

Forschungsmeldungen

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

Vogelzug

Mauser- und Überwinterungsgebiete von Sumpfrohrsängern – Hinweise aus Isotopenanalysen und Ringfunden

Um Habitatwahl und Überwinterungsgebiete von Sumpfrohrsängern *Acrocephalus palustris* zu untersuchen, wurden stabile Kohlenstoff- ($\delta^{13}\text{C}$) und Stickstoff- ($\delta^{15}\text{N}$) Isotopenverhältnisse aus Federproben aus Europa und Afrika analysiert. Basierend auf den $\delta^{13}\text{C}$ -Werten rasten Sumpfrohrsänger auf dem Durchzug in Nordostafrika in von C_4 -Pflanzen dominierter Vegetation, während die Habitate in den Überwinterungsgebieten im südlichen Afrika eher von C_3 -Pflanzen geprägt sind. Als wichtiges Herbstrastgebiet wurden die tieferen Stufen des äthiopischen Hochlandes westlich des Großen Grabens identifiziert. Osteuropäische Sumpfrohrsänger unterschieden sich in ihren Isotopenprofilen von denen aus dem übrigen Europa, allerdings deutet die Analyse der Ringfunde auf ein hohes Maß an Durchmischung der Populationen in den Durchzugsgebieten in Kenia und im Überwinterungsgebiet weiter südlich hin. (ds)

Procházka P, Kralj J, Pearson DJ & Yohannes E 2014: Moulting and wintering grounds of Marsh Warblers *Acrocephalus palustris*: Evidence from stable isotopes and ring recoveries. *Acta Ornithologica* 49: 193-200.

Populationsmodelle für Zugvögel über den gesamten Jahreszyklus

Um zu verstehen, welche Faktoren Vogelpopulationen regulieren, ist es notwendig, Daten über demographische Prozesse und Umweltfaktoren aus allen Zeiten des Jahreszyklus zu haben. Dies stellt für Untersuchungen an Zugvögeln, die einen großen Teil des Jahres abseits der Brutgebiete verbringen können, eine besondere Herausforderung dar. Der vorliegende Übersichtsartikel stellt daher bestehende Modelle vor, die den kompletten Jahreszyklus beschreiben (full-annual-cycle = FAC models). Die zukünftige Einbindung der Abhängigkeit von der Populationsdichte, Zug-Konnektivität und saisonalen Interaktionen sollte Modelle realistischer machen, sorgt aber auch für eine zunehmende Komplexität dieser Modelle. Viele Überlegungen waren bisher jedoch eher theoretischer Natur. Noch stellen fehlende empirische Daten für alle Stadien des Jahreszyklus und mangelnde Kenntnisse über Zugkonnektivitäten die größte Hürde bei der Anwendung der FAC-Modelle dar. Diese Daten werden jedoch mehr und mehr verfügbar werden, so dass zukünftig eine tiefgrei-

fende Betrachtung von Zugvogelpopulationen über das ganze Jahr hinweg möglich erscheint. (ds)

Hostetler JA, Sillett TS & Marra PP 2015: Full-annual-population cycle models for migratory birds. *Auk* 132: 433-439.

Die Kosten des Zuges – Höhere Mortalität während des Frühlings-Trans-Saharazuges bei Löfflern

Alle Erklärungen und Hypothesen über saisonale Wanderungen von Tieren sind mit der Annahme verknüpft, dass Zugverhalten mit Kosten verbunden ist und diese mit der zurückgelegten Distanz steigen. Obwohl in Studien bereits gezeigt wurde, dass es Zusammenhänge zwischen der Zugstrecke und dem Bruterfolg oder der jährlichen Überlebensrate gibt, fehlten bisher Studien, die untersuchten, ob mit steigender Zugdistanz auch die Mortalität steigt. In der vorliegenden Studie wurde das saisonale Überleben in den Niederlanden brütender Löffler *Platalea leucorodia* zwischen Individuen verglichen, die in Frankreich, auf der Iberischen Halbinsel oder in Mauretanien überwintern und damit ganz unterschiedliche Zugstrecken zurücklegen. Basis waren Sichtungen individuell markierter Vögel aus den Jahren 2005 bis 2012, die zeigten, dass hohe Überlebensraten im Sommer, Herbst und Winter unabhängig von der Zugstrecke waren. Dagegen war die Mortalität für Vögel, die in Mauretanien überwinterten, mit 18 % deutlich höher als die der Vögel, die in Frankreich (5 %) oder auf der Iberischen Halbinsel (6 %) überwinterten. Als Ursache für den Zusammenhang zwischen der längeren Zugstrecke und der erhöhten Mortalität wird vor allem das Vorhandensein einer physischen Barriere in Form der Sahara in Kombination mit suboptimalem Auffüllen von Energiereserven und ungünstige Wetterbedingungen entlang der Route diskutiert. (ds)

Lok T, Overdijk O & Piersma T 2015: The cost of migration: spoonbills suffer higher mortality during trans-Saharan spring migrations only. *Biol. Lett.* 11: 20140944. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0944>.

Polymorphismen am *clock*-Gen bestimmen die Phänologie des Langstreckenzuges von Singvögeln

Der zeitliche Ablauf wiederkehrender Lebensereignisse (Phänologie) steht unter starker Selektion. Allerdings steht die Erforschung von Genen, die phänologisch re-

gulierend wirken könnten, noch ganz in ihren Anfängen. Während bestimmte Gene für tagesperiodisches Verhalten als mögliche Stellschrauben für Brutbeginn und Mauser bereits identifiziert wurden („candidate genes“), steht eine Untersuchung in Bezug auf Zugphänologie bislang aus. In dieser Studie wurden Polymorphismen an zwei Genen, dem *clock*-Gen und dem *adcyp1*-Gen, systematisch an vier Langstreckenziehern (Nachtigall *Luscinia megarhynchos*, Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca*, Baumpieper *Anthus trivialis*, Braunkehlchen *Saxicola rubetra*) untersucht. Variationen des *clock*-Gens konnten bei zumindest zwei der Arten mit einem späteren Zugdatum in Zusammenhang gebracht werden, während beim *adcyp1*-Gen keine Zusammenhänge gefunden werden konnten. Die Ergebnisse könnten dazu beitragen, die Mechanismen phänologischer Anpassung von Arten unter dem Klimawandel besser zu verstehen. (joe)

Saino N, Bazzi G, Gatti E, Caprioli M, Cecere JG, Possenti CD, Galimberti A, Orioli V, Bani L, Pubolini D, Gianfranceschi L & Spina F 2015: Polymorphism at the *clock* gene predicts phenology of long-distance migration in birds. *Mol. Ecol.* 24: 1758-1773.

Ökologie

Galapagos-Vögel verbreiten invasive Pflanzen

Das Leben auf Inseln stellt Wirbeltiere häufig vor Herausforderungen, da sie hier bei niedrigem Nahrungsangebot oft hohe Dichten erreichen. Typischerweise erweitern Insekten- und Samenfresser ihre Nahrungsnische und interagieren mit mehr Arten als ihre Pendanten auf dem Festland. Auf den Galapagos-Inseln konnte nun gezeigt werden, dass die gesamte Vogelartengemeinschaft aus 19 untersuchten Landvogelarten ihre Nahrungsnische erweiterte und durch Pollen und Nektar ergänzte. Dadurch kommen die eigentlich als Insekten- und Körnerfresser bekannten Arten als Bestäuber auf dem gesamten Archipel während des ganzen Jahres infrage. Unter den etwa 100 Pflanzenarten, welche die Vögel besuchten, waren jedoch auch 29 % eingeschleppte Arten, darunter das hoch invasive Balsam-Springkraut *Impatiens balsamina* und die Echte Guave *Psidium guajava*. Die Erweiterung ihrer Nahrungsnische ist für das Überleben der Vögel im Archipel wichtig, gleichzeitig bedroht sie jedoch auch die einzigartige Biodiversität der Inseln, indem sie das Eindringen invasiver Arten in die ursprüngliche Pflanzengemeinschaft erleichtert. (ks)

Traveset A, Olesen JM, Nogales M, Vargas P, Jaramillo P, Antolin E, Mar Trigo M & Heleno R 2015: Bird-flower visitation networks in the Galapagos unveil a widespread interaction release. *Nature Comm.* 6:6376. doi: 10.1038/ncomms7376.

Hinweise auf einen großräumigen Puffer-Effekt bei Populationen vieler Vogelarten

Die Regulation von Populationen ist eines der Hauptforschungsgebiete der Ökologie. Ein Regulationsmechanismus ist der Puffer-Effekt, der bedeutet, dass bei zunehmender Populationsdichte Habitate niedrigerer Qualität zunehmend genutzt werden. Als Folge sinken mittlere Fertilität und Überlebensrate, so dass das Populationswachstum insgesamt begrenzt wird. Obwohl der Puffer-Effekt für zahlreiche Arten nachgewiesen worden ist, fehlten bisher großräumige Tests über mehrere Arten. Daher wurden habitatspezifische Populations-trends für 85 Vogelarten aus dem Langzeit-Brutvogelmonitoring im Vereinigten Königreich genutzt, um die Allgemeingültigkeit dieses Mechanismus zu testen. Die Autoren zeigen, dass sowohl Änderungen in der Population als auch Veränderungen in den Habitatpräferenzen mit den Vorhersagen für einen Puffer-Effekt übereinstimmen und dessen weitreichende Bedeutung unterstützen. (ds)

Sullivan MJP, Newson SE & Pearce-Higgins JW 2015: Evidence for the buffer effect operating in multiple species at a national scale. *Biol. Lett.* 11: 20140930. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0930>

Erfahrung erleichtert Königspinguin-Küken die Navigation nach Hause

Königspinguine *Aptenodytes patagonicus* brüten in riesigen Kolonien mit bis zu 100.000 Vögeln. Das Zurechtfinden in diesen Kolonien und das Finden des Heimwegs zurück zur heimischen Kinderkrippe und zu den Eltern, beispielsweise nach einem Prädatorenangriff, sind für die Küken von großer Bedeutung. Dabei können in der Navigation unerfahrene Küken von der in-



Abb. 1: Junge Königspinguine *Aptenodytes patagonicus* finden schneller heim, wenn sie sich mit Gleichaltrigen zusammenschließen, die sich auskennen. Foto: Catherine Foley

Abb. 2: Berghüttensänger *Sialia currucoides* sind verbreitungsfreudig und besiedeln als eine der ersten Vogelarten ehemalige Brandflächen in den nordwestlichen USA. Maternale Effekte sind die treibende Kraft hinter der späteren Verdrängung durch die aggressiveren Blaukehl-Hüttensänger *S. mexicana*.

Foto: Alex Badyaev, tenbestphotos.com

dividuellen Erfahrung anderer Küken profitieren, wenn sie sich ihnen anschließen. Ihr Navigationsvermögen verbessert sich in Begleitung erfahrener Küken im Gegensatz zu Küken, die zusammen mit ebenfalls unerfahrenen Artgenossen unterwegs sind. Die erfahrenen Jungvögel nehmen dabei jedoch keine Rücksicht auf die Unerfahrenheit ihrer Begleitung, sie behalten ihre relativ hohe Geschwindigkeit und Effizienz bei, unabhängig davon, ob sie mit einem Partner wandern oder allein. Versuchen zwei unerfahrene Küken gemeinsam nach Hause zu finden, wechseln sie sich in der Führungsrolle ab, während erfahrene Küken während des gesamten Weges die Führung beibehalten. Die Studie zeigt die Bedeutung von Erfahrung bei der Navigation und eröffnet neue Einblicke in die Mechanismen des Informationstransfers innerhalb von Gruppen. (ks)

Nesterova AP, Flack A, van Loon EE, Bonadonna F & Biro D 2015: The effect of experienced individuals on navigation by king penguin chick pairs. *Anim. Behav.* 104: 69-78.

Weibchen lösen Artenzyklus aus

Eine wichtige Frage in der Ökologie ist, wie mechanistische Prozesse zwischen Individuen zu großskaligen Mustern bei der Bildung und Änderung von Artengemeinschaften führen können. Im Nordwesten Nordamerikas überlappen die Verbreitungsgebiete zweier Drosselarten, des Berghüttensängers *Sialia currucoides* und des Blaukehl-Hüttensängers *S. mexicana*. Beide konkurrieren aggressiv um Nisthöhlen in Gebieten mit Sukzessionsflächen nach Feuerereignissen. Berghüttensänger dispergieren schneller und kolonisieren solche neu entstandenen Habitate als erste, sie werden jedoch von den langsamer ankommenden, aber aggressiveren Blaukehl-Hüttensängern verdrängt. Im Laufe der Zeit wächst jedoch bei den Blaukehl-Hüttensängern der Anteil weniger aggressiver, brutorttreuer Männchen, denn maternale Effekte beeinflussen bei dieser Art das Maß an Aggression und Ausbreitungsverhalten der männlichen Nachkommen. Früh geschlüpfte Männchen sind aggressiver als spät geschlüpfte, und Weibchen produzieren einen größeren Anteil von spät schlüpfenden Männchen im Gelege, wenn in ihrem Revier viele Nesthöhlen verfügbar sind. Sind nur wenige Höhlen vorhanden, produzieren die Weibchen mehr früh



schlüpfende, aggressive Männchen. Maternal induzierte Variation im Verhalten der Blaukehl-Hüttensänger führt also zur Verdrängung des Berghüttensängers, da Weibchen aus Populationen mit hoher Dichte aggressive Söhne zeugen, die neue Gebiete kolonisieren. Dadurch erlangen sie ressourcenreiche Reviere mit vielen Nisthöhlen, in denen weniger aggressive Männchen vorherrschen. Steigt die Populationsdichte dann weiter an, produzieren die Weibchen wieder mehr aggressive Söhne, die sich in neue Gebiete ausbreiten und den Zyklus nach 25 bis 30 Generationen von neuem starten. (ks)

Duckworth RA, Belloni V & Anderson SR 2015: Cycles of species replacement emerge from locally induced maternal effects on offspring behavior in a passerine bird. *Science* 347: 875-877.

Systematik und Taxonomie

Zwei Insel-Endemiten zeigen dramatische Nischen-Verschiebungen und morphologischen Wandel

Die Besiedlung von Inseln geht oft mit raschen morphologischen Veränderungen einher. Die Autoren berichten von zwei bisher übersehenen Fällen bei zwei Vogelarten, die tropische bewaldete Inseln besiedeln. Orangekehl-Brillenvögel *Madanga ruficollis* leben nur auf der indonesischen Insel Buru und Bräunlinge *Amaurocichla bocagii* sind endemisch für die Insel São Tomé im Golf von Guinea. Anders als bisher angenommen, stellte sich bei einer Untersuchung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse heraus, dass es sich bei beiden um an das Leben im Wald

angepasste Mitglieder der Familie der Stelzen und Pieper (Motacillidae) handelt. Orangekehl-Brillenvogel unterscheiden sich von anderen Piepern vor allem in ihrer Färbung, die als verbesserte Tarnung in ihrem arboresalen Lebensraum interpretiert wird. Gleichzeitig waren Selektionsdrücke auf andere morphologische Merkmale aufgrund von Präadaptationen wohl eher schwach. Hierzu gehört die Fähigkeit, große Äste entlang zu laufen. Die Nischenverschiebung bei Bräunlingen gegenüber Verwandten hat sowohl zu Änderungen in der Gefiederfärbung als auch strukturellen Unterschieden im Vergleich zu den nächsten Verwandten geführt. Diskutiert wird ein evolutionäres Szenario, bei dem Zugvögel auf den genannten Inseln verblieben und es dort zu den evolutiven Anpassungen an die für die Gruppe eher ungewöhnlichen Lebensräume kam. (ds)

Alström P, Jönsson KA, Fjeldså J, Ödeen A, Ericson PGP & Irestedt M 2015: Dramatic niche shifts and morphological change in two insular bird species. *R. Soc. Open Sci.* 2: 140364. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.140364>

Schnelle Artbildung und sekundäre Sympatrie bei australo-pazifischen Eisvögeln *Todiramphus*

Einige in der pazifischen Inselwelt verbreitete Taxa haben sich im Laufe der Evolution in so viele Arten aufgespalten, dass man sie als „great speciator“ (übersetzt etwa „große Artbildner“) bezeichnet. Unter diesen ist der Halsbandliest *Todiramphus chloris* wohl am weitesten verbreitet. Der Artkomplex besiedelt in 50 Unterarten ein Gebiet vom Roten Meer bis nach Polynesien – dazwischen liegen mehr als 16.000 km. Die Autoren haben eine umfassende molekulare Phylogenie berechnet. Demnach ist der Komplex paraphyletisch, denn zehn pazifische *Todiramphus*-Arten wurzeln innerhalb des Komplexes. Darunter sind Arten entlegener Inseln Ostpolynesiens genauso wie der Götzenliest *Todiramphus sanctus*, ein Zugvogel. Die Daten zeigen, dass die *Todiramphus*-Taxa inklusive des Halsbandliests ihr Verbreitungsgebiet innerhalb der letzten eine Million Jahre enorm erweiterten und es trotz des vergleichsweise geringen Alters zu Artbildungsprozessen mit mehreren sekundären Kontaktzonen kam. Signifikante ökomorphologische und verhaltensbiologische Unterschiede existieren zwischen sekundär in Kontakt getretenen Linien, so dass die Autoren davon ausgehen, dass es sehr rasch zur Ausbildung progamer Isolationsmechanismen kam. Die Biogeographie ist komplex und offenbart u. a. eine Trennung zwischen nord-melanesischen und polynesischen Taxa. (ds)

Andersen MJ, Shult HT, Cibois A, Thibault J-C, Filardi CE & Moyle RG. 2015: Rapid diversification and secondary sympatry in Australo-Pacific kingfishers (Aves: Alcedinidae: *Todiramphus*). *R. Soc. Open Sci.* 2: 140375. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.140375>

Unterarten und Wissenschaftsphilosophie

Debatten über taxonomische Einheiten gibt es mindestens seit Jahrzehnten und kaum eine wurde so heftig infrage gestellt und kritisiert wie die Unterart. In den letzten Jahren werden zunehmend phylogenetische Methoden verwendet, um taxonomische Fragen auf Unterartniveau zu klären. Einige aktuelle Beispiele zeigen die Notwendigkeit auf, einen klaren, konsequenten Ansatz zu verfolgen, insbesondere wenn dabei genetische Daten verwendet werden, um Unterartgrenzen zu bestimmen. Standards erscheinen insbesondere wichtig, wenn Studien weitreichende Folgen für den Schutzstatus eines Taxons haben können, wie das Beispiel des Kalifornienmückenfängers *Polioptila californica* zeigt (Zink et al. 2000, 2013). Ein konzeptionelles Grundgerüst muss demnach den vollen Rahmen an zu unterstützenden oder abzulehnenden Alternativen ermöglichen. Patten (2015) macht daher konzeptionelle Vorschläge und empfiehlt die Einführung von Unterarten als zusätzliche Kategorie auch unter dem phylogenetischen Artkonzept. (ds)

Patten M 2015: Subspecies and the philosophy of science. *Auk* 132: 481-485.

Zink RM, Barrowclough GF, Atwood JL & Blackwell-Rago RC 2000: Genetics, taxonomy, and conservation of the threatened California Gnatcatcher. *Conserv. Biol.* 14: 1394-1405.

Zink RM, Groth JG, Vázquez-Miranda H & Barrowclough GF 2013: Phylogeography of the California Gnatcatcher (*Polioptila californica*) using multilocus DNA sequences and ecological niche modeling: Implications for conservation. *Auk* 130: 449-458.

Wie viele Arten von Birkenzeisigen gibt es wirklich?

Die holarktisch verbreiteten Birkenzeisige (Gattung *Acanthis*) zeigen auf beeindruckende Weise, wie eine junge, aber phänotypisch deutlich differenzierte Gruppe anhand traditioneller genetischer Methoden keinerlei genotypische Differenzierung aufweist. Mithilfe von neuen Sequenzierverfahren wurden nun über 20.000 über das gesamte Genom verteilte einzelne Nukleotidpolymorphismen (SNP) zusammen mit weiteren knapp 216.000 SNPs aus dem Transkriptom extrahiert und gemeinsam mit Genexpressionsdaten und Nischenmodellierungen untersucht. Die Untersuchungen zeigten, dass auch mit dieser hohen genetischen Auflösung keine Differenzierungen zwischen anerkannten Arten zu finden waren. Darüber hinaus zeigten sich eine hohe Übereinstimmung in den klimatischen Nischen sowie ein starker Zusammenhang zwischen Genexpression und phänotypischer Variation innerhalb der in Nordamerika verbreiteten Arten. Sämtliche Ergebnisse widersprechen einem Szenario nachhaltiger Isolation mit

nachfolgendem sekundären Kontakt und somit einer klassischen allopatrischen Speziation. Vielmehr stehen phänotypische Plastizität oder die Variation in regulierenden *cis*-Elementen im Verdacht, für die phänotypischen Differenzierungen verantwortlich zu sein. Dies stellt nicht zuletzt den taxonomischen Status der Gruppe infrage. (joe)

Mason NA & Taylor SA 2015: Differentially expressed genes match bill morphology and plumage despite largely undifferentiated genomes in a Holarctic songbird. *Mol. Ecol.* doi:10.1111/mec.13140.

Vogelschutz

Klimawandel und Stadtökologie – Synergistische Effekte von Frühlingstemperatur und Landnutzung auf den Bruterfolg („nest survival“) städtischer Vögel

Der Klimawandel birgt das Potenzial, die Dynamik von Vogelpopulationen durch von der Temperatur abhängigen Bruterfolg (im Original treffender „nest success“) zu beeinflussen. Der Bruterfolg variiert jedoch in heterogenen Habitaten, und Landnutzungsänderungen haben als Stressfaktor ebenfalls Einfluss. In der vorliegenden Studie wurde der Bruterfolg dreier Vogelarten ($n = 371$ Nester von Wanderdrossel *Turdus migratorius*, Carolinaube *Zenaidura macroura* und Schwarzkopfkernknacker *Pheucticus melanocephalus*) entlang eines Stadt-Land-Gradienten in einer trockenen Region der westlichen Vereinigten Staaten über vier Jahre untersucht. Der Bruterfolg stieg mit einem leichten Anstieg der Temperatur während der Nestlingsphase und war positiv mit feinskaligem Kronendachschluss und der Anzahl der Fußgänger assoziiert. Letztere könnten womöglich einen negativen Einfluss auf potenzielle Prädatoren haben. Moderate Klimaveränderungen könnten sich demnach positiv auswirken, vor allem aber betonen die Autoren, dass klimatische Faktoren mit Habitat- bzw. Landnutzungsfaktoren gemeinsam betrachtet werden müssen. (ds)

Becker ME & Weisberg PJ 2015: Synergistic effects of spring temperatures and land cover on nest survival of urban birds. *Condor* 117: 18-30.

Nistkästen für Mauersegler als Kompensationsmaßnahme bei Gebäudesanierungen

Menschliche Siedlungen bieten vielen synanthropen Vogelarten geeignete Habitate einschließlich Brutmöglichkeiten in oder an Gebäuden. Im Zuge der politischen Zielsetzung, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, werden jedoch aktuell in vielen europäischen Ländern Gebäude saniert und wärmedämmend. Dies führt häu-

fig zum Verlust von Nistplätzen, weil zugängliche Brutnischen geschlossen werden. In Deutschland werden zur Kompensation oft Nistkästen aufgehängt, die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wird jedoch selten überprüft. In Greifswald wurde jetzt die Belegung von 477 Mauersegler-Nistkästen an renovierten Gebäuden kontrolliert: 24,3 % der Kästen waren von Mauerseglern belegt, und an den meisten Gebäuden war die Zahl der belegten Kästen genauso hoch wie oder sogar höher als die Zahl der Nistplätze vor der Renovierung. Auch verschiedene Eigenschaften der Nistkästen wurden untersucht, u. a. Alter, Orientierung, Höhe und Art der Befestigung. Das wichtigste Merkmal war jedoch die Zahl der benachbarten Kästen. Die Autoren empfehlen, diese nahe am Dachrand mit einigen Metern Abstand zueinander anzubringen. In diesem Fall ist das Anbringen von Nistkästen eine geeignete Maßnahme, um den Verlust von Mauersegler-Nistplätzen im Zuge von Renovierungen zu kompensieren. (ks)

Schaub T, Meffert PJ & Kerth G 2015: Nest-boxes for Common Swifts *Apus apus* as compensatory measures in the context of building renovation: efficacy and predictors of occupancy. *Bird Cons. Int.* doi: 10.1017/S0959270914000525

Die Bedeutung von äthiopischen Schattenkaffeeplantagen für den Schutz von Waldvögeln

Kaffee wird wie kaum ein anderes tropisches Produkt in Gebieten angebaut, die von hoher Priorität für den globalen Naturschutz sind. Zwar gibt es zahlreiche internationale Studien über den Naturschutzwert von Kaffeeplantagen, insbesondere aus der Neotropis, aber aus Afrika ist erstaunlich wenig darüber bekannt. Äthiopien ist ein äußerst artenreiches, wenig erforschtes Land mit außergewöhnlich vielen Endemiten, drängenden Herausforderungen im Naturschutz und nicht zuletzt die Ursprungsregion von *Coffea arabica*. Dort wurden Vogelgemeinschaften sowohl in beschatteten Kaffeeplantagen wie auch in feuchten, immergrünen afromontanen Wäldern untersucht. Dazu wurden Standardnetzefänge an sieben Stellen über drei Jahre durchgeführt und dabei die Artenvielfalt, Diversität und Struktur der Vogelgemeinschaften untersucht. Obwohl sich die Diversität zwischen Kaffee und Wald nicht unterschied, wurden in Kaffeeplantagen mehr als doppelt so viele Arten wie im Wald nachgewiesen und alle bis auf einer der neun paläarktischen Zugvögel wurden nur in Kaffee gefangen. Allerdings war die relative Abundanz von Waldspezialisten und insektivoren Vögeln des Unterholzes im Wald höher, was die Bedeutung ungestörter Wälder für den Schutz dieser gefährdeten Vogelgruppe unterstreicht. Nichtsdestotrotz wurden alle Arten, die in den Kontrollgebieten im Primärwald gefunden wurden, auch in Kaffeeplantagen nachgewiesen. Die Autoren schließen daraus, dass äthiopischer Kaffee



Abb. 3: Äthiopische Waldkaffeeplantagen (oben) zeichnen sich durch einen hohen Reichtum an Vogelarten aus. Nicht nur tropische Arten, wie der Graubrust-Paradiesschnäpper *Terpsiphone viridis* (unten), profitieren hiervon, sondern auch eine Vielzahl an paläarktischen Wintergästen. Fotos: Evan Buechley

aus Schattenanbau vielleicht der „vogelfreundlichste“ Kaffee der Welt ist, was entsprechende Bedeutung für den Schutz afrikanischer Waldvögel hat. Landwirte, die Schattenkaffee anbauen, profitieren möglicherweise von der Schädlingsregulierung durch Vögel und potenzielle Zertifikate für „biodiversitätsfreundlichen“ Anbau. (ds)

Buechley ER, Şekercioglu ÇH, Atickem A, Gebremichael G, Ndungu JK, Mahamued BA, Beyene T, Mekonnen T & Lens L 2015: Importance of Ethiopian shade coffee farms for forest bird conservation. Biol. Cons.: doi: 10.1016/j.biocon.2015.01.011

Vogel- und Fledermausmortalität an kleinen Windkraftanlagen

Kleine Windturbinen sind eine zunehmend beliebte Möglichkeit, weltweit erneuerbare Energie zu erzeugen.

Da sie in Größe (Nabenhöhe in der vorliegenden Studie 4,0 bis 26,4 m, im Mittel 10,2 m) und Design deutlich flexibler sind als die bekannten großen Windturbinen, können Sie auch an den unterschiedlichsten Standorten installiert werden. Während die substantielle Mortalität von Vögeln und Fledermäusen an großen Windkraftanlagen längst nachgewiesen ist, fehlten bisher Studien an kleinen Anlagen. Planerische Entscheidungen über die Errichtung kleiner Windkraftanlagen sind daher mit einem hohen Maß an Unsicherheit bezüglich ihres Einflusses auf die Biodiversität verbunden. In der Studie werden Felddaten mit Ergebnissen von Fragebögen kombiniert, die von Anlagenbetreibern ausgefüllt wurden, um Abschätzungen der Mortalität vornehmen zu können. Bei 171 Kadaversuchen an 21 kleinen Windturbinen wurden keine toten Vögel oder Fledermäuse entdeckt. Von 212 befragten Anlagenbetreibern berichteten 31 (14,6 %) von gefundenen Vogelopfern aus zwölf Artengruppen, drei (1,4 %) berichteten von toten Fledermäusen. Basierend auf einem Modell, das die Antreffwahrscheinlichkeit berücksichtigt, kann demnach von 0,079 bis 0,278 toten Vögeln pro Jahr und Anlage ausgegangen werden, was bei der Anzahl aktuell installierter Anlagen im Vereinigten Königreich etwa 1.567 bis 5.510 toten Vögeln entspricht. Für Fledermäuse sind diese Zahlen entsprechend niedriger. Gebiete mit hoher Vogelaktivität tendierten zu einer höheren Anzahl gemeldeter Schlagopfer. Systematisch erhobene Daten wie die in der Studie präsentierten sind dringend notwendig, um bei der weiteren Planung der beschriebenen Windkraftanlagen berücksichtigt werden zu können. (ds)

Minderman J, Fuentes-Montemayor E, Pearce-Higgins JW, Pendlebury CJ & Park KJ 2015: Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. Biodivers. Conserv. 24: 467-482.

Vögel und Drohnen – erste Experimente und ethische Richtlinien

Unbemannte Luftfahrzeuge, meist Drohnen genannt, finden zunehmenden Gebrauch in ökologischen Studien (z. B. Weissensteiner et al. 2015 für eine aktuelle ornithologische Anwendung). Dabei geht es oft darum, sich in schwer zugänglichen Gebieten sensiblen Wildtieren zu nähern. Daher sind Studien, die praktische Empfehlungen geben, dringend erforderlich. In der vorliegenden wurde der Einfluss von Drohnenfarbe, -geschwindigkeit und -anflugwinkel auf halb wilde Stockenten *Anas platyrhynchos*, Grünschenkel *Tringa nebularia* und Rosaflamingos *Phoenicopiterus roseus* in einem Feuchtgebiet untersucht. Dazu wurden 204 Annäherungsflüge mit einer Quadrocopter-Drohne durchgeführt. In 80 % der Fälle konnte sich die Drohne un-

beeinflussten Vögeln auf bis zu vier Metern nähern. Annäherungsgeschwindigkeit, Drohnenfarbe und Wiederholungsflüge hatten keinen messbaren Einfluss, allerdings reagierten die Vögel stärker auf sich vertikal nähernde Drohnen. Es wird empfohlen, Drohnen mehr als 100 m von den Vögeln entfernt zu starten und Annäherungsdistanzen artspezifisch zu bestimmen. Die Studie wird nur als erster Empfehlungsschritt angesehen und zukünftige Untersuchungen sollten weitere Taxa behandeln, Gruppengröße und reproduktiven Status berücksichtigen und physiologischen Stress bei den betroffenen Individuen messen. (ds)

Vas E, Lescroël A, Duriez O, Boguszewski G & Grémillet D 2015: Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biol Lett* 11: 20140754. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754>

Weissensteiner MH, Poelstra JW & Wolf JBW 2015: Low-budget ready-to-fly unmanned aerial vehicles: an effective tool for evaluating the nesting status of canopy-breeding bird species. *J. Avian Biol.* doi: 10.1111/jav.00619

Schwellenwerte für das Verschwinden von Waldvogelarten infolge von Fragmentierung variieren je nach Region

Die Notwendigkeit quantitativer Schutzziele führte zur Suche nach Gesetzmäßigkeiten von Habitatschwellenwerten, insbesondere solcher, bei denen sich Aussterbewahrscheinlichkeiten stark ändern („extinction thresholds“). Zwar wurde angenommen, dass diese Schwellenwerte regional variieren, jedoch wurde dies bislang nicht quantifiziert. In den nordöstlichen Bundesstaaten der USA wurden nun Zusammenhänge zwischen der Aussterbewahrscheinlichkeit von 25 Waldvogelarten und der Waldbedeckung untersucht. Es zeigte sich eine interspezifische Variabilität der Schwellenwerte, die je nach Vogelart zwischen 7 bis 90 % Waldddeckung lag. Zudem konnte auch eine intraspezifische Variabilität zwischen den einzelnen Bundesstaaten festgestellt werden. So lag der Wert beispielsweise bei der Weißkehlammer *Zonotrichia albicollis* zwischen 12 und 90 %. Zusätzliche Analysen ergaben zudem, dass diese Schwellenwerte nicht mit dem Grad an Fragmentierung von Waldflächen in der Landschaft korrelieren, selbst dann nicht, wenn die mittlere Fragmentierung zwischen verschiedenen Landschaften vergleichbar war. Dies zeigt, dass solche Schwellenwerte schwer zu generalisieren sind und von Faktoren abhängen, die über reine Habitatfragmentierung und -verfügbarkeit hinausgehen. (joe)

van der Hoek Y, Wilson AM, Renfrew R, Walsh J, Rodewald PG, Baldy J & Manne LL 2015: Regional variability in extinction thresholds for forest birds in the north-eastern United States: an examination of potential drivers using long-term breeding bird atlas datasets. *Div. Dist.* doi: 10.1111/ddi.12327.

Quecksilber belastet kanadische Elfenbeinmöwen

Quecksilber ist verbreitet in marinen Nahrungsnetzen anzutreffen, vor allem in hohen Breiten. Gerade bei Spitzenprädatoren hat die Bioakkumulation von Methylquecksilber (MeHg) starke Effekte. Bei Vögeln kann diese Belastung in den Federn nachgewiesen werden. Elfenbeinmöwen *Pagophila eburnea* sind vornehmlich Aasfresser und weisen entsprechend hohe Konzentrationen von MeHg auf. Die Art hat die höchsten Quecksilberkonzentrationen, die bei arktischen



Abb. 4: Bedroht durch zu viel Quecksilber? Kanadische Elfenbeinmöwen sind sehr stark mit Quecksilber belastet. In 130 Jahren hat sich der Gehalt um das 42-fache erhöht. Gleichzeitig sind die Bestände alleine in den letzten 35 Jahren um 80 % eingebrochen.

Foto: Tobias Rautenberg

Vogelarten in Eiern nachgewiesen wurden. Ihr kanadischer Bestand hat seit den 1980ern um 80 % abgenommen. Federn von Museumspräparaten, die zwischen 1877 und 2007 gesammelt wurden, zeigten nun, wie sich der Gehalt an Quecksilber über die Zeit verändert hat. Bei gleichbleibender Nahrungswahl (angezeigt durch konstante ^{13}C -, ^{15}N -Isotopenverteilungen) hat sich der Gehalt an Quecksilber um das 45-fache erhöht. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf den menschlichen Einfluss durch künstliche Zuführung von Quecksilber in die Umwelt. Es wird erwartet, dass bioverfügbares Quecksilber weiterhin in den arktischen Regionen zunehmen wird. Entsprechend kann von einer weiteren Abnahme der Vorkommen der Elfenbeinmöwe ausgegangen werden. (joe)

Bond AL, Hobson KA & Branfireun BA 2015: Rapidly increasing methyl mercury in endangered Ivory Gull (*Pagophila eburnea*) feathers over a 130 year record. *Proc. R. Soc. B.* doi: 10.1098/rspb.2015.0032.

Neozoen

Wie die Goldammer ein Kiwi wurde: Die Geschichte einer „Vogel-Invasion“

Neuseeland beherbergt eine große Zahl eingeschleppter Pflanzen und Tiere und gilt als Modellregion für Studien über nicht-heimische Arten. Insbesondere die Bedeutung der Anzahl der ursprünglich eingeführten Individuen, der „propagule pressure“, ist aktuell Gegenstand einer fachlichen Debatte. Die Datengrundlage dazu ist aus Neuseeland außergewöhnlich gut. Bisherige Studien stützten sich auf zusammengefasste Daten, während in der vorliegenden Studie die vorhandenen Primärdaten für die Einschleppung der Goldammer *Emberiza citrinella* ausgewertet wurden. Die Geschichte der Einschleppung der Goldammer aus dem Vereinigten Königreich kann dabei mit erstaunlicher Präzision rekonstruiert werden und offenbart damit bisherige Lücken und Fehlinterpretationen. Es liegen Details zu den Schiffen vor, mit denen die Individuen transportiert wurden, die Anzahl der Vögel, die an Bord verstarben, ist bekannt, und es gibt recht detaillierte Daten über die in Neuseeland freigelassene Individuenzahl, Orte der Aussetzungen sowie die öffentliche Wahrnehmung der Art. Nicht alle importierten Vögel wurden freigelassen, einige starben oder wurden nach Australien zurücktransportiert. Die Studie bestätigt laut Autoren das Potenzial solcher exakter geschichtlicher Rekonstruktionen, die, sofern für alle Arten durchgeführt, eine bessere Datengrundlage darstellen, um die Bedeutung des „propagule pressure“ für den Etablierungserfolg von Neozoen zu untersuchen. (ds)

Pipek P, Pyšek P & Blackburn TM 2015: How the Yellowhammer became a Kiwi: the history of an alien bird invasion revealed. *NeoBiota* 24: 1-31.

Auf dem Weg zur Auslöschung der nordamerikanischen Schwarzkopf-Ruderente in Europa

Die geplante Auslöschung einer invasiven Vogelart war in den letzten Jahren immer wieder Gegenstand intensiver Diskussionen in Naturschutzkreisen. Im vorliegenden Artikel wird über den aktuellen Stand der Umsetzung berichtet. Nordamerikanische Schwarzkopf-Ruderenten *Oxyura jamaicensis* sind in Europa invasive Neozoen. Seit den 1950er Jahren entkamen Vögel aus Gefangenschaft bzw. wurden freigelassen, so dass sich eine selbsterhaltende Population im Vereinigten Königreich etablierte. Von dort breitete sich die Art nach Kontinentaleuropa, insbesondere in die Niederlande, nach Belgien, Frankreich und Spanien aus. Sorgen bereitet dabei vor allem die Hybridisierung mit der hochgradig bedrohten heimischen Weißkopf-Ruderente *Oxyura leucocephala*. Aus diesem Grund

wurde ein internationaler Plan erstellt, die nicht-heimische Art in Europa auszulöschen. Die nun dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Anwendungen und Kontrollintensität zwischen den beteiligten Ländern variierten. Im Jahr 2013 lag der Bestand bei unter 7 % des Bestandes im Jahr 2000, aber weitere Anstrengungen sind notwendig, um die Art auszulöschen. Die Europäische Union erwägt neue Gesetze, die den Mitgliedsstaaten die Kontrolle über bestimmte nicht-heimische Arten auferlegt. Die Schwarzkopf-Ruderente könnte dabei die erste invasive nicht-heimische Art sein, die auf kontinentaler Ebene wieder verschwinden werden wird. (ds)

Robertson, PA, Adriaens T, Caizergues A, Cranswick PA, Devos K, Gutiérrez-Expósito C, Henderson I, Hughes B, Mill AC & Smith GC 2015: Towards the European eradication of the North American Ruddy Duck. *Biol. Invasions* 17: 9-12.

Paläornithologie

Debatte um den Ursprung der Vögel – Kommentar zu A. Feduccias „Bird Origins Anew“

Alan Feduccia vertritt seit vielen Jahren im Wesentlichen die Meinung, dass Vögel von frühen Archosauriern abstammen und vertrat diese Haltung auch in einem 2013 publizierten Artikel (Feduccia 2013). Im vorliegenden Kommentar (Smith et al. 2015) antwortet ein Autorenkollektiv auf die dort getätigten Aussagen. Demnach sind – wie in den letzten Jahren von sehr vielen Wissenschaftlern anerkannt – Vögel Maniraptoren (innerhalb theropoder Dinosaurier). Die Argumente für einen abgeleiteten Status innerhalb der Dinosaurier seien überwältigend und basierten auf zahlreichen voneinander unabhängigen Erkenntnissen. Dagegen würde höchstens eine Minderheit selektiv gewählter Daten alternative Erklärungen zum Ursprung der Vögel schwach unterstützen. Außerdem würden in Argumentationen gegen die Position der Avialae innerhalb der Dinosaurier die logisch voneinander getrennten Fragen zum Ursprung der Vögel, zur Evolution des Flugs und zur phylogenetischen Position des Auftretens von Federn miteinander vermischt. A. Feduccias Artikel beinhaltet zahlreiche Ungenauigkeiten: Die Autoren präsentierten dazu einen auf den Fakten zur Debatte um den Ursprung der Vögel basierten Gegenentwurf und gehen auf von A. Feduccia aufgeworfene Kritiken ein. (ds)

Feduccia A 2013: Bird origins anew. *Auk* 130: 1-12.

Smith NA, Chiappe LM, Clarke JA, Edwards SV, Nesbitt SJ, Norell MA, Stidham TA, Turner A, van Tuinen M, Vinther J & Xu X 2015: Rhetoric vs. reality: A commentary on „Bird Origins Anew“ by A. Feduccia. *Auk* 132: 467-480.

Neue Methoden sollen ausgestorbene Arten wiederauferstehen lassen

Für das Verständnis vieler Aspekte der Biologie, Evolutionsgeschichte und Ökologie heute lebender Vögel liefert die Paläornithologie, die Erforschung fossiler, ausgestorbener oder prähistorischer Vögel, wichtige Erkenntnisse und einen zeitlichen Kontext. Aktuelle technologische und methodische Fortschritte auf dem Feld der Paläornithologie eröffnen neue Informationmöglichkeiten und liefern neue Einsichten in die Geschichte heutiger Vögel. Zu den neuen Techniken gehören die Analyse von aDNA („alte DNA“ mit einem Alter von meist mehr als 100 Jahren), stabilen Isotopen oder Koprolithen, hochaufgelöste Computertomographie, Paläoneurologie, Paläohistologie oder Analysen nach der Finite-Elemente-Methode. Diese Fortschritte eröffnen der Paläornithologie gute Aussichten, bestätigen aber auch die Bedeutung von Feldarbeit mit der Entdeckung neuer fossiler Belegexemplare, von Museumsarchiven, in denen diese Exemplare aufbewahrt werden und von traditionellen morphologischen Ansätzen, um fossile Überreste zu untersuchen. Die Autoren spekulieren darüber, mithilfe der neuen Methoden ausgestorbene Arten wieder auferstehen zu lassen und den Geologenhammer durch Ferngläser zu ersetzen. (ks)

Wood JR & De Pietri VL 2015: Next-generation paleornithology: Technological and methodological advances allow new insights into the evolutionary and ecological histories of living birds. *Auk* 132: 486-506.

Vollständiges Terrorvogelskelett entdeckt

Terrorvögel stellen eine der bedeutendsten Gruppen des südamerikanischen Känozoikums dar. Da sie als Spitzenprädatoren gelten, wurden ihre Jagdfähigkeiten eingehend untersucht, nicht aber ihre Diversität. In der vorliegenden Studie wird ein neuer Terrorvogel aus dem späten Pliozän Argentiniens präsentiert, dessen Skelett zu den am vollständigsten erhaltenen gehört, die jemals gefunden wurden. Die phylogenetische Analyse platziert die neue Art bei den abgeleiteten Terrorvögeln. Das Skelett ist so gut erhalten, dass man Einzelheiten der Luftröhrenknorpel, der Syrinx und von Knöchelchen zur Justierung der Form der Hornhaut erkennen kann. Die Hörempfindlichkeit von *Llallawavis scagliai* war demnach unterhalb des Durchschnitts heute lebender Arten. Da das Vokalisationspektrum der meisten Vögel innerhalb der unteren Hälfte ihres Hörsensitivitätsbereichs liegt, gehen die Autoren davon aus, dass der neue Terrorvogel einen schmalen, niedrigen Vokalisations-Frequenzbereich besessen haben könnte: Er hörte also schlecht und hat eher tiefe Töne produziert. Die Entdeckung der neuen Art liefert neue Einsichten in die Anatomie und Phy-

logenie der Terrorvögel und ein besseres Verständnis der Diversifizierung der Gruppe. (ks)

Degrange FJ, Tambussi CP, Taglioretti ML, Dondas A & Scaglia F 2015: A new Mesembriornithinae (Aves, Phorusrhacidae) provides new insights into the phylogeny and sensory capabilities of terror birds. *J. Vertebr. Palaeontol.* 35: 2, e912656, doi: 10.1080/02724634.2014.912656

Schwerpunktthema: Federn

Evolution von Handschwingen und Flugfähigkeit

Eine der großen Herausforderungen in der Biologie ist es zu verstehen, wie es zur Entwicklung komplexer funktionaler Eigenschaften kommen konnte. Die Flugfähigkeit moderner Vögel ist hierbei ein ganz besonderes Beispiel, da hierfür eine Vielzahl von komplexen Anpassungen auf anatomischer und physiologischer Ebene vonnöten war. Eines der auffälligsten Merkmale, die den Vogelflug ermöglichen, sind die verlängerten asymmetrischen Handschwingen im Flügel, bei denen die Außenfahne kürzer ist als die Innenfahne, wodurch ein Auftrieb während des Fluges erzeugt wird. In dieser Studie wurden die Geometrien der Seitenäste (Ramus; abgehend vom Federnschaft) sowie deren aerodynamische Funktion über die gesamte Entwicklungsgeschichte der Federn mesozoischer Taxa (*Microraptor*, *Archaeopteryx*, *Sapeornis*, *Confuciusornis*, *Epoengornis*) hinweg bis zu den modernen Vögeln untersucht. Im Gegensatz zu vorherigen Annahmen steht der Winkel der Seitenäste zum Federnschaft nicht mit der Asymmetrie von Innenfahne zu Außenfahne in Zusammenhang. Allerdings variiert dieser Winkel mit der Funktion der Fahne, wohingegen die Variation in den Astlängen die Fahnenasymmetrie bestimmt. Im Speziellen konnte gezeigt werden, dass sich die Astgeometrien signifikant zwischen den funktional unterschiedlichen Bereichen der Handschwingenfahnen unterscheiden. So nehmen vor allem weit herausragende Außenfahnen eine stark divergente Position im funktionalen Eigenschaftenraum ein, die durch sehr kleine Seitenastwinkel bestimmt wird. Diese distinkte Morphologie findet sich sowohl bei den modernen Vögeln als auch bei den Stammarten aus dem späten Jura wieder. Bei sämtlichen älteren Taxa wie *Archaeopteryx* ist die Morphologie der Außenfahnen jedoch grundlegend verschieden von jenen moderner Vögel. Diese zuvor unberücksichtigten Unterschiede haben starke Auswirkungen auf unser Verständnis zur Flugfähigkeit dieser frühen Arten. Somit scheint es, dass eine der Grundvoraussetzungen für einen aktiven Flug von Vögeln, die Handschwingen moderner Vögel, erst nach *Confuciusornis* evolvierte – lang nach dem Erscheinen von asymmetrischen Schwungfedern und damit deutlich später als vormalig angenommen. (joe)

Feo TJ, Field DJ & Prum RO 2015: Barb geometry of asymmetrical feathers reveals a transitional morphology in the evolution of avian flight. *Proc. R. Soc. B.* 282: 20142864.

Adaptation von Schwungfedern an Flugbedarf und Habitat

Nachdem die erste Studie zeigen konnte, wie sich Schwungfedern grundsätzlich entwickelt haben, geht die folgende Studie näher auf die interspezifische Variabilität und Anpassungen von Schwungfedern moderner Vögel ein. Diese Variabilität ist bislang nur wenig untersucht worden. Vier Strukturmerkmale moderner Hand- und Armschwingen (Schaftbreite, Ast- und Federstrahldichte, Porosität) wurden in dieser vergleichenden phylogenetischen Analyse von 137 Arten untersucht. Sowohl Flugtyp als auch Habitat, Flügelcharakteristika und Mauserstrategien beeinflussen die

morphologischen Merkmale. So sind bei gleitenden Arten im Gegensatz zu aktiv fliegenden Arten die Federschäfte breiter und die Astdichten geringer, was durch unterschiedliche aerodynamische Kräfte in diesen funktionalen Gruppen erklärt werden kann. Das Habitat hingegen beeinflusst vor allem die Dichte von Ästen und Federstrahlen, die bei aquatischen Arten – und hier vor allem bei tauchenden Arten – am größten ist und wohl mit einem verstärkten Abperleffekt der Federn von Wasser zu tun haben dürfte. Die Ergebnisse zeigen, dass die unterschiedlichen Selektionsdrücke einen starken Einfluss auf die funktionale Morphologie von Schwungfedern haben. (joe)

Pap PL, Osváth G, Sándor K, Vincze O, Bárbos L, Marton A, Nudds RL & Vágási CI 2015: Interspecific variation in the structural properties of flight feathers in birds indicates adaptation to flight requirements and habitat. *Funct. Ecol.* doi: 10.1111/1365-2435.12419.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [53_2015](#)

Autor(en)/Author(s): Engler Jan O., Schidelko Kathrin, Stiels Darius

Artikel/Article: [Forschungsmeldungen 185-194](#)