

Schwerpunktthema „Klima und Vogelwelt“

• Plenarvorträge

Bairlein F (Wilhelmshaven):

Spuren des Klimawandels in der Vogelwelt – Wohin führen sie?

✉ Franz Bairlein, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven;
E-Mail: franz.bairlein@ifv-vogelwarte.de

Menschliche Landnutzung hat die Landschaft und folglich die Lebensumstände für Vögel und Natur im Allgemeinen verändert. Neuerdings kommen Aspekte des Klimawandels hinzu, und die Zeichen für klimabedingte Veränderungen in der Vogelwelt sind unübersehbar (Bairlein 2009; Møller et al. 2010). Viele Vogelarten verändern ihr Zugverhalten, indem sie früher aus den Wintergebieten zurückkehren, teilweise weniger weit ziehen und vermehrt im oder nahe am Brutgebiet überwintern. Viele Arten brüten früher, teilweise dadurch mit einer höheren Rate an Ersatz- oder gar Zweitbruten, Fortpflanzungsziffern und Überlebensraten ändern sich, neue, ehemals überwiegend mediterrane Arten brüten vermehrt in Mitteleuropa und die Nordgrenzen von Brut- wie Winterverbreitungen verschieben sich mehr polwärts. Diese Veränderungen zeigen zwar an, dass sich klimabedingt Vorgänge in unserer Vogelwelt abspielen, doch „Alarmzeichen“ sind sie so nicht. Die wohl wichtigste Frage ist, wie funktional betrachtet, Klima bzw. sich veränderndes Klima die Vogelwelt beeinflusst und welche Konsequenzen diese Veränderungen für die weitere Entwicklung unserer Vogelwelt bedingen. Deshalb ist es nach der Beschreibung von klimabedingten Veränderungen unverzichtbar, dass wir die funktionalen Zusammenhänge näher betrachten.

Eine bereits mehrfach beschriebene Konsequenz des Klimawandels ist, dass sich bisher gekoppelte trophische Zusammenhänge zunehmend entkoppeln. Ein Beispiel: Der Legebeginn einer Art ist evolutiv so bestimmt, dass die Jungen dann schlüpfen, wenn die für die Aufzucht benötigte Nahrung ausreichend vorhanden ist. Aktuelle Daten (z.B. Thackeray et al. 2010) zeigen nun aber, dass die Verfrühung des Auftretens von beispielsweise Insekten beschleunigter ist als der Legebeginn der Vögel. Dadurch entsteht eine Entkopplung („mis-match“) ehemals abgestimmter Ereignisse mit weitreichenden Konsequenzen für den Bruterfolg. Dabei ergeben sich aber auch Unterschiede zwischen Ökosystemen mit an Binnengewässern dem Umgekehrten zu terrestrischen Lebensräumen. Dadurch

ergeben sich verschiedene Konsequenzen bei jedoch grundsätzlich gleichem Phänomen: der klimabedingten Entkopplung trophischer Zusammenhänge. Ein anderes Beispiel erwarteter funktionaler Folgen des Klimawandels ist eine klimabedingte Veränderung der Qualität der Pflanzennahrung. Arktische Gänse beispielsweise sind in ihrem Zug- und nachfolgenden Bruterfolg von der Qualität der Pflanzennahrung im Winterquartier und in den Rastgebieten abhängig. Untersuchungen an Pflanzen im Gewächshaus bei simuliert erhöhter Temperatur bzw. Kohlendioxidatmosphäre zeigen, dass durch einen Anstieg an CO₂ zwar die Biomasse Produktion angeregt wird, gleichzeitig aber der Gehalt an Protein abnimmt. Zugleich erhöht höhere Temperatur den Gehalt an sog. sekundären Pflanzenstoffen, die ihrerseits die Fressbarkeit von z. B. Gräsern für Gänse reduzieren. Beides zusammen lässt für die Gänse eine Verschlechterung ihrer Nahrungsgrundlage für erfolgreiches Ziehen und Brüten erwarten. Vor einem ähnlichen Problem stehen anscheinend überwinternde muschelfressende Vögel des Wattenmeeres. Mildere Winter, die aber immer noch kalt genug sind, dass Muscheln nicht filtrieren, führen zu einer Abnahme der energetischen Qualität der Muscheln, da diese bei erhöhter Umgebungstemperatur vermehrt eigenes Gewebe für ihren Erhaltungsstoffwechsel benötigen. Folglich steht beispielsweise muschelfressenden Eiderenten pro Muschel weniger verdauliche Energie zur Verfügung. Da andererseits eine Eiderente aber nur eine begrenzte Menge von Muscheln aufnehmen kann, kommt es trotz gefülltem Magen zu einer Mangelversorgung (Scheiffarth & Franck 2006; Bairlein & Exo 2007). Der in den letzten Jahren trotz milderer Winter beobachtete Rückgang überwinternder muschelfressender Vögel im Wattenmeer (Laursen et al. 2010) könnte bereits dadurch bedingt sein.

Ein wiederum anderes Problem einer „Entkopplung“ ehemals abgestimmter Zusammenhänge ergibt sich für die vielen Zugvogelarten aus Beobachtungen bzw. aus Klimamodellen, wonach die klimabedingten Verände-

rungen erhebliche regionale Unterschiede in Niederschlag und Temperatur bedingen. Zugvögel sind insbesondere beim Frühjahrszug daran angepasst, dass sie in einer stringenten zeitlichen Abfolge die für erfolgreichen Zug und erfolgreiches Brüten erforderlichen Ressourcen „an der richtigen Stelle“ entlang ihrer Zugwege vorfinden. Starke regionale Unterschiede in den klimabedingten Veränderungen dürften hier zu erheblichen Beeinträchtigungen der Zugvögel führen. Die jüngst gerade bei den auf Rastgebiete so angewiesenen trans-Sahara ziehenden Vogelarten beobachteten überdurchschnittlichen Rückgänge der Bestände sind anscheinend bereits dadurch mitbestimmt.

Diese Beispiele zeigen, dass der derzeitige Klimawandel erhebliche negative funktionale Auswirkungen auf die Lebensumstände für Vogelarten haben kann. Die Frage nach der zukünftigen Entwicklung unserer Vogelwelt wird deshalb stärker als bisher solche funktionalen Zusammenhänge berücksichtigen müssen. Da wir diese aber derzeit nur unzureichend kennen, ist hier dringender Forschungsbedarf gegeben.

Literatur

Bairlein F 2009: Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Vogelwelt. In: Fansa M & Ritzau C (Hrsg.) Klimawandel – globale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Schriftenreihe Landesmuseum Natur und Mensch 67: 85-95.

- Bairlein F & Exo K-M 2007: Climate change and migratory waterbirds in the Wadden Sea. *Wadden Sea Ecosystem* 23: 43-52.
- Møller AP, Fiedler W & Berthold P 2010: *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford University Press, Oxford.
- Laursen K, Blew J, Eskildsen K, Günther K, Hälterlein B, Kleefstra R, Lüerßen G, Potel P, & Schrader S 2010: *Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1987-2008*. *Wadden Sea Ecosystem* 30. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- Salewski V & Flade M 2008: Trans-Sahara migrants. In: Flade M, Grüneberg C, Sudfeldt C & Wahl J (Hrsg.) *Birds and Biodiversity in Germany – 2010 Target: 50-53*. DDA, NABU, DRV, DO-G, Münster.
- Scheiffarth G & Frank D 2006: Eiderentensterben im niedersächsischen Wattenmeer: der Einfluss der Nahrungsqualität auf Bestand und Kondition der Eiderente. Abschlussbericht des Projektes 16/00 der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Wilhelmshaven.
- Thackeray SJ, Spark TH, Frederiksen M, Burthe S, Bacon PJ, Bell JR, Botham MS, Brereton TM, Bright PW, Carvalho L, Clutton-Brock T, Dawson A, Edwards M, Elliott JM, Harrington R, Johns D, Jones ID, Jones JT, Leech DI, Roy DB, Scott WA, Smith M, Smithers RJ, Winfield IJ & Wanless S 2010: Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. *Global Change Biol.* 16: 3304–3313.

Böhning-Gaese K (Frankfurt am Main):

Klimawandel, Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen von Vögeln

✉ Katrin Böhning-Gaese; E-Mail: Katrin.Boehning-Gaese@senckenberg.de

Vögel gehören zu den Organismen, denen in der ökologischen Forschung im Allgemeinen zwar „Schönheit“, aber nicht unbedingt großer Einfluss auf Ökosysteme nachgesagt wird. Es wird aufgezeigt welchen Einfluss Klima- und Landnutzungswandel auf die Biodiversität von Vögeln haben, wie sich der zunehmende Klimawandel auswirken könnte und welche Folgen dies für die Ökosystemfunktionen von Vögeln hat. Während in den Tropen vor allem der Landnutzungswandel zu Veränderungen in Vogelgemeinschaften führt, spielt in den temperaten Breiten der Klimawandel eine zunehmende Rolle. Dies führt in Deutschland zu Zunahmen von mediterranen und Abnahmen von nördlich verbreiteten Vogelarten. Projektionen des Einflusses des Klimawandels auf zukünftige Verbreitungsgebiete von Vögeln legen nahe, dass diese Änderungen auch in Zukunft anhalten und zu einer Neuorganisation der Vogelgemeinschaften führen werden. Da Vögel wichtige Ökosystemfunktionen ausüben, führen Änderungen in der

Biodiversität von Vögeln auch zu Änderungen von Ökosystemfunktionen, die von Vögeln ausgehen. Eine besonders wichtige Rolle spielen Vögel für die Samenausbreitung und damit die Regeneration von Wäldern, vor allem in den Tropen. Rückgänge von Vögeln können zu geringerer Regeneration und zur Abnahme der genetischen Diversität von Bäumen führen. Auf der anderen Seite sind Vögel bewegliche Bindeglieder (mobile links) in Ökosystemen; sie können Samen über große Distanzen transportieren und damit die Ausbreitung und den Genfluss von Pflanzen auch in fragmentierten Wäldern bzw. zwischen Waldfragmenten gewährleisten. Damit spielen Vögel eine zentrale Rolle für die Anpassungsfähigkeit von Pflanzen an den Klima- und Landnutzungswandel. Vögel haben damit große Bedeutung vor allem für die Regeneration und Resilienz von Ökosystemen, ein Aspekt der für die langfristige Aufrechterhaltung von Ökosystem-Dienstleistungen oft unterschätzt wird.

• Vorträge

Schmoll T, Winkel W, Loeske E & Kruuk B (Bielefeld, Wilhelmshaven, Edinburgh/Großbritannien):

Klimawandel und Brutphänologie beim Trauerschnäpper: Die Rolle individueller phänotypischer Plastizität

✉ Tim Schmoll; E-Mail: tim.schmoll@uni-bielefeld.de

Der Klimawandel beeinflusst nachhaltig die Phänologie von Lebenszyklen bei Arten aus verschiedensten Taxa. Insbesondere haben viele Vogelarten auf steigende Frühlingstemperaturen in den letzten Jahrzehnten mit einer jahreszeitlichen Verfrühung des Fortpflanzungsgeschehens reagiert. Es ist jedoch unklar, welcher Anteil dieser Dynamik auf individuelle Verhaltensänderungen (phänotypische Plastizität), demographische Veränderungen oder auf Änderungen in der genetischen Zusammensetzung der Population (mikroevolutionäre Reaktionen) zurückzuführen ist. Es ist von entscheidender Wichtigkeit, diese Mechanismen zu entflechten und ihre relative Bedeutung zu quantifizieren, um vorherzusagen, wie natürliche Populationen auf zukünftigen Klimawandel reagieren, und Management-

Entscheidungen vorzubereiten. In diesem Beitrag analysieren wir eine Langzeit-Datenreihe von mehr als 3400 Bruten aus einer deutschen Trauerschnäpper-Population, die durch eine massive Verfrühung im Brutgeschehen über die vergangenen 37 Jahre charakterisiert ist. Die Analyse von mehrfachen Beobachtungen derselben Individuen unter verschiedenen Umweltbedingungen mittels spezieller Regressionsverfahren erlaubt die Abschätzung der Rolle von phänotypischer Plastizität und sich wandelnder Demographie. Zusätzlich kann eine quantitativ-genetische Analyse aufzeigen, inwieweit auch mikroevolutionäre Prozesse das Potenzial haben, zu den beobachteten Veränderungen von zentralen bruthologischen Parametern wie Legedatum, Gelegegröße und Bebrütungsdauer beizutragen.

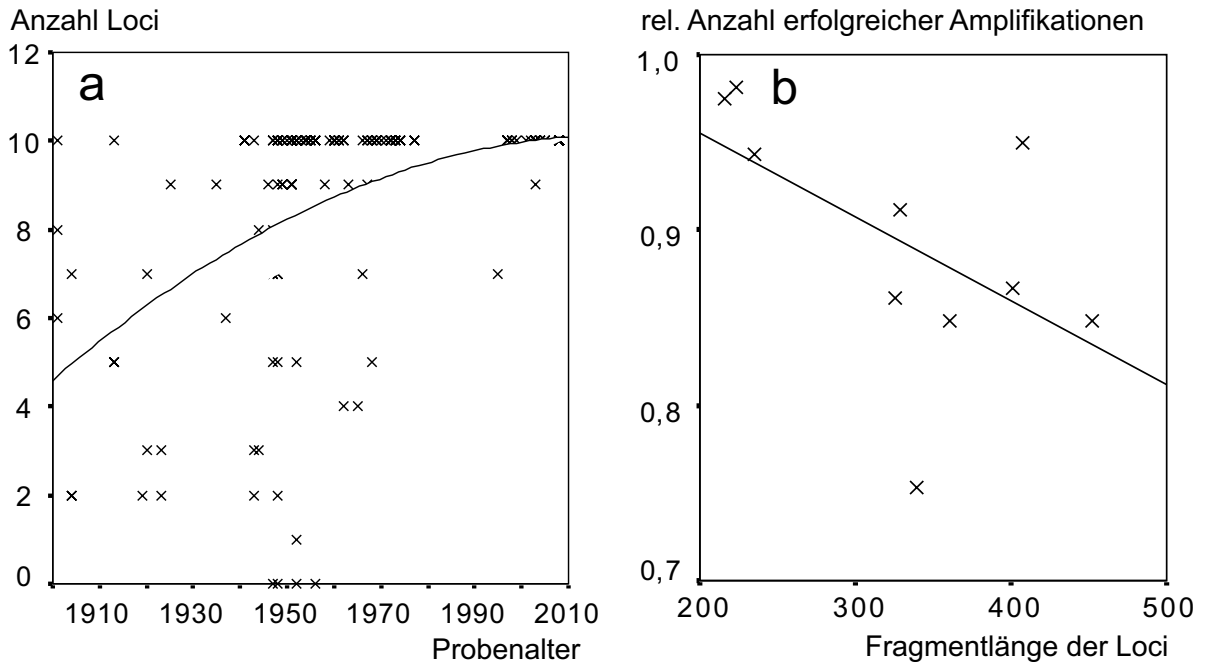
Päckert M, Schwenk K, Both C & Kuhn K (Dresden, Wageningen/Niederlande):

Back to the 1950ies – Untersuchung klimainduzierter genetischer Diversitätsänderungen beim Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca* anhand musealer Archive

✉ Martin Päckert, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen, Museum für Tierkunde, Königsbrücker Landstraße 159, 01109 Dresden; E-Mail: martin.paeckert@senckenberg.de

Der Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca* ist eine der herausragenden Modellarten für Untersuchungen der Auswirkungen von Klimawandel auf Zugverhalten, Räuber-Beutebeziehungen und Populationsdynamik von Vögeln. Grundlage dieses Modellsystems sind drastische regionale Populationseinbrüche des Trauerschnäppers in Westeuropa während der letzten zehn bis fünfzehn Jahre aufgrund von ungenügenden Anpassungen des Frühjahrszuges (mistiming) an klimainduzierte Veränderungen der Nahrungsverfügbarkeit im Brutgebiet (Both et al. 2006). Diese extremen regionalen und lokalen Schwankungen von Populationsgrößen sollten sich in entsprechenden Änderungen genetischer Variation (in diesem Falle Diversitätsverlust) bemerkbar machen und ablesbar sein. Für entsprechende genetische Untersuchungen spielen Museumssammlungen

als biologische Archive eine zentrale Rolle. Diese laufende Studie vergleicht Probenmaterial aus europäischen Nistkastenbeständen des Trauerschnäppers der letzten zehn Jahre mit historischem Material aus Museumssammlungen über eine Zeitreihe von der Gegenwart bis zum Beginn des Zwanzigsten Jahrhunderts (älteste Proben von 1901, umfassende Stichproben aus den Jahren 1950 -1980). Verglichen wurden vier größere regionale Samplings: Ostdeutschland, die Niederlande, Skandinavien sowie die Iberische Halbinsel. Zum Vergleich regionaler genetischer Diversität wurden zwei neutrale Markersysteme herangezogen (mitochondriale Control-Region und Mikrosatelliten). Da abschließende Analysen noch ausstehen, sollen im Folgenden kurz relevante technische Ergebnisse und Probleme dargestellt und diskutiert werden.



Die Sequenzierung mitochondrialer Marker war durchweg sowohl mit Hautproben als auch mit Fußsohlengewebe selbst für die ältesten Proben von 1901 erfolgreich (vgl. Töpfer et al. 2011). Ausfälle einzelner Proben in der Sequenzanalyse waren vernachlässigbar selten. Die Mikrosatellitenanalyse zeigte jedoch ausschließlich mit DNA-Extrakten aus Fußsohlenproben klare Ergebnisse, hierfür erwiesen sich Extrakte aus Hautproben als ungeeignet. Im mitochondrialen Sequenzdatensatz konnten keinerlei Hinweise auf Artefakte aufgrund von Degradierung alter DNA aus Museumsproben wie erhöhte Häufigkeit von C nach T Substitutionen sowie von privaten terminalen Haplotypen (in nur einem Individuum und am Rande des Haplotypennetzwerkes auftauchend) festgestellt werden (Sefc et al. 2007). Generell zeigte sich erwartungsgemäß eine klare Abhängigkeit der PCR-Erfolgsrate zum Alter der Proben sowie der Locus-Fragmentlänge (Abb. 1; vgl. Martinkova & Searle, 2006; Töpfer et al. 2011). Ab einem Probenalter von etwa 30 Jahren und jünger erreichte die PCR-Erfolgsquote nahezu 100 % (alle 10 Loci), für Proben aus den Jahren 1900-1910 konnten immerhin noch etwa die Hälfte der Loci amplifiziert werden (Abb. 1a). Vier Mikrosatellitenloci mit Fragmentlängen von 216 bis 329 bp sowie ein weiterer von 407 bp Länge erzielten in 90 % der Läufe auswertbare Ergebnisse (Abb. 1b). Trotz relativ guter Erfolgsquoten müssen potenzielle Analyseschwächen wie etwa nicht

erkannte Allele in historischen Stichproben („allelic dropout“; Sefc et al. 2003) bei der Auswertung einkalibriert werden.

Die vorliegende Studie wurde am Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK-F), Frankfurt a.M., durchgeführt und durch das Forschungsförderungsprogramm „LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz“ des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst gefördert.

Literatur

- Both C, Bowhuis S, Lessels CM & Visser ME 2006: Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441: 481-483.
- Martinkova N & Searle JB 2006: Amplification success rate of DNA from museum skin collections: a case study of stoats from 18 museums. *Molecular Ecology Notes* 6: 1014-1017.
- Sefc KM, Payne RB & Sorenson MD 2003: Microsatellite amplification from museum feather samples: effects of fragment size and template concentration on genotyping errors. *The Auk* 120: 982-989.
- Sefc KM, Payne RB & Sorenson MD 2005: Single base errors in PCR products from avian museum specimens and their effects on historical genetic diversity. *Conservation Genetics* 8: 897-884.
- Töpfer T, Gamauf A & Haring E 2011: Utility of arsenic-treated bird skins for DNA extraction. *BMC Research Notes* 4: 197.

Flinks H & Salewski V (Borken, Regensburg):

Lässt die Klimaerwärmung Schwarzkehlchen größer werden?

✉ Heiner Flinks, Am Kuhm 19, 46325 Borken; E-Mail: hflinks@gmx.de

Die fortschreitende globale Erwärmung hat bereits zu einigen nachweisbaren Veränderungen im Verhalten von Vögeln geführt und der weiter prognostizierte Klimawandel lässt auch Auswirkungen auf die Morphologie erwarten. Dies könnten zum Einen direkte thermoregulatorisch bedingte Anpassungen an sich ändernde Temperaturen sein, aber auch indirekte Anpassungen durch eine evolutive Optimierung morphologischer Aspekte an durch den Klimawandel selektierte Verhaltensänderungen. Beispiel für letzteres könnten sich ändernde Flügelformen als Anpassung an sich änderndes Zugverhalten oder eine veränderte Habitatnutzung sein.

Die Frage, ob sich die Morphologie von Singvögeln in den letzten 21 Jahren verändert hat, wurde am Schwarzkehlchen untersucht. Die Temperaturen während der Brutzeit (April-August) lagen im westlichen Nordrhein-Westfalen im langjährigen Mittel (1971 bis 2000) bei 15,1°C. Sie stiegen im Durchschnitt um 0,095°C/Jahr, also um 2°C während des Untersuchungszeitraums. Für diese Auswertung wurden Flügellängen von 2211 Erst- und Wiederfängen aus dem Zeitraum 1990 bis 2009 und Tarsusmaße von 1993 bis 2009 analysiert.

Federn unterliegen als totes Gewebe einer ständigen Abnutzung. Daher muss davon ausgegangen werden, dass sie zwischen zwei Vollmausern beständig kürzer werden. Der Einfluss der Abnutzung auf die Entwicklung der Flügellänge im Jahresverlauf erbrachte eine monatliche Abnahme um 0,17 mm bei einjährigen

Schwarzkehlchen. Dabei erfolgt die Abnutzung in den ersten 10 Monaten etwas langsamer, mit Beginn der Brutzeit aber sehr rapide, so dass ein Federwechsel vor dem Wegzug unbedingt erforderlich ist. Bei den älteren Schwarzkehlchen nimmt die Abnutzung, obwohl die Federn jünger sind, ebenfalls mit Beginn der Brutzeit deutlich zu.

Unter Berücksichtigung des Federalters als Korrekturfaktor zeigte es sich, dass die Flügellängen von Schwarzkehlchen vor der ersten Vollmauser bis ca. 1995 deutlich und danach weniger stark über die 21 Jahre um 1 mm signifikant zunahmen.

Im Gegensatz dazu variierten die Tarsuslängen nicht in Abhängigkeit vom Geburtsjahr. Bei den Männchen zeigte sich eine geringfügige nicht signifikante Abnahme um 0,25 mm, während bei den Weibchen die Tarsuslänge während des Untersuchungszeitraums konstant blieb.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich das die Körpergröße repräsentierende Merkmal Tarsuslänge nicht geändert hat. Die ebenfalls oft als Größenmaß herangezogene Flügellänge hat sich signifikant verändert, was aber auch als Anpassungen an sich änderndes Verhalten interpretiert werden kann. Ähnliche Untersuchungen, die lediglich die Flügellänge, und dies unter Nichtberücksichtigung der Federabnutzung, als Maß für die Körpergröße heranziehen, sollten daher mit Vorsicht interpretiert werden.

Wellbrock A, Bauch C, Rozman J & Witte K (Siegen, Wilhelmshaven, München):

Ist das Geschlechterverhältnis von Mauerseglerküken abhängig von Wetterbedingungen im Frühjahr?

✉ Arndt Wellbrock, Universität Siegen, Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Department Chemie und Biologie; Abteilung Biologie & ihre Didaktik, Fachgruppe Ökologie und Verhaltensbiologie, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen; E-Mail: wellbrock@biologie.uni-siegen.de

Umwelteinflüsse (z. B. Schlechtwetterphasen) können die Körperkondition von Weibchen so stark beeinträchtigen, dass dies zu einer Verschiebung im Geschlechterverhältnis der Nachkommen führen kann. Ein bekanntes Beispiel ist der negative Einfluss von Winterregenfall auf den Anteil männlicher Nachkommen beim

Rothirsch *Cervus elaphus* (Kruuk et al. 1999): Je mehr Regen im Winter fiel, desto geringer war im darauf folgenden Frühjahr der Anteil männlicher Nachkommen. Besitzt ein Weibchen die Fähigkeit, das Geschlechterverhältnis seiner Nachkommen ökologischen oder sozialen Umweltfaktoren anzupassen, kann das die Fitness

des Weibchens erhöhen (Cockburn et al. 2002). Dies ist in erster Linie denkbar für Weibchen derjenigen Arten, bei denen die Kosten für die Produktion von männlichem und weiblichem Nachwuchs unterschiedlich hoch sind. Bei Vögeln hat das Weibchen als heterogametisches Geschlecht (ZW/ZZ-System) bereits bei den Reifeteilungen der Eizelle Möglichkeiten, das Geschlecht der Nachkommen festzulegen (Rutkowska & Badyaev 2008). Saisonale Einflüsse auf das Geschlechterverhältnis der Nachkommen sind bei geschlechtsdimorphen Vogelarten schon länger beschrieben (z.B. Howe 1977; Velando et al. 2002). Bei sozial monogamen und geschlechtsmonomorphen Vogelarten, wie dem Mauersegler *Apus apus*, sind Untersuchungen zum Geschlechterverhältnis der Nachkommen sehr selten (Benito & González-Solís 2007). Abweichungen von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis oder eine Abhängigkeit des Geschlechts der Nachkommen von Wetterbedingungen sind unseres Wissens bislang bei diesen Arten unbekannt.

Mauersegler erbeuten ihre Nahrung ausschließlich in der Luft. Daher hängt ihre Körperkondition sehr stark von der Verfügbarkeit von Fluginsekten ab, welche verhältnismäßig hoch ist an warmen Tagen mit wenig Niederschlag und Wind. Hat diese Wetterabhängigkeit der Körperkondition in den Tagen vor der Eiablage auch einen Einfluss auf das primäre Geschlechterverhältnis der Küken? Um dies zu überprüfen, bestimmten wir genetisch das Geschlecht der Küken in Jahren mit unterschiedlicher Witterung vor und während der Eiablage (Mai bis Anfang Juni, 2008 bis 2010). Untersucht wurde eine Kolonie von etwa 35 Brutpaaren, die sich in einer Autobrücke in der Nähe der Stadt Olpe (Kreis Olpe, Nordrhein-Westfalen) befindet.

Wir stellten fest, dass bei einem frühen Start der Eiablage im Jahr 2008 - mit vergleichsweise warmer, wind- und regenarmer Witterung - in frühen Bruten dreimal so viele Weibchen wie Männchen schlüpften. Bei den späteren Bruten konnte dies nicht beobachtet werden. In den Jahren 2009 und 2010 war der Mai im Vergleich zu 2008 kühler, regnerischer und z.T. windiger. Die Mauersegler begannen später mit der Brut als 2008. Das primäre Geschlechterverhältnis war sowohl bei den frühen als auch bei den späten Bruten in beiden Jahren ausgeglichen. Diese Beobachtungen führten uns zu der Hypothese, dass Mauerseglerweibchen das Geschlechterverhältnis ihrer Nachkommen aufgrund der Witterungsbedingungen vor und im Verlauf ihrer Legephase anpassen könnten.

Um statistisch abzusichern, ob das Geschlechterverhältnis der Nachkommen von Wetterparametern (Niederschlag, Temperatur) direkt vor der Eiablage oder vom Brutbeginn (früh vs. spät) abhängt, wurden verschiedene verallgemeinerte gemischte lineare Modelle mit Zufallseffekten (GLMM) berechnet. Als erklärende Faktoren wurden u. a. die Niederschlagssumme und die Durchschnittstemperatur über sieben Tage vor der Eiablage (kürzeste Zeitspanne zwischen Ankunft und Zeitpunkt der Eiablage) verwendet. Bisher konnte kein Modell den Einfluss vom Wetter oder den Einfluss des Brutbeginns auf das Geschlechterverhältnis der Nachkommen beim Mauersegler belegen. Die Auswertung ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Weitere Modelle beispielsweise mit durchschnittlichen Höchst- oder Niedrigtemperaturen sollen noch getestet werden. Ebenso erhoffen wir uns mehr Klarheit durch die Einbeziehung der Geschlechtsdaten aus dem Jahr 2011.

Dank

Unser Dank geht an Mark Walker (Sheffield Hallam University, England) für die Mitarbeit in der Brutkolonie, an Josef Knoblauch und Matthias Klein, den Entdeckern der Kolonie, an Wolfgang Hoffmann (Straßen NRW) und an Rainer Grebe (Lister- u. Lennekraftwerke GmbH) sowie an Birte Müller und Tim Schmoll für die statistische Beratung. Die Studie wurde von der Ethologischen Gesellschaft sowie von der hochschulinternen Förderung (H.I.F.) der Universität Siegen finanziert.

Literatur

- Benito MM & González-Solís J 2007: Sex ratio, sex-specific chick mortality and sexual size dimorphism in birds. *J. Evol. Biol.* 20: 1522-1530 (supplementary material).
- Cockburn A, Legge S & Double MC 2002: Sex ratios in birds and mammals: can the hypotheses be disentangled? In: Hardy ICW (Hrsg.) *Sex Ratios; Concepts and Research Methods*: 266-286. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Howe HF 1977: Sex ratio adjustment in the common grackle. *Science* 198: 744-747.
- Kruuk LEB, Clutton-Brock TH, Albon SD, Pemberton JM & Guinness FE 1999: Population density affects sex ratio variation in red deer. *Nature* 399: 459-461.
- Rutkowska J & Badyaev AV 2008: Meiotic drive and sex determination: molecular and cytological mechanisms of sex ratio adjustment in birds. *Phil. Trans. R. Soc. Lond B* 363: 1675-1686.
- Velando A, Graves J & Ortega-Ruano JE 2002: Sex ratio in relation to timing of breeding, and laying sequence in a dimorphic seabird. *Ibis* 144: 9-16.

• Poster

Arbeiter S, Schulze M, Todte I & Hahn S (Potsdam, Halle, Aken, Sempach/Schweiz):

Trocken-warme Sommer begünstigen den Bruterfolg des Bienenfressers *Merops apiaster* in Sachsen-Anhalt

✉ Susanne Arbeiter, Universität Potsdam, Institut für Biochemie und Biologie, Maulbeerallee 1, 14469 Potsdam; E-Mail: arbeiter@uni-potsdam.de

Der Bienenfresser *Merops apiaster* besiedelt trocken-warme Landschaften im südlichen Europa. In den letzten Jahrzehnten kommt es, vermutlich begünstigt durch den Klimawandel (Huntley et al. 2007), immer häufiger zu Brutnachweisen nördlich des ursprünglichen Verbreitungsareals.

Seit 1990 brüten Bienenfresser regelmäßig in Sachsen-Anhalt. Die Bestandszahlen steigen kontinuierlich und erreichten im Jahr 2010 ca. 500 Brutpaare (Schulze & Ortlieb 2010). Im sachsen-anhaltinischen Brutgebiet fällt in den Sommermonaten vergleichsweise wenig Niederschlag. Die meisten Brutplätze der Bienenfresser befinden sich in Gebieten, in denen weniger als 1.000 mm Niederschlag fällt. Die Durchschnittstemperaturen im Sommer haben im Untersuchungsgebiet in den letzten 50 Jahren signifikant um 0,5 bis 1,5 °C zugenommen (Bernhofer et al. 2008).

Der Bienenfresser ernährt sich von Fluginsekten, deren Häufigkeit stark von der lokalen Witterung abhängt. Diese Untersuchung stellt einen Zusammenhang zwischen meteorologischen Parametern und der Nahrungshäufigkeit sowie der Körperkondition der Nestlinge und dem Bruterfolg her.

Die Abschätzung der Abundanz von Beutetieren erfolgte durch die Zählung aller Fluginsekten, die innerhalb von drei Minuten vor einem weißen Karton beobachtet wurden (Gruebler et al. 2008). Die Tagesmittel der Abundanzen wurden mit der Tageshöchsttemperatur und der Anzahl an Sonnenstunden korreliert. Die Anzahl der Jungvögel und der Anteil toter Nestlinge pro Brutröhre wurden mit der Durchschnittstemperatur, der Anzahl der Sonnenstunden und der Niederschlagssumme im Monat Juli der Beringungsjahre 2003 bis 2011 verknüpft. Es wurde ein Körper-Konditions-Index (BCI) aus den Residuen einer Linearen Regression von Gewicht zu Flügellänge der Jungvögel (Gosler & Harper 2000) der Jahre 2007 bis 2011 berechnet. Die Indexwerte wurden in einen Zusammenhang mit den genann-

ten Witterungsparametern gestellt (Einfache Lineare Regression). Als Betrachtungszeitraum diente eine vierwöchige Fütterungsphase zwischen 25. Juni und 10. August des jeweiligen Jahres.

Die Aufnahmen wurden in einer Kolonie bei Merseburg (Saalekreis) durchgeführt. Von dieser Kolonie stammten auch die Beringungsdaten (2003 bis 2011) der Jungvögel. Die meteorologischen Daten wurden an der Wetterstation Halle/Leipzig (51° 26' N, 12° 14' E) des Deutschen Wetterdienstes (www.dwd.de) erhoben. Die statistische Auswertung erfolgte mit R 2.10.1.

Die lokale Witterung beeinflusste die Insektenhäufigkeit. Bei Sonnenschein und geringer Wolkenbedeckung war sie deutlich höher als bei Regen und Wind ($r_s=0.70$, $p<0.001$). Die Abundanz der Fluginsekten war positiv mit der Tageshöchsttemperatur ($r_s=0.74$, $p<0.001$) und der Anzahl an Sonnenstunden ($r_s=0.75$, $p<0.001$) korreliert.

In den Jahren 2003 bis 2011 betrug die durchschnittliche Anzahl der beringten Nestlinge pro Gelege 3.7 (Spanne der Jahresmittel: 1.3-4.9). Die Durchschnitts-

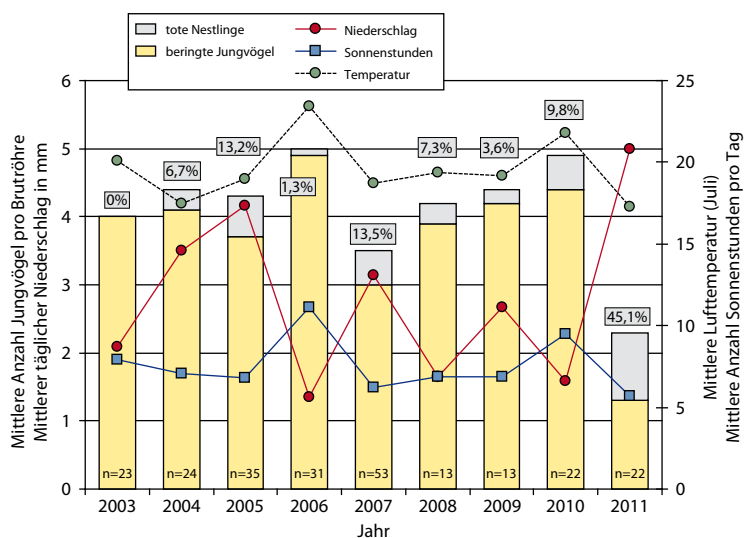


Abb. 1: Mittlere Anzahl Jungvögel und Anteil toter Nestlinge pro Brutröhre – die Linien stellen die Witterungsparameter Niederschlag, Temperatur und Sonnenstunden im Monat Juli dar

temperatur im Juli korrelierte mit der Anzahl der Jungvögel pro Brutröhre positiv ($r^2=0.48$, $p=0.04$). Gleichermaßen konnte ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der Sonnenstunden und dem Bruterfolg gefunden werden ($r^2=0.54$, $p=0.02$; Abb. 1). Je weniger Niederschlag im Juli fiel, desto größer war die Anzahl lebender Jungvögel pro Brutröhre ($r^2=0.62$, $p=0.01$). Der Anteil toter Nestlinge war in regenreichen Jahren deutlich höher ($r^2=0.58$, $p=0.02$; Abb. 1).

Die Konditionsindizes der Nestlinge variierten zwischen den Jahren 2007 bis 2011. In Jahren mit höherer Durchschnittstemperatur war die Körperkondition der Jungvögel besser ($r^2=0.82$, $p=0.03$). Die Anzahl der Sonnenstunden während der Fütterungsphase beeinflusste die Körperkondition ebenfalls positiv ($r^2=0.84$, $p=0.03$). Der negative Zusammenhang von Niederschlagsmenge und Körperkondition war statistisch nicht nachweisbar ($r^2=0.28$, $p=0.36$).

Die Nahrungsverfügbarkeit ist für den Bienenfresser als Jäger von Fluginsekten unter warmen und trockenen Witterungsverhältnissen begünstigt. Somit finden die Altvögel mehr Nahrung und können ihren Nachwuchs ausreichend versorgen. Der höhere Bruterfolg und eine bessere Körperkondition der Jungvögel in warmen und trockenen Sommern kann deshalb durch eine bessere Nahrungsversorgung erklärt werden. Ein negativer Ef-

fekt von kühler Witterung während der Fütterungsphase wurde besonders im Jahr 2011 deutlich. Unsere Ergebnisse bekräftigen, dass der Bienenfresser vom Klimawandel profitiert (Huntley et al. 2007). Da im Untersuchungsgebiet wärmere und trockenere Sommer erwartet werden (Bernhofer et al. 2008), sollte der Bienenfresser seine Brutpopulation in Sachsen-Anhalt erhalten und weiter vergrößern können.

Literatur

- Bernhofer C, Goldberg V, Franke J, Surke M & Adam J 2008: Regionale Klimadiagnose für Sachsen-Anhalt. Institut für Hydrologie und Meteorologie und T. U. Dresden (Hrsg.). Dresden.
- Gosler AG & Harper DGC 2000: Assessing the heritability of body condition in birds: a challenge exemplified by the great tit *Parus major* (Aves). *Biological Journal of the Linnean Society* 71: 103-117.
- Gruebler MU, Morand M & Naef-Daenzer B 2008: A predictive model of the density of airborne insects in agricultural environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123: 75-80.
- Huntley B, Green RE, Collingham YC & Stephen GW 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Lynx Edicions, Barcelona.
- Schulze M & Ortlieb R 2010: Bestand, Schutz und Gefährdung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in Sachsen-Anhalt. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*: 47: 3-15.

Engler J, Secondi J, Grossiord F, Elle O & Rödger D (Trier, Angers / F, Morre / F, Bonn):

Kontaktzone in Bewegung: Rolle des Klimas auf die Arealexansion beim Orpheusspötter

✉ Jan Engler; E-Mail: JEngler@gmx.de

Neben biologischen Interaktionen und geographischen Barrieren begrenzen klimatische Faktoren die Verbreitung von Arten. Infolgedessen verursachen Klimaänderungen Arealverschiebungen. Bislang existieren nur wenige Beispiele für eine simultane Verlagerung von Verbreitungsgrenzen weitestgehend parapatrischer Schwesternarten, die zudem nur selten genauer untersucht wurden. Eine der wenigen gut dokumentierten Verlagerungen von Kontaktzonen von Schwesternarten findet sich direkt im Südwesten Deutschlands, nämlich die zwischen dem Orpheusspötter *Hippolais polyglotta* und dem Gelbspötter *Hippolais icterina*. Seit 2008 werden in einem multidisziplinären Forschungsvorhaben sowohl die intrinsischen als auch die extrinsischen Faktoren untersucht, welche für die Arealexansion beim Orpheusspötter von Bedeutung sein könnten. Basierend auf Verbreitungsdaten im Brutgebiet modellierten wir die potenzielle Verbreitung beider Arten unter Berücksichtigung der klimatischen

Verhältnisse zur Brutzeit. Wir fanden eine starke Überlappung der potenziellen Verbreitung, auch wenn sich die Erklärungsanteile sämtlicher relevanter Klimaparameter signifikant voneinander unterschieden. Biotische Interaktionen zwischen beiden Arten scheinen der plausibelste Grund für Form und Lage der Kontaktzone zu sein, da eine klimatische Schwelle entlang der Kontaktzone als alternative Erklärung nicht detektiert werden konnte. Jedoch kann eine indirekte Rolle des Klimas für die Verschiebung der Kontaktzone angenommen werden. Um dies genauer zu überprüfen, nutzten wir detaillierte raster-basierte Verbreitungsdaten beider Arten entlang der Kontaktzone in ihrer früheren (etwa 1965-1975) und ihrer heutigen Ausprägung (etwa 2000 - 2010), um Verbreitungsmodelle zu rechnen und sie kreuzweise in die jeweils andere Zeit zu projizieren. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse geben Hinweise auf die Arealdynamik entlang der interspezifischen Kontaktzone.

Franke E (Greifswald):

Wenn die Füße trocken werden? - Habitatanalyse des Zwergsumpfuhns im Djoudj-NP (NW-Senegal) mit Schwerpunkt auf Wasserstandsänderungen

✉ Elisabeth Franke; E-Mail: f.elisabeth@webmail.de

Die Sumpfhühner sind hervorragend an Feuchtgebiete mit dichter Vegetation angepasst und dort aufgrund ihrer heimlichen Lebensweise nur schwer zu beobachten. Erst seit wenigen Jahren ist ein größeres Vorkommen des Zwergsumpfuhns im Parc National des Oiseaux du Djoudj, NW-Senegal, bekannt. Ungeklärt ist noch die Frage, ob es sich bei dieser Population um paläarktische Überwinterer oder afrikanische Brutvögel handelt. Bislang liegen noch keine detaillierten Untersuchungen zur Habitatwahl der Art vor. Die meisten Angaben aus Europa und Afrika betreffen Einzelbeobachtungen und umreißen lediglich mögliche wichtige Parameter. In einer Diplomarbeit soll untersucht werden, welche Bedeutung der Wasserstand für das Vorkommen des Zwergsumpfuhns hat. Mit Hilfe von Prielfallen wurden im Winter 2010/2011 Zwergsumpfühner gefangen, wobei jeweils dokumentiert wurde, welche Wasserstände am Fangort

der Tiere herrschten. Dabei wurden bevorzugte Wassertiefen um 20 - 30 cm festgestellt, wobei es Unterschiede zwischen juvenilen und adulten Tieren zu geben scheint. Desweiteren wurde untersucht, ob es Differenzen zwischen männlichen und weiblichen Individuen gibt, die mittels genetischer Analyse der DNA identifiziert wurden. Neben dem Wasserstand spielt vermutlich auch die Vegetation als biotischer Faktor, dominiert von *Oryza* und *Scirpus*-Arten, eine große Rolle. Wenn das Wasser in den schwach überstauten Sümpfen im Senegaldelta im Laufe der Trockenzeit langsam verschwindet, stehen die Zwergsumpfühner vor schwerwiegenden Entscheidungen. Wie lange und wo am besten ausharren? Wann wird es doch so ungemütlich, dass das Gebiet verlassen werden muss? - Die Arbeit soll Einblick geben in das sumpfige Dickicht aus Überlebensentscheidungen der Zwergsumpfühner während des Winters im Senegal.

Gottschalk T, Müller B, Reiners TE & Sudfeldt C (Gießen):

Klimainduzierte Veränderung der Verbreitung und Abundanz der Brutvögel Deutschlands

✉ Thomas Gottschalk; E-Mail: Thomas.Gottschalk@allzool.bio.uni-giessen.de

Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss des Klimawandels auf die Verbreitung und die Populationsgrößen der Vögel Deutschlands zu prognostizieren. Hierfür wurden hochauflösende Regressionsmodelle von 45 häufigen Brutvogelarten Deutschlands erstellt. Datengrundlage der Modelle waren Abundanzberechnungen mit Hilfe von Distance Sampling auf Basis von Kartierungen des DDA Programms „Monitoring häufiger Brutvögel“. Die resultierenden Prognosen basieren auf räumlich expliziten Daten der Landnutzung und berücksichtigen zudem die klimatischen und topografischen Verhältnisse Deutschlands. Zur Berechnung von zukünftigen Verbreitungsmustern wurden die Klimaszenarien A1b und A2 des Intergovernmental Panel on Climate

Change (IPCC) verwendet. Der Klimawandel wirkt sich demnach auf die Vogelarten sehr unterschiedlich aus, zum Teil mit gegensätzlichen Reaktionen in Hinblick auf Veränderungen ihrer Verbreitung und Abundanz. Für die untersuchten Arten wird insgesamt eine Reduzierung des Brutgebietes um 3,8 % bzw. 4,6 % prognostiziert. Je nach Szenario wird bis 2050 eine Veränderung der Gesamtpopulation von sechs (Szenario A1b) bzw. neun Millionen Brutpaaren (Szenario A2) vorhergesagt. Trotz dieser Vorhersagen aufgrund der veränderten klimatischen Situation machen die Modellergebnisse deutlich, dass vor allem zukünftige Landnutzungsänderungen einen großen Einfluss auf Verbreitung und Population der Vögel Deutschlands haben werden.

Schidelko K, Stiels D, Engler J & Rödder D (Bonn):

Brutparasiten und ihre Wirte unter Einfluss des Klimawandels: Schlechte Aussichten für Witwen (Viduidae)?

✉ Kathrin Schidelko; E-Mail: schidelko.zfmk@uni-bonn.de

Eine Folge des (anthropogenen) Klimawandels ist die Veränderung und Verschiebung von Verbreitungsgebieten von Tier- und Pflanzenarten. Gerade miteinander interagierende Taxa, bei denen das Verbreitungsgebiet der einen Art von demjenigen der anderen Art beeinflusst wird, könnten von sich ändernden Klimabedingungen betroffen sein, insbesondere wenn sie unterschiedlich auf Klimawandel reagieren. So legen Studien an Insekten und ihren Wirtspflanzen nahe, dass vor allem erstere stärker vom Klimawandel betroffen sein sollten als ihre Futterpflanzen. Diese Erkenntnisse lassen sich auch auf Parasit-Wirt-Beziehungen ausdehnen. In den Savannen Afrikas südlich der Sahara sind Witwen (Viduidae) obligate Brutparasiten von Prachtfinken (Estrildidae). Dabei legt meist eine Witwenart ihre Eier in

die Nester von nur einer Prachtfinkenart. Die Verbreitungsgebiete der Witwen haben in den meisten Fällen eine geringere Ausdehnung als die ihrer Wirte und befinden sich stets innerhalb der Grenzen der Prachtfinkenvorkommen. In dieser Studie wurde untersucht, inwieweit sich die Verbreitungsgebiete von Prachtfinken und Witwen in naher Zukunft möglicherweise räumlich verändern. Dazu projizieren wir basierend auf ökologischen Nischenmodellen die potenziellen Verbreitungsgebiete von Parasit-Wirt-Paaren auf verschiedene Klimawandelszenarien und leiten Vorhersagen über mögliche zukünftige Diskrepanzen in den jeweiligen potenziellen Verbreitungsgebieten ab. Wir präsentieren erste Ergebnisse und diskutieren Ähnlichkeiten der Klimatischen der Artenpaare im ökologischen Raum.

Stork H-J (Berlin):

Zur Historie der Überwinterung russischer Krähen in Berlin

✉ Hans-Jürgen Stork; E-Mail: hans-juergen.stork@t-online.de

Mehr als acht Jahrzehnte lang überwinterten russische Saatkrähen *Corvus frugilegus*, Dohlen *C. monedula* und Nebelkrähen *C. corone cornix* im Raum Berlin. Seit dem Winter 2005/2006 sind offenbar nur noch einheimische Krähen an den Schlaf- und Sammelplätzen im Zentrum, am Flughafen Tegel und am Müggelsee nachzuweisen.

Während bis zum Ende des 1. Weltkrieges immer wieder von starkem Krähenzug über Mitteleuropa nach Belgien und Frankreich berichtet wird, gibt es wenige Hinweise zu auffälligen Überwinterungen in Deutschland. Erst 1933 fordert die Vogelwarte Rossitten zur genaueren Beobachtung der Schlafplatzflüge von Krähen auf, und erste Ringfunde belegen die Herkunft der russischen Wintergäste aus dem Raum Moskau – Nischnij Nowgorod und nördlich davon.

Erst nach dem 2. Weltkrieg mehren sich Schlafplatzbeobachtungen von Winterkrähen – v.a. entlang einer Zugschneise über Posen – Berlin – Braunschweig – Hannover. Ab 1974 widmeten sich Studienprojekte an der FU Berlin und eigene Untersuchungen den winterökologischen Aspekte und den anthropogenen Einflüssen auf die jahres- und tageszeitliche Phänologie sowie

auf Beginn, Dauer und Ende der Überwinterung. Es wurde u.a. deutlich, dass die Abfallwirtschaft der Großstadt eine wesentliche Ursache für die zunehmende Überwinterung der Krähen in Mitteleuropa gewesen sein muss. Seit den 1920er-Jahren wurde Hausmüll auf den Feldern bzw. in den Sümpfen des Berliner Umlandes ausgebreitet bzw. auch deponiert. Nach dem 2. Weltkrieg stieg der Müllanfall exponentiell an und führte, erst recht nach dem Mauerbau, zur Bereitstellung von Futter für Krähen und Möwen auf den Mülldeponien West-Berlins.

Innerhalb der vergangenen 35 Jahre war zu beobachten, dass sich die Schlafplätze der Winterkrähen vom Tegeler See nach Siemensstadt, nach Tiergarten und zuletzt in die Mitte von Berlin bzw. zum Müggelsee verlagerten. Entsprechend verlagerten sich auch ihre Flugrouten. Die Anzahl der Krähen an den Schlafplätzen schwankt im Laufe des Winters durch Zu- und Abzug, auch durch Aufteilung auf kleinere Schlafplätze nach schweren Störungen. Die Anzahl der Überwinterer verringerte sich im selben Zeitraum von 80.000 Krähen, vermutlich größtenteils Zuzügler aus dem Osten, ca. 8.000 wohl einheimische Brutvögel.

Zu diskutierende Gründe: (1) Die Ressourcen für Krähen im Winter gingen in Berlin und auch im übrigen Deutschland zunehmend verloren, was sich mittelbar auf die Überlebensraten der Vögel und die Brutbestände in Russland auswirkte. (2) Die Krähen bleiben im

Winter in Russland bzw. verkürzen ihre Zugwege wegen verbesserter Bedingungen evtl. durch größeres Müllangebot und eine veränderte Landwirtschaft - in Osteuropa. (3) Effekte globaler Erwärmung sind nicht auszuschließen.

Sybertz J & Reich M (Hannover):

Vogellebensgemeinschaften im (Klima-)Wandel – Wer kommt, wer geht, wer bleibt?

✉ Janine Sybertz, Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover; E-Mail: sybertz@umwelt.uni-hannover.de

Im Zuge der globalen Erwärmung zum Ende des 20. Jahrhunderts ließen sich bei einer Reihe von Vogelarten Verschiebungen von Verbreitungsgrenzen beobachten (Thomas & Lennon 1999). Mit zunehmender Erwärmung sowie veränderten Niederschlagsregimes projizieren Klimahüllenmodelle eine Fortsetzung dieser Trends in das 21. Jahrhundert (Huntley et al. 2007). Wie sich diese Veränderungen auf die Zusammensetzung von Vogellebensgemeinschaften in einzelnen Naturräumen auswirken könnten, ist bisher weitgehend unklar. In unserer Studie analysieren wir daher, basierend auf einem Artenpoolvergleich zukünftig klimaanaloger Räume bzw. Regionen (vgl. Ohlemüller et al. 2006; Bergmann et al. 2010), wie sich die Zusammensetzung von Vogellebensgemeinschaften in einem Naturraum klimawandelbedingt ver-

ändern könnte. Als Untersuchungsgebiet (UG) dient der Naturraum Lüneburger Heide.

Zunächst haben wir europaweit geographische Räume identifiziert, in denen derzeit Klimabedingungen herrschen, wie sie für das UG für den Zeitraum 2071-2100 projiziert werden (= zukünftig klimaanaloge Räume). Die gegenwärtigen Klimabedingungen stammen aus der Worldclim-Datenbank (www.worldclim.org; Hijmans et al. 2005), die zukünftigen (2071-2100) aus verschiedenen Klimasimulationen der regionalen Klimamodelle REMO (Jacob 2005; Jacob et al. 2009) und CLM (Lautenschlager et al. 2009). Betrachtet wurden die Parameter „Niederschlagssumme April-Juni“, „Niederschlagssumme Dezember-Februar“, „Durchschnittstemperatur April-Juni“, „Durchschnittstemperatur Dezember-Februar“ und „Maximumtemperatur Juli“. Als zukünftig klimaanalogue gilt jede Worldclim-Rasterzelle, deren gegenwärtige Werte für jeden dieser Klimaparameter innerhalb der zukünftigen klimatischen Spanne des UGs liegen. Größere zusammenhängende Flächen wurden auf Basis der Rasterzellen des EBCC Atlas of European Breeding Birds (=EOA-Grids) zu Regionen zusammengefasst. Auf der Grundlage europaweiter Vogelverbreitungsdaten des EBCC Atlas of European Breeding Birds (Hagemeyer & Blair 1997) haben wir dann den aktuellen Artenpool des UGs mit dem aktuellen Artenpool dieser zukünftig klimaanalogen Regionen verglichen.

Für das Szenario A1B (2071-2100) wurde eine zukünftig klimaanalogue Region im Westen Frankreichs identifiziert. Kleinere zukünftig klimaanalogue Räume finden sich in Südfrankreich, Italien und Spanien (Abb. 1).

Für den Artenpoolvergleich wurden alle Arten berücksichtigt, die in $\geq 75\%$ der EOA-Grids des UGs vorkommen ($n = 141$ Arten). Von diesen 141 Arten kommen 132 Arten (94%) grundsätzlich auch in der zukünftig klimaanalogen Region vor, davon 108 Arten (77%) in $\geq 75\%$ der EOA-Grids dieser Region und 24 Arten (17%) in $< 75\%$ aber $> 0\%$ der EOA-Grids. Neun Arten (6%) kommen in der zukünftig klimaana-

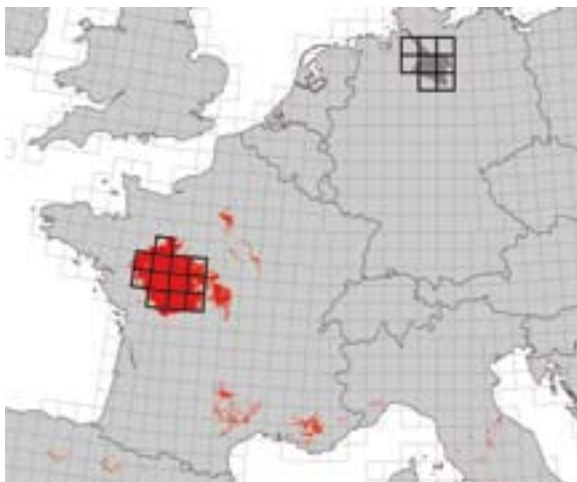


Abb. 1: Lage des UGs (dunkelgrau) und der zukünftig klimaanalogen Räume (rot) für den Zeitraum 2071-2100 (Szenario A1B). Die für den Artenpoolvergleich zwischen UG und zukünftig klimaanalogen Region berücksichtigten EOA-Grids sind schwarz hervorgehoben.

logen Region nicht vor. Des Weiteren wurden Arten identifiziert, die gegenwärtig in der zukünftig klimaanalogen Region vorkommen, nicht aber im UG (darunter u.a. Zaunammer *Emberiza cirius*, Orpheusspötter *Hippolais polyglotta* und Seidensänger *Cettia cetti*).

Der Artenpoolvergleich zeigt, dass ein Großteil der Arten des Naturraums Lüneburger Heide grundsätzlich auch unter den zukünftigen Klimabedingungen des Szenarios A1B vorkommen kann, wenn geeignete Lebensräume vorhanden sind, wobei nur Aussagen über das Vorkommen an sich, nicht aber über die Abundanz möglich sind. Bei Arten, die in der zukünftig klimaanalogen Region nicht oder weniger verbreitet sind, stehen noch Prüfschritte im Hinblick auf weitere Parameter (Landnutzung, Topographie, Arealgeschichte) aus, bevor Aussagen über den möglichen Einfluss des Klimawandels auf die zukünftige Verbreitung dieser Arten getroffen werden können. Gleiches gilt für Arten, die in der zukünftig klimaanalogen Region verbreitet sind, im UG aber (noch) nicht. Neben dem Klima beeinflussen auch weitere Faktoren die Verbreitung von Vögeln, deren komplexes Zusammenwirken kaum vollständig erfasst werden kann. Die Methode des Artenpoolvergleichs zukünftig klimaanaloger Regionen bietet aber die Möglichkeit, weitere Faktoren zumindest teilweise zu berücksichtigen und so Hinweise über zukünftige Entwicklungen abzuleiten.

Dank. Die Studie wird im Rahmen von KLIFF (Klimafolgenforschung in Niedersachsen) vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen gefördert. Wir danken dem EBCC und SOVON für die Bereitstellung der Daten des EBCC Atlas of European Breeding Birds sowie René Hertwig, Rüdiger Prasse und Michael Rode für wertvolle Hinweise.

Töpfer T, Dehling M, Estler P, Päckert M, Böhning-Gaese K & Schleuning M (Frankfurt a.M., Mainz, Dresden):

Ökomorphologie frugivorer Vögel entlang eines Höhengradienten in den peruanischen Anden

✉ Till Töpfer; E-Mail: Till.Toepfer@senckenberg.de

Die enorme Vielfalt fruchtfressender Vogelarten in der Neotropis ist vermutlich eng mit dem Artenreichtum fruchttragender Pflanzen verbunden, für deren Samenausbreitung diese Vögel eine herausragende Bedeutung haben. Die meisten frugivoren Vogelarten sind allerdings nicht auf eine einzelne Pflanzenart spezialisiert, sondern wählen die Früchte verschiedener Pflanzenarten entsprechend ihrer zeitlichen und räumlichen Verfügbarkeit. Generell nimmt die Artenvielfalt von Pflanzen mit fleischigen Früchten in den Tropen mit zunehmender Höhe ab. Wir vermuten daher, dass sich

Literatur

- Bergmann J, Pompe S, Ohlemüller R, Freiberg M, Klotz S & Kühn I 2010: The Iberian Peninsula as a potential source for the plant species pool in Germany under projected climate change. *Plant Ecology* 207: 191-201.
- Hagemeyer WJM & Blair MJ 1997: The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T.A.D. Poyser, London.
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG & Jarvis A 2005: Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Huntley B, Green RE, Collingham YC & Willis SG 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Lynx, Barcelona.
- Jacob D 2005: REMO C20+A1B SCENARIO RUN, UBA PROJECT, 0.088 DEGREE RESOLUTION, RUN NO. 006210 & 006211, 1H DATA. WDCC. CERA-DB "REMO_UBA_C20_1_R006210_1H", "REMO_UBA_A1B_1_R006211_1H".
- Jacob D, Nilson E, Tomassini L & Bülow K 2009: REMO CLIMATE OF THE 20th CENTURY RUN, REMO A1B SCENARIO RUN, BFG PROJECT, 0.088 DEGREE RESOLUTION, 1H values. WDCC. CERA-DB "REMO_BFG_C20_1H", "REMO_BFG_A1B_1H".
- Lautenschlager M, Keuler K, Wunram C, Keup-Thiel E, Schubert M, Will A, Rockel B & Boehm U 2009: Climate Simulation with CLM, Climate of the 20th Century run no.1 & no.2, Scenario A1B run no.1 & no.2, Data Stream 2: European region MPI-M/MaD. WDCC. [doi:10.1594/WDCC/CLM_C20_1_D2, CLM_C20_2_D2, CLM_A1B_1_D2, CLM_A1B_2_D2].
- Ohlemüller R, Gritti ES, Sykes MT & Thomas CD 2006: Towards European climate risk surfaces: the extent and distribution of analogous and non-analogous climates 1931-2100. *Global Ecology and Biogeography* 15: 395-405.
- Thomas CD & Lennon JJ 1999: Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213.

auch die Diversität fruchtfressender Vogelarten mit der Höhe verringert und dass Vogelarten, die in verschiedenen Höhenlagen vorkommen und ein anderes Fruchtangebot zur Verfügung haben, aufgrund von Anpassungen an die Fruchtmorphologie jeweils unterschiedliche körperbauliche Merkmale aufweisen. In unserer Studie untersuchten wir die ökomorphologische Diversität frugivorer Vögel entlang eines Höhengradienten von 500 m bis 3.500 m ü. NN im Manu-Biosphärenreservat in den peruanischen Anden. Dabei konzentrierten wir uns auf die Funktionskomplexe Schnabel-

und Flugapparat. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Artenvielfalt frugivorer Vögel mit zunehmender Höhe tatsächlich abnimmt. Entsprechend unserer Hypothese verringert sich auch die funktionelle Diversität der Flug- und Schnabelmerkmale mit zunehmender Höhe. Die funktionelle Spezialisierung der Schnäbel ist auf den mittleren Höhenstufen am geringsten, weil die relativen Schnabellängen und die Schnabelbreiten in den Tieflagen besonders groß und in den Hochlagen besonders klein sind. Auch der Flugapparat verändert sich mit der Meereshöhe: Der Schwanz-Flügel-Index wurde mit zu-

nehmender Höhe größer und der Flügelschnitt wird insgesamt runder. Diese morphologischen Veränderungen entlang des Höhengradienten lassen vermuten, dass die Nahrungsfrüchte im Tiefland größer werden und dass fruchtfressende Vögel im Tiefland bei der Nahrungssuche größere Distanzen zurücklegen als im Hochland. In Hochlagen werden dagegen vermutlich kleinere Früchte in kleinflächigeren Gebieten gesucht. Es ist daher wahrscheinlich, dass es in den tropischen Anden enge koevolutionäre Abhängigkeiten zwischen Pflanzen mit fleischigen Früchten und frugivoren Vogelarten gibt.

Weidauer A, Schulz A, Kulemeyer C, Schleicher K, Röhrbein V & Coppack T (Neu Broderstorf):

Die Eisente als Modell der ökologischen Klimafolgenforschung: projizierte Winterquartiere in der Ostsee in Abhängigkeit von Eisbedeckung und Wassertiefe

✉ Timothy Coppack, Institut für Angewandte Ökosystemforschung (IfaÖ), Alte Dorfstraße 11, 18184 Neu Broderstorf; E-Mail: coppack@ifaoe.de

Der globale Klimawandel wirkt sich auf die Produktivität, Stochastizität und Saisonalität terrestrischer und mariner Lebensräume aus. Zu den möglichen Auswirkungen auf Seevogelbestände zählt zum Beispiel die räumliche und zeitliche Verschiebung der Ressourcenverfügbarkeit relativ zu der Brut- und Winterverteilung der jeweiligen Art. Insbesondere arktische und subarktische Vogelarten sind von der Klimaerwärmung betroffen.

Von allen Entenvögeln hat die Eisente (*Clangula hyemalis*) das nördlichste Brutareal und brütet meist an binnenländischen und küstennahen Süßgewässern der Tundra. Außerhalb der Brutsaison ernährt sie sich vorwiegend von Wirbellosen (Muscheln) und Fischlaich in marinen Habitaten. Der bevorzugte Tauchbereich der Eisente liegt dabei in Wassertiefen von ≤ 20 m (White et al. 2009). Die Nahrungsverfügbarkeit hängt außerdem von der Beschaffenheit des Meeresgrunds (Žydelis & Ruškytė 2005) und letztlich von der winterlichen Eislage ab. Mit ca. 315.000 Individuen (6,8% der biogeographischen Population; Mendel et al. 2008) zählt die deutsche Ostsee zu den wichtigen Überwinterungsgebieten der Eisente.

In diesem Beitrag analysieren wir die potenzielle Winterverbreitung der Eisente in Abhängigkeit von der Eisbedeckung und der Wassertiefe vor dem Hintergrund des Klimawandels und stellen Prognosen für das Jahr 2100. Es ist zu erwarten, dass im Zuge der Klimaerwärmung der Eisbedeckungsgrad in der Ostsee abnimmt. Dadurch würden heute nicht nutzbare Nahrungsgründe im nördlichen Bereich der Ostsee für die Eisente verfügbar. Das Ausmaß dieser klimainduzierten Entwicklung haben wir mithilfe von Klimaszenarien



Abb. 1: Prognostizierter Rückgang der maximalen Ausdehnung der Eisdecke im Monat März für die gesamte Ostsee (1970 bis 2100). Die Linien zeigen die maximale Ausdehnung der geschlossenen Eisdecke in den Jahren 1970, 2060 und 2100. Rote Flächen markieren Wassertiefen ≤ 20 m, die für Eisenten potenziell als Nahrungsgründe infrage kommen.

für den gesamten Wasserkörper der Ostsee abgeschätzt. Die dazu notwendigen Prognosen wurden aus den Modellen GETM und ERGOM/MOM des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) gewonnen.

Die Modellierung der Langzeitentwicklung der winterlichen Eisbedeckung in der Ostsee ergab bis zum Jahr 2100 eine Abnahme der Eisschicht um durchschnittlich 17,5 cm, was mit einem drastischen Rückzug der geschlossenen Eisdecke einhergeht (Abb. 1). Somit blieben infolge Klimawandel potenzielle Nahrungsgründe (Bereiche mit Wassertiefen ≤ 20 m) zunehmend eisfrei, so dass sich die Überwinterungsgebiete der Eisente entsprechend verlagern könnten. Gemessen an dem heute zur Verfügung stehenden Überwinterungsgebiet wäre aber der Habitatgewinn durch den Rückgang des Eises hauptsächlich in der südwestlichen Ostsee zu erwarten. Im Norden fallen vergleichsweise wenige Bereiche mit geeigneter Wassertiefe frei. Selbst nach 90 Jahren der Erderwärmung wird die Schärenküste vor Finnland im Monat März vereist sein (Abb. 1).

Dieses Ergebnis unterstreicht die langfristige Bedeutung der südwestlichen Ostsee als Kernzone des Überwinterungsgebiets von Eisenten. Neben Veränderungen von abiotischen Faktoren müssen künftig auch großflächige Veränderungen in der Nahrungsverfügbarkeit

(Muschel-Biomasse) und die Umstrukturierung der anthropogenen Meeresnutzung (Fischerei, Windkraft, Kiesabbau) berücksichtigt werden. Die Modellierung dieser Einflüsse auf die Habitatqualität ist Gegenstand unserer aktuellen Forschung.

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen von RADOST (Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste) als Teil von KLIMZUG („Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“).

Literatur

- Mendel B, Sonntag N, Wahl J, Schwemmer P, Dries H, Guse N, Müller S & Garthe S 2008: Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Naturschutz und Biologische Vielfalt 59. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- White TP, Veit RR & Perry MC 2009: Feeding ecology of long-tailed ducks (*Clangula hyemalis*) wintering on the Nantucket Shoals. *Waterbirds* 32: 293-299.
- Žydelis R & Ruškytė D 2005: Winter foraging of long-tailed ducks (*Clangula hyemalis*) exploiting different benthic communities in the Baltic Sea. *The Wilson Bulletin* 117: 133-141.

Schwerpunkthema „Populationsgenetik“

• Plenarvorträge

Liebers-Helbig D (Stralsund):

Populationsgenetik von Seevögeln – neue Methoden für alte Fragen

✉ Dorit Liebers-Helbig; E-Mail: Dorit.Liebers@meeresmuseum.de

Die Populationsgenetik untersucht zeitliche Veränderungen von homologen Genen (Allelen) innerhalb und zwischen Populationen. Dazu ermittelt sie zum einen die Häufigkeiten, mit der bestimmte Gene in einer Population vorkommen und analysiert zum anderen die Ursachen, die zu diesem Verteilungsmuster geführt haben.

Bereits 1908 postulierten Wilhelm Weinberg und Godfrey Hardy unabhängig voneinander, dass bei rein zufälliger Paarung und Abwesenheit von Mutation, Selektion oder Migration die Häufigkeit von Allelen von Generation zu Generation konstant bleibt. In einer derart idealisierten Population kann Evolution jedoch nicht stattfinden – dafür bedarf es immer der Veränderung

von Allelhäufigkeiten, z.B. infolge von Mutation, Selektion, genetischer Drift, Isolation (Trennung) bzw. Genfluss zwischen Populationen. Das auf dieser Annahme basierende Hardy-Weinberg-Gesetz liefert jedoch ein mathematisches Modell zur Berechnung von Evolutionsvorgängen.

Als eigenständiger Forschungszweig entwickelte sich die Populationsgenetik in den 1920er Jahren. Ihre Begründer waren Sewall Wright, Ronald A. Fisher und John S. Haldane. 1930 veröffentlichte Fisher sein Werk „The genetical theory of natural selection“ und postulierte, dass Evolution an die Änderung der Häufigkeiten bestimmter Gene in einem Genpool gekoppelt ist. Al-