abgefasst sein, dass Sie für sich alleine über den Inhalt der Arbeit ausreichend informieren. Aussagelose Zusätze wie „...auf Aspekte der Brutbiologie wird eingegangen...“ sind zu vermeiden. Bei der Abfassung der englischen Textteile kann nach Absprache die Schriftleitung behilflich sein.

Längeren Arbeiten soll ein Inhaltsverzeichnis vorangestellt werden. Zur weiteren Information, z. B. hinsichtlich der Gliederung, empfiehlt sich ein Blick in neuere Hefte. Auszeichnungen wie Schrifttypen und -größen nimmt in der Regel die Redaktion oder der Hersteller vor. Hervorhebungen im Text können (nur) in Fettschrift vorgeschlagen werden.

Wissenschaftliche Artnamen erscheinen immer bei erster Nennung einer Art in kursiver Schrift (ebenso wie deutsche Namen nach der Artenliste der DO-G), Männchen und Weibchen-Symbole sollen zur Vermeidung von Datenübertragungsfehlern im Text nicht verwendet werden (stattdessen „Männchen“ und „Weibchen“ ausschreiben). Sie werden erst bei der Herstellung eingesetzt. Übliche (europäische) Sonderzeichen in Namen dürfen verwendet werden. Abkürzungen sind nur zulässig, sofern sie normiert oder im Text erläutert sind.

Aus Gründen des Platzes und der Lesbarkeit wird an Textstellen, an denen von geschlechtlich gemischten Personengruppen die Rede ist, das generische Maskulinum verwendet.

Wir verarbeiten personenbezogene Daten unter Beachtung der Bestimmungen der EU-Datenschutz-Grundverordnung (DS-GVO), des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) sowie aller weiteren maßgeblichen Gesetze. Grundlage für die Verarbeitung ist Art. 6 Abs. 1 DS-GVO. Unsere Datenschutzerklärung finden Sie unter www.do-g.de/datenschutz.

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen müssen prinzipiell zweisprachig erstellt werden (sowohl Worte in Abbildungen als auch Abbildungs- und Tabellenlegenden zweisprachig deutsch und englisch). Diese werden so abgefasst, dass auch ein nicht-deutschsprachiger Leser die Aussage der Abbildung verstehen kann (d.h. Hinweise wie „Erklärung im Text“ sind zu vermeiden). Andererseits müssen aber Abbildungslegenden so kurz und griffig wie möglich gehalten werden. Die Schriftgröße in der gedruckten Abbildung darf nicht kleiner als 6 pt sein (Verkleinerungsmaßstab beachten!).

Literatur

Bei Literaturziten im Text sind keine Kapitälchen oder Großbuchstaben zu verwenden. Bei Arbeiten von zwei Autoren werden beide namentlich genannt, bei solchen mit drei und mehr Autoren nur der Erstautor mit „et al.“. Beim Zitieren mehrerer Autoren an einer Stelle werden diese chronologisch, dann alphabetisch gelistet (jedoch Jahreszahlen von gleichen Autoren immer zusammenziehen). Zitate sind durch Semikolon, Jahreszahl-Auflistungen nur durch Komma zu trennen. Im Text können Internet-URL als Quellenbelege direkt genannt werden. Nicht zitiert werden darf Material, das für Leser nicht beschaffbar ist wie unveröffentlichte Gutachten oder Diplomarbeiten.

In der Liste der zitierten Literatur ist nach folgenden Mustern zu verfahren: a) Beiträge aus Zeitschriften: Winkel W, Winkel D & Lubjuhn T 2001: Vaterschaftsnachweise bei vier ungewöhnlich dicht benachbart brütenden Kohlmeisen-Paaren (*Parus major*). J. Ornithol. 142: 429-432. Zeitschriftennamen können abgekürzt werden. Dabei sollte die von der jeweiligen Zeitschrift selbst verwendete Form verwendet werden. b) Bücher: Berthold P 2000: Vogelzug. Eine aktuelle Gesamtübersicht. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. c) Beiträge aus Büchern mit Herausgebern: Winkler H & Leisler B 1985: Morphological aspects of habitat selection in birds. In: Cody ML (Hrsg) Habitat selection in birds: 415-434. Academic Press, Orlando.

Titel von Arbeiten in Deutsch, Englisch und Französisch bleiben bestehen, Zitate in anderen europäischen Sprachen können, Zitate in allen anderen Sprachen müssen übersetzt werden. Wenn vorhanden, wird dabei der Titel der englischen Zusammenfassung übernommen und das Zitat z. B. um den Hinweis „in Spanisch“ ergänzt. Diplomarbeiten, Berichte und ähnl. können zitiert, müssen aber in der Literaturliste als solche gekennzeichnet werden. Internetpublikationen werden mit DOI-Nummer zitiert, Internet-Seiten mit kompletter URL und dem Datum des letzten Zugriffs.

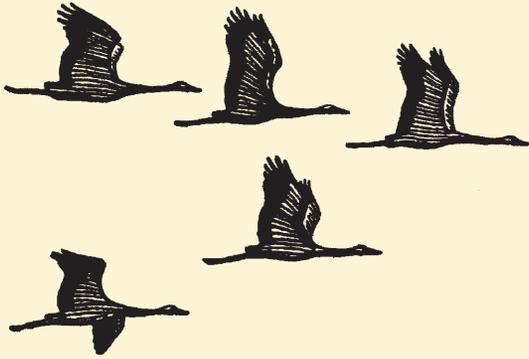
Buchbesprechungen sollen in prägnanter Form den Inhalt des Werks umreißen und für den Leser bewerten. Die bibliographischen Angaben erfolgen nach diesem Muster:

Joachim Seitz, Kai Dallmann & Thomas Kuppel: Die Vögel Bremens und der angrenzenden Flussniederungen. Fortsetzungsband 1992-2001. Selbstverlag, Bremen 2004. Bezug: BUND Landesgeschäftsstelle Bremen, Am Dobben 44, 28203 Bremen. Hardback, 17,5 x 24,5 cm, 416 S., 39 Farbfotos, 7 sw-Fotos, zahlr. Abb. und Tab. ISBN 3-00-013087-X. € 20,00.

Dateiformate

Manuskripte sind als Ausdruck oder in elektronischer Form möglichst per E-Mail oder auf CD/Diskette an Dr. Wolfgang Fiedler, Vogelwarte Radolfzell, Schlossallee 2, 78315 Radolfzell (Email: fiedler@orn.mpg.de) zu schicken (Empfang wird innerhalb weniger Tage bestätigt). Texte und Tabellen sollen in gängigen Formaten aus Office-Programmen (Word, Excel etc.) eingereicht werden. Abbildungen werden vom Hersteller an das Format der Zeitschrift angepasst. Dafür werden die Grafiken (Excel oder Vektordateien) aus den Programmen CorelDraw, Illustrator, Freehand etc. (Dateiformate eps, ai, pdf, cdr, fh) und separat dazu die dazugehörigen Dateien als Excel-Tabellen (oder im ASCII-Format mit eindeutigen Spaltendefinitionen) eingesandt. Fotos und andere Bilder sind als tiff- oder jpeg-Dateien (möglichst gering komprimiert) mit einer Auflösung von mindestens 300 dpi in der Mindestgröße 13 x 9 bzw. 9 x 13 cm zu liefern. In Einzelfällen können andere Verfahren vorab abgesprochen werden.

Für den Druck zu umfangreiche **Anhänge** können von der Redaktion auf der Internet-Seite der Zeitschrift bereitgestellt werden. Autoren erhalten von ihren Originalarbeiten ein PDF-Dokument.



Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde

Band 57 • Heft 1 • Februar 2019

Inhalt – Contents

Karl Schulze-Hagen Oskar Heinroth, Erwin Stresemann und die Geschichte der Mauserforschung	1
Philipp Schwemmer, Anna Marie Corman, Daniela Koch, Rahel M. Borrmann, Jan Koschorreck, Christian C. Voigt & Stefan Garthe Charakterisierung der Habitatwahl von Silbermöwen <i>Larus argentatus</i> durch GPS-Datenlogger zur Einschätzung der Schadstoffbelastung an der deutschen Nordseeküste	13
Behrend Dellwisch, Friedrich Schmid & Nils Anthes Habitatnutzung von Feldvögeln außerhalb der Brutzeit im Kontext der EU-Agrarförderung	31
Ornitalk: Bergenhusener Thesen zum Verhältnis von Wissenschaft und Naturschutz	46
Jan O. Engler, Kathrin Schidelko & Darius Stiels Forschungsmeldungen	47
Joy Coppes Kurzfassung Dissertation: Variabilität in der Reaktion von Wildtieren auf Freizeitaktivitäten	57
Spannendes im "Journal of Ornithology"	60
Vogelwarte Aktuell	64
Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft	65
Ankündigungen und Aufrufe	69
Nachrichten	71
Literaturbesprechungen	72