

Aktuelle Schwerpunkte sammlungsbezogener Forschung in der Ornithologie

Sylke Frahnert, Martin Päckert, Dieter Thomas Tietze & Till Töpfer

Frahnert S, Päckert M, Tietze DT & Töpfer T 2013: Current collection-based ornithological research. *Vogelwarte* 51: 185-191.

We provide a short overview of current research activities in scientific ornithological collections. Such collection-based research covers a wide range of approaches and methods including faunistic, ecological, molecular systematic and conservational aspects. We demonstrate that many molecular and computer-based approaches substantially rely on data from bird collections which underlines both the multifarious usefulness even of historic specimens and the need for a continued extension of collections for contemporary research. In order to facilitate further access to ornithological collections, information on collection holdings needs to be made available via internet databases.

✉ SF: Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Invalidenstraße 43, D-10115 Berlin, Germany; E-Mail: sylke.frahnert@mfn-berlin.de

MP: Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Sektion Ornithologie, Königsbrücker Landstraße 159, D-01109 Dresden; Biodiversität und Klima Forschungszentrum BiK-F, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main; E-Mail: martin.paeckert@senckenberg.de

DTT: Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Goethe-Universität, Max-von-Laue-Straße 13, D-60439 Frankfurt am Main; E-Mail: mail@dieterthomastietze.de

TT: Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Sektion Ornithologie, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn; E-Mail: T.Toepfer@zfmk.de

1. Einleitung

Die Deutsche Ornithologen-Gesellschaft wurde seit ihren Anfangsjahren von an Sammlungen tätigen Ornithologen entscheidend geprägt und ihre Arbeitsfelder wurden durch museumstypische Themen inhaltlich mitbestimmt. Hier sei nur an die Gründerväter Johann Friedrich Naumann und Jean-Louis Cabanis sowie an den langjährigen Präsidenten Erwin Stresemann erinnert. Mit dem zunehmenden Wissen über die Verteilung der Vögel auf der Erde, dem Aufblühen der freilandornithologischen Forschung und dem Aufbau universitärer Arbeitsgruppen verblassten die Vogelsammlungen langsam im Bewusstsein der wissenschaftlichen und der Amateurnornithologie.

Seit einigen Jahren ist jedoch eine Renaissance der Nutzung ornithologischer Sammlungen festzustellen. Dies ist einerseits maßgeblich auf die Verknüpfung klassischer Untersuchungsmethoden mit neuen Analysetechniken zurückzuführen, andererseits auch dem aktuellen Interesse an historischen Nachweisen im Rahmen von Untersuchungen zum Wandel der Biodiversität (Verbreitung, Zugbewegungen, Klimawandel) zu verdanken. Damit änderte sich die aktuelle Wahrnehmung von Sammlungen von ihren primären Archivfunktionen hin zu wertvollen Materialquellen für grundlagenorientierte und angewandte Forschungsansätze (Abb. 1). Gleichzeitig haben von den Sammlungen bereitgestellte Datenbanken, die zum Teil auch im In-

ternet einsehbar sind, den Zugang zu deren Beständen wesentlich erleichtert.

Tatsächlich hat sich in den vergangenen Jahren das anhand von Vogelsammlungen bearbeitete Themen-



Abb. 1: Ein Beispiel für eine wissenschaftliche Vogelsammlung (Museum für Naturkunde Berlin). Viele Sammlungen bieten heute einen Einblick in fast zwei Jahrhunderte ornithologische Forschung. – *Example of a scientific bird collection (Museum für Naturkunde Berlin). Many collections nowadays provide insight into nearly two centuries of ornithological research.*

© Foto: C. Radke, MfN

spektrum stark erweitert, ohne dass altbewährte Methoden ersetzt wurden. Wir möchten daher im Folgenden einen Überblick über die thematische und methodische Breite der derzeitigen Nutzungen von Vogelsammlungen geben und die Rolle der Museen in der aktuellen ornithologischen Forschungslandschaft herausarbeiten.

Mit diesem Beitrag möchten wir die Verdienste von Dr. Renate van den Elzen würdigen, die neben ihrer langjährigen Tätigkeit am Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig in Bonn insbesondere durch die Leitung der Fachgruppe „Ornithologische Sammlungen“ der DO-G dazu beigetragen hat, den Stellenwert der musealen Sammlungen für die wissenschaftliche Ornithologie zu unterstreichen, und die nicht zuletzt auch durch ihre Tätigkeit im Vorstand der DO-G eine Brücke zwischen professionellen Ornithologen und Amateuren geschlagen hat.

2. Aktuelle Arbeitsgebiete

2.1. Biosystematik

Neubeschreibungen von Vogelarten oder -unterarten halten bis in die jüngste Zeit an (z. B. Donegan & Avenano 2010, Sangster et al. 2012, Martens & Bahr 2012) und erfordern sowohl den gründlichen Vergleich mit Sammlungsmaterial als auch die obligatorische Hinterlegung von Typusexemplaren, also von Präparaten, anhand derer neue Arten oder Unterarten beschrieben wurden. Typen müssen in wissenschaftlichen Sammlungen, die öffentlich und für Forschungszwecke frei zugänglich sind, untergebracht werden. Damit erfüllen ornithologische Sammlungen nach wie vor eine grundlegende Funktion für die biosystematische Forschung. Die Bestände an Typenmaterial sind inzwischen im Rahmen verschiedener Initiativen (z. B. GBIF, van den Elzen et al. 2005) in vielen Sammlungen erfasst und publiziert (z. B. Eck & Quaiser 2004, van den Elzen 2010, Mlíkovský & Frahnert 2011).

Hinzu kommt, dass die in den Vogelsammlungen bewahrten Präparate natürlich auch für systematische Revisionen genutzt werden. Im Rahmen solcher Untersuchungen werden nicht selten neue Vogelformen quasi in Sammlungen „entdeckt“ oder einer neuen systematischen Rangstufe zugeordnet. Unter Umständen ist sogar die Vergabe neuer Namen und die Festlegung neuer Typusexemplare erforderlich (Dickinson et al. 2009, Leader 2011, Pyle 2011). Nicht zuletzt dienen ornithologische Sammlungsbestände auch als Datenbasis für umfangreiche morphologische Analysen bestimmter Vogelgruppen (z. B. Livezey & Zusi 2006, 2007).

2.2. Phylogenetik – Sammlungen als Archive historischer DNA

Das Studium verwandtschaftlicher Beziehungen innerhalb der Vögel gehört zu den klassischen Museumsdisziplinen. Historisch fußen sie in der Regel auf morpho-

logischen Merkmalen, die an Vogelpräparaten (Bälgen, aber auch Skeletten und Feuchtpräparaten) erhalten sind. Durch die rasante Entwicklung und Optimierung molekulargenetischer Analysen werden in immer kürzeren Abständen neue Stammbaumhypothesen für diverse Vogelgruppen auf der Grundlage molekularer Merkmale publiziert. Aber erst die Einbeziehung von Museumsbelegen in genetische Analysen ermöglichte vollständige Stammbaumrekonstruktionen und phylogeographische Schlussfolgerungen, so z. B. für Altweltsegler der Gattungen *Apus* und *Tachymarptis* (Päckert et al. 2012) oder den Rotbauchpitta *Pitta erythrogaster* (Irestedt et al. 2013). Es ließen sich aber auch phylogenetische Beziehungen erhellen, die den Ornithologen lange Zeit Rätsel aufgegeben hatten. Im Zentrum des Interesses standen hier meist seltene, kaum untersuchte Arten, die oftmals in die schwer zu fassende Kategorie „incertae sedis“ (systematische Stellung unklar) eingeordnet waren. Auch in einigen dieser Fälle wurde man in Sammlungen fündig. An einem 180 Jahre alten Belegexemplar führten Ohlson et al. (2012) den Nachweis, dass die Goldhähnchenkotinga *Calyptura cristata* ihren Namen wohl zu Unrecht trägt, da sie in die Verwandtschaft der Tyrannidae gehört. Auch andere umstrittene Arten wechselten aufgrund ähnlicher Analysen ihre Familienzugehörigkeit: Nach neueren molekularen Analysen ist der Nordinsel-Piopio *Turnagra capensis* kein Angehöriger der Laubenvögel, sondern der näheren Verwandtschaft der Pirole angehörig (Johansson et al. 2011). Auch der Zimbrillenvogel *Hypocryptadius cinnamomeus* gehört nach Fjeldså et al. (2011) nicht zu den Zosteropidae, sondern zu den Sperlingen (Passeridae). Den molekulargenetischen Phylogenien können schließlich Stammbaumrekonstruktionen gegenübergestellt werden, die durch kladistische Analysen morphologischer Datensätze anhand von Museumsmateri-



Abb. 2: Aus Vogelpräparaten lässt sich DNA für verschiedenste genetische Untersuchungen gewinnen. Allerdings nimmt mit zunehmenden Alter des Präparats häufig die DNA-Qualität ab. – *Bird specimens may serve as source of DNA for various genetic analyses, but DNA quality often decreases with the age of the specimen.* © Foto: H. & H.-J. Koch

al erstellt wurden, wie z. B. bei der Spechtgattung *Hemicircus* (Manegold & Töpfer 2012).

Inzwischen besitzen viele Vogelsammlungen neben den Präparaten selbst noch eigene DNA- oder Gewebe- und Blutprobensammlungen (Stoeckle & Winker 2009). Diese Probensammlungen werden mit routinemäßig bei der Präparation von Vögeln entnommenen Gewebsstücken oder Blutproben aus Feldstudien aufgebaut. Da diese Archivierungstechnik erst seit etwa zwei Jahrzehnten verwendet wird, können ältere DNA-Proben nur aus den Präparaten selbst gewonnen werden (Payne & Sorenson 2003). Die dafür nötigen Extraktionsverfahren sind inzwischen hochentwickelt und werden zunehmend für die unterschiedlichsten ornithologischen Studien verwendet. Für die genetische Analyse reichen oft winzige Gewebeproben von Haut, Fußsohlen oder sogar Federn aus (Abb. 2). Mit zunehmendem Alter der Vogelbälge nimmt allerdings die Qualität der DNA ab (z. B. durch Zerfall und Fragmentierung), daher sind Analysen historischer DNA möglichst einer umso kritischeren Fehleranalyse zu unterziehen (Sefc et al. 2003, 2007, Töpfer et al. 2011, Moyle et al. 2013).

2.3. Avifaunistische Nachweise und Verbreitungsatlantanten

Viele Vogelsammlungen beherbergen Belege für überregional oder regional bedeutende Art- oder Unterartnachweise. Nicht selten sind dies lebensechte Schaupräparate, häufig aber auch Bälge (Abb. 3) oder Teile von Vögeln, meist Federn. Solche Präparate stellen wertvolles Material für avifaunistische Auswertungen in unterschiedlichem geografischem Maßstab dar (Raffaele et al. 2003, Mädlow et al. 2001). Besonders bei zeitlich weit zurückliegenden Nachweisen ermöglichen Belegexemplare eine Überprüfung nach den aktuellen Kriterien der Seltenheitenkommissionen (z. B. Töpfer 2008), was im Gegensatz zu vielen historisch nur schriftlich dokumentierten Beobachtungen nicht mehr möglich ist. In besonderen Fällen können sich hinter alten Präparaten sogar überraschende Neu-Nachweise verbergen, wie der Fall eines Vogels aus dem Museum Oldenburg zeigt, der lange Zeit als vermeintlicher Seidenreiher *Egretta garzetta* geführt wurde, inzwischen aber als Erstnachweis des Schmuckkriehers *E. thula* in der Westpaläarktis erkannt wurde (Gottschling et al. 2005). Umgekehrt konnte durch molekulargenetische Untersuchungen von historischen Eiern der ausgestorbenen Labradorente *Camptorhynchus labradorius* gezeigt werden, dass manche vermeintliche Belegexemplare gar keine echten Labradorenten-Eier waren, sondern ursprünglich falsch bestimmt waren (Chilton & Sorenson 2007).

Durch die Recherche solcher Nachweise in verschiedenen Museen können zusammenhängende rezente und historische Verbreitungsmuster anhand von Sammlungsbelegen rekonstruiert werden (z. B. für asiatische



Abb. 3: Historisches Präparat einer Taubenteiste *Cephus columba* aus dem Museum für Naturkunde Berlin (ZMB 14414, Syntypus von *Cephus columba* Pallas, 1811). Solche Vögel stellen nicht nur wichtige taxonomische bzw. faunistische Belege dar, sondern sind auch für eine Vielzahl moderner Untersuchungsmethoden geeignet. – *Historic specimen of a Pigeon Guillemot Cephus columba in the Museum für Naturkunde Berlin (ZMB 14414, syntype of Cephus columba Pallas, 1811). Such birds do not only provide important taxonomic or faunistic evidence, but are also suitable for a multitude of modern research methods.*

© Foto: C. Radke, MfN

Carpodacus-Arten, Martens & Sun 2008). So wurden für größere Gebiete historische Nachweise zusammengetragen (SABASE Südliches Afrika, BIOMAP Kolumbien, CONABIO Mexiko) als auch Karten und Modelle für zukünftige Verbreitungen erstellt (CONABIO). Die Rekonstruktion der historischen Verbreitung von aktuell neu beschriebenen Arten kann nur sicher über zuverlässig nachbestimmte Präparate in Sammlungen erfolgen. So konnten beispielsweise für den 2011 von der Arabischen Halbinsel beschriebenen Basaltschmätzer *Oenanthe lugens warriae* zwei Präparate aus Ägypten vom Beginn des 19. Jahrhunderts in der Sammlung des Museum für Naturkunde Berlin identifiziert werden (Shirihai 2012). Hinzu kommt das große Potenzial von

durch Belegexemplare verbrieften Verbreitungsdaten für Arealmodellierungen (z. B. Schidelko et al. 2010). Geographisch weit gestreute Nachweise aus musealen Sammlungen sind als Datengrundlage für Artverbreitungsmodelle allen anderen Quellen (z. B. Beringungsdaten, Literaturangaben) häufig überlegen (Boakes et al. 2010).

2.4. Historische Bestandsentwicklungen

Für aktuell in ihrem Bestand bedrohte Arten können historische Bestandsentwicklungen Aufschluss über die Bedeutung des Bestandstrends sowie über mögliche Rückgangsursachen geben, besonders wenn drastische Populationseinbrüche oder langfristige negative Bestandstrends bereits dokumentiert wurden. In diesen Fällen lassen sich demographische Prozesse, wie z. B. starke Populationsschwankungen, auch in genetischen Untersuchungen nachweisen (z. B. Verluste genetischer Variation durch Flaschenhalseffekte). Museumsbelege lieferten die Grundlage für entsprechende Untersuchungen am Schreikranich *Grus americana* (Glenn et al. 1999), am Bartgeier *Gypaetus barbatus* (Godoy et al. 2004), am Präriehuhn *Tympanuchus cupido* (Johnson et al. 2004), am Lappenhopf *Heteralocha acutirostris* (Lambert et al. 2009) und an der Ringdrossel *Turdus torquatus* (Bacht et al. 2013). Dasselbe lässt sich übrigens nicht nur für die Vögel, sondern auch für deren Parasiten und Krankheiten dokumentieren. So lieferten Balgpräparate das Ausgangsmaterial für systematische und ökologische Untersuchungen an Federlingen (Mey 2003, 2006) und für die Rekonstruktion des Ausbreitungsszenarios der Vogelpocken auf den Galapagosinseln (Parker et al. 2011).

2.5. Artenschutz

Die praktische Bedeutung des Wissens über historische Verbreitungen wie auch Bestandsgrößen liegt vor allem in ihrer Umsetzung im Sinne des Artenschutzes. Diese Bedeutung wird am deutlichsten im Falle bereits ausgestorbener Populationen oder stark bedrohter Arten. Die Bestände ornithologischer Sammlungen sind aufgrund ihrer weiten geographischen und zeitlichen Abdeckung außerdem dazu geeignet, Merkmalsvariationen historischer Vogelpopulationen zu bestimmen. Da dies sowohl morphologische und genetische Variationsbreiten betrifft, liefern solche Kenntnisse wertvolle Ausgangspunkte für praktische Artenschutzmaßnahmen. Insbesondere die von zoologischen Gärten oder Züchtern durchgeführten Erhaltungszuchtprogramme verlassen sich auf den Abgleich historischer Merkmalsvariationen wilder Populationen mit Gefangenschaftsvögeln. So wurden z. B. für Erhaltungszuchtprogramme der Vereinigung für Zucht und Erhaltung einheimischer und fremdländischer Vögel e.V. für Vasapapageien und Agaporniden umfassende Studien an Sammlungsmaterial durchgeführt (z. B. Asmus 2005; Lantermann & Asmus

2013). Darüber hinaus können nächstverwandte Populationen zu bereits ausgestorbenen Populationen identifiziert werden, was besonders im Hinblick auf Wiederansiedlungsprojekte von Bedeutung ist. So wurden beispielsweise im Rahmen der Wiederansiedlung des Bartgeiers in den Alpen genetische Analysen zur Beziehung einzelner Bartgeier-Populationen durchgeführt (Gautschi 2001). Nicht zuletzt sind die Sammlungen auch als Vergleichsbasis für artenschutzrechtliche Belange von großer Bedeutung. So stellen die Museen nicht selten die Expertise für die Bestimmung konfiszierter Tiere oder von aus Tieren gefertigter Produkte, z. B. für Behörden- und Zollgutachten bei der Durchsetzung der CITES-Richtlinien.

2.6. Ökologie

Ausgehend von morphologischen Merkmalen lassen sich Rückschlüsse auf die Lebensweise von Tieren ziehen sowie die ökologische Nische und damit deren Funktion im Ökosystem charakterisieren. Leisler & Winkler (1991) stellten eine Vielzahl nützlicher Maße für die Ökomorphologie von Vögeln zusammen, so dass der Flugapparat, der Laufapparat und der Nahrungsaufnahme dienende Schnabel beschrieben werden können. Für viele Untersuchungen sind jedoch all diese Maße zu umfassend, so dass die drei genannten funktionalen Systeme oft nur von je zwei bis drei Maßen repräsentiert werden. Ein gewisses Problem für Sammlungsobjekte liegt darin, dass die erfreuliche Zunahme des Interesses an solchen Untersuchungen dazu führt, dass bestimmte Objekte mehrfach gemessen werden, weil die Maße selten in standardisierter und nachvollziehbarer Weise erhoben wurden. Außerdem werden nachfolgend die Daten noch zu selten den Kuratoren oder Kollegen für ihre Untersuchung zur Verfügung gestellt. Um u. a. dem erstgenannten Problem zu begegnen, hat die Fachgruppe „Ornithologische Sammlungen“ ein Handbuch herausgegeben, das auf Deutsch und Englisch für jede Messstrecke am Vogel die gängigsten Methoden in Wort und Bild darstellt und jeweils eine davon explizit empfiehlt (Eck et al. 2011).

Ornithologische Sammlungen beinhalten Vögel in verschiedenen Präparationsformen, so dass morphologische Studien zur äußeren Morphologie, zum Skelett, den inneren Organen bis hin zum zellulären Aufbau möglich sind. So wurden beispielsweise die Schädelmorphologie mit dem Nahrungserwerbsverhalten und damit der Besiedlung bestimmter Habitate korreliert (Kulemeyer et al. 2009) oder verschiedene morphologische Merkmale mit dem Feindvermeidungsverhalten (Kulemeyer et al. 2007) sowie die Fußmorphologie mit der Lokomotion und dem Substrat in Verbindung gesetzt (Korner-Nievergelt 2004, Korner-Nievergelt & Leisler 2004). Die Kombination mehrerer Maße kann zum Verständnis beitragen, wie ganze Lebensgemeinschaften, z. B. im artenreichen Himalaya, entstanden sind (Kennedy et al. 2012). Nicht selten werden dabei

Freilandarbeiten durch Studien an Präparaten ergänzt, um gesamtbiologische Aussagen zu treffen, wie beispielsweise zur Evolution des Schwanzbaus bei Kolibris (Clark 2010). In Zeiten des Klimawandels lässt sich anhand vermessener Balgpräparate feststellen, ob und in welchem Maße sich Körperdimensionen im Laufe der Zeit verändert haben (z. B. Salewski et al. 2008, 2010). Voraussetzung dafür ist jedoch, dass auch heute noch repräsentative Stichproben von Vögeln den musealen Sammlungen hinzugefügt werden.

2.7. Paläornithologie

Sofern Vogelsammlungen nicht ohnehin eigenes paläontologisches Material enthalten, werden insbesondere die vielerorts vorhandenen Skelettsammlungen als Vergleichsbasis für ornitho-paläontologische/archäologische Studien herangezogen. Dieser sogenannte „Rezentvergleich“ ermöglicht einerseits die systematische Eingruppierung vorzeitlicher Funde sowie andererseits die Bestimmung des „Mindestalters“ des entsprechenden Taxons (z. B. Manegold 2013). Beispielsweise erfolgte die Bearbeitung eozäner Fundstätten in Messel und Dänemark auf der Vergleichsgrundlage von Skeletten in deutschen Sammlungen (Mayr 2008, 2009a, 2010, Mayr & Bertelli 2011, Bertelli et al. 2011). Darüber hinaus erlauben derartige kombinierte Untersuchungsansätze die Einbeziehung der Merkmale längst ausgestorbener Vögel in Studien zur frühen Stammesgeschichte der Vögel (z. B. Mayr 2003, 2004, 2009b).

3. Nutzung durch die Öffentlichkeit

Vogelsammlungen sind öffentliche Einrichtungen und stehen auch für die vielfältigen Interessen von Freizeitornithologen und anderen Nutzern zur Verfügung. Der wohl häufigste Besuchsgrund ist das Konsultieren von Präparaten für Bestimmungs- und Dokumentationszwecke, wobei die Interessen von der graphischen Dokumentation im Rahmen von Buchprojekten (z. B. „Handbook of the Birds of the World“) über die Feststellung der Formenreinheit von Zuchtvögeln bis hin zur Ausbildung von Vogelberingern reichen. Dabei erweisen sich nicht nur die Schau- und Balgpräparate, sondern häufig auch Feder- und Eiersammlungen als wichtiges Arbeitsmaterial. Die in Sammlungen aufbewahrten Präparate sind zudem auch für andere Wissenschaftskollegen interessant, so zum Beispiel für Ethnologen und Archäologen, die Informationen über die Herkunft bestimmter Materialien (Pfeile, Kleidungsbestandteile etc.) benötigen (Schlothauer 2007, Apel 2011). Nicht zuletzt ergibt sich immer wieder die Querverbindung zur Kunst, wobei Vogelpräparate oft als wesentliche Elemente in Fotografie und Malerei auftauchen. Ebenfalls häufig sind Sammlungsbesuche durch Medienvertreter, die in den Sammlungen Hintergrundinformationen und Anschauungsmaterial für ihre Produktionen erhalten. Dies ist in gegenseitigem Interesse, da Presse und Fernsehen inte-

ressante Neuigkeiten aus der Forschung in die Öffentlichkeit tragen (z. B. Karberg 2012).

4. Ausblick

Durch das stark verbreiterte Methodenspektrum hat sich die Wahrnehmung von ornithologischen Sammlungen in der Fachwelt und in der Öffentlichkeit als einmalige Materialquellen gewandelt. Dieser Bedeutungsvergrößerung steht ein sich verlangsamender Bestandszuwachs, verbunden mit Engpässen in der fachlichen Betreuung vieler Sammlungen, gegenüber. Das stellt neue Anforderungen an die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Vogelsammlungen, an deren Umsetzung auch die Fachgruppe „Ornithologische Sammlungen“ der DO-G beteiligt ist. Wichtige Ziele sind dabei, die Sammlungen als nachhaltige Infrastruktur für die ornithologische Forschung im Hinblick auf mögliche zukünftige Nutzungen zu erhalten und auszubauen, die Vernetzung der Sammlungen untereinander zu stärken und das Wissen um die Verfügbarkeit bestimmter Sammlungsbestandteile über geeignete Datenbanksysteme besser zugänglich zu machen. Insbesondere im Bereich der digitalen Inventarisierung einschließlich Georeferenzierung haben die Museen im deutschsprachigen Raum – vor allem gegenüber den US-amerikanischen Sammlungen – noch erheblichen Nachholbedarf. Nötig wäre die verstärkte Unterstützung durch die wissenschaftlichen Förderorganisationen, damit unsere Sammlungen in Zukunft international stärker wahrgenommen werden.

Literatur

- Apel M 2011: Natur- und Kulturgeschichte der Paradiesvögel. Museum Mensch und Natur (Hrsg), München. 98 S.
- Asmus J 2005: Zur Untersuchung einiger Museums-Präparate des Kleinen Vasapapageien (*Coracopsis nigra*) auf deren Unterartzugehörigkeit. Vereinigung für Zucht und Erhaltung einheimischer und fremdländischer Vögel. 212 S.
- Bacht M, Rösner S, Müller J, Pfeifer R, Stadler J, Brandl R & Opgenoorth L 2013: Are ring ouzel (*Turdus torquatus*) populations of the low mountain ranges remnants of a broader distribution in the past? J. Ornithol. 154: 231-237.
- Bertelli S, Chiappe LM & Mayr G 2011: A new Messel rail from the early Eocene Fur Formation of Denmark (Aves, Messelornithidae). J. Syst. Palaeontol. 9: 551-562.
- Boakes EH, McGowan PJK, Fuller RA, Ding C-Q, Clark NE, O'Connor K & Mace GM 2010: Distorted views of biodiversity: spatial and temporal bias in species occurrence data. PLoS Biol. 8: e1000385.
- Chilton G & Sorenson MD 2007: Genetic identification of eggs purportedly from the extinct Labrador Duck (*Camporhynchus labradorius*). Auk 124: 962-968.
- Clark, CJ 2010: The evolution of tail shape in hummingbirds. Auk 127: 44-56.
- Dickinson EC, Frahnert S & Roselaar CS 2009: A substitute name for *Dryobates minor heinrichi* von Jordans. Bull. B.O.C. 129: 191-192.

- Donegan TM & Avendano JE 2010: A new subspecies of mountain tanager in the *Anisognathus lacrymosus* complex from the Yariquíes Mountains of Colombia. *Bull. B.O.C.* 130: 13-32.
- Eck S & Quaisser C 2004: Verzeichnis der Typen der Vogelsammlung des Museums für Tierkunde in den Staatlichen Naturhistorischen Sammlungen Dresden. *Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierkd. Dresden* 54: 233-316.
- Eck S, van den Elzen R, Fiebig J, Fiedler W, Heynen I, Nicolai B, Töpfer T, Winkler R & Woog F 2011: Measuring birds. Vögel vermessen. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft, Wilhelmshaven. 118 S.
- Fjeldså J, Irestedt M, Ericson PGP & Zuccon D 2011: The Cinnamon Ibon *Hypocryptadius cinnamomeus* is a forest canopy sparrow. *Ibis* 152: 747-760.
- Gautschi BS 2001. Conservation genetics of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*). Dissertation, Universität Zürich. 139 S.
- Glenn TC, Stephan W & Braun MJ 1999: Effects of a population bottleneck on whooping crane mitochondrial DNA variation. *Conserv. Biol.* 13: 1097-1107.
- Godoy JA, Negro JJ, Hiraldo F & Donazar JA 2004: Phylogeography, genetic structure and diversity in the endangered bearded vulture (*Gypaetus barbatus*, L.) as revealed by mitochondrial DNA. *Mol. Ecol.* 13: 371-390.
- Gottschling M, Fuhrmann K & Beichle U 2005: Ein alter Beleg des Schmuckreihers *Egretta thula* als Erstnachweis für Deutschland und die Westpaläarktis. *Limicola* 19: 225-232.
- Irestedt M, Fabre P-H, Batalha-Filho H, Jönsson KA, Roselaar CS, Sangster G & Ericson PGP 2013: The spatio-temporal colonization and diversification across the Indo-Pacific by a "great speciator" (Aves, *Erythropitta erythrogaster*). *Proc. R. Soc. Lond. B. DOI: 10.1098/rspb.2013.0309*.
- Johansson US, Pasquet E & Irestedt M 2011: The New Zealand thrush: An extinct oriole. *PLoS ONE* 6: e24317.
- Johnson JA, Bellinger MR, Toepfer JE & Dunn P 2004: Temporal changes in allele frequencies and low effective population size in greater prairie-chickens. *Mol. Ecol.* 13: 2617-2630.
- Karberg S 2012. Angestaubt? Von wegen! *Bild Wissensch.* 2: 18.
- Kennedy JD, Weir JT, Hooper DM, Tietze DT, Martens J & Price TD 2012: Ecological limits on diversification of the Himalayan core Corvoidea. *Evolution* 66: 2599-2613.
- Korner-Nievergelt F 2004: Correlation of foot sole morphology with locomotion behaviour and substrate use in four passerine genera. In: Elewa AMT (Hrsg) *Morphometrics, Applications in biology and palaeontology*. Springer-Verlag, Heidelberg: 175-196.
- Korner-Nievergelt F & Leisler B 2004: Morphological convergence in conifer-dwelling passerines. *J. Ornithol.* 145: 245-255.
- Kulemeyer C, Asbahr K, Vogel I, Frahnert S & Bairlein F 2007: Funktionale Eigenschaften der Feindvermeidung bei Raubvögeln. *Vogelwarte* 45: 339-340.
- Kulemeyer C, Asbahr K, Gunz P, Frahnert S & Bairlein F 2009: Functional morphology and integration of corvid skulls – a 3D geometric morphometric approach. *Front. Zool.* 6: 2.
- Lambert DM, Shepherd LD, Huynen L, Beans-Picón G, Walter GH & Millar CD 2009: The molecular ecology of the extinct New Zealand Huia. *PLoS ONE* 4: e8019.
- Lantermann W & Asmus J 2013: Artenreine Pfirsichköpfcchen – bald eine Rarität in Liebhaberhand? *Gefiederte Welt* 6/2013: 15-19.
- Leader PJ 2011: Taxonomy of the Pacific Swift *Apus pacificus* Latham, 1802, complex. *Bull. B.O.C.* 131: 81-93.
- Leisler B & Winkler H 1991: Ergebnisse und Konzepte ökomorphologischer Untersuchungen an Vögeln. *J. Ornithol.* 132: 373-425.
- Livezey BC & Zusi RL 2006: Higher-order phylogeny of modern birds (Theropoda, Aves: Neornithes) based on comparative anatomy: I. Methods and characters. *Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist.* 37: 1-544.
- Livezey BC, Zusi RL 2007: Higher-order phylogeny of modern birds (Theropoda, Aves: Neornithes) based on comparative anatomy. II. Analysis and discussion. *Zool. J. Linn. Soc.* 149: 1-95.
- Mädlow W, Haupt H, Altenkamp R, Beschow R, Litzbarski H, Rudolph B & Ryslavý T (Hrsg) 2001: Die Vogelwelt von Brandenburg und Berlin. *Natur & Text, Rangsdorf.* 684 S.
- Manegold A & Töpfer T 2012: The systematic position of *Hemicircus* and the stepwise evolution of adaptations for drilling, tapping and climbing up in true woodpeckers (Picinae, Picidae). *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 51: 72-82.
- Manegold A 2013: Two new parrot species (Psittaciformes) from the early Pliocene of Langebaanweg, South Africa, and their paleontological implications. *Ibis* 155: 127-139.
- Martens J & Bahr N 2012: Dokumentation neuer Vogel-Taxa – Bericht für 2010. *Vogelwarte* 50: 177-196.
- Martens J & Sun Y-H 2008: Atlas der Verbreitung Paläarktischer Vögel. Lieferung 21. Erwin-Stresemann-Gesellschaft für paläarktische Avifaunistik e. V., Berlin.
- Mayr G 2003: Phylogeny of early Tertiary swifts and hummingbirds (Aves: Apodiformes). *Auk* 145: 145-151.
- Mayr G 2004: Morphological evidence for sister-group relationship between flamingos (Aves: Phoenicopteridae) and grebes (Podicipedidae). *Zool. J. Linnean Soc.* 140: 157-169.
- Mayr G 2008: First substantial Middle Eocene record of the Lithornithidae (Aves): A postcranial skeleton from Messel (Germany). *Ann. Paléontol.* 94: 29-37.
- Mayr G 2009a: A well-preserved skull of the "falconiform" bird *Masillaraptor* from the middle Eocene of Messel (Germany). *Palaeodiversity* 2: 315-320.
- Mayr G 2009b: *Paleogene Fossil Birds*. Springer, Berlin & Heidelberg. 262 S.
- Mayr G 2010: A new avian species with tubercle-bearing cervical vertebrae from the Middle Eocene of Messel (Germany). *Rec. Austral. Mus.* 62: 21-28.
- Mayr G & Bertelli S 2011: A record of Rhynchaetites (Aves, Threskiornithidae) from the early Eocene Fur Formation of Denmark, and the affinities of the alleged parrot *Mopsitta*?. *Palaeobiodiv. Palaeoenviron.* 91: 229-236.
- Mey E 2003: Bird collections – an essential resource for collecting ectoparasites in particular chewing lice. *Bonn. zool. Beitr.* 51: 131-135.
- Mey E 2006: Rätselhaftes Vorkommen zweier Federlingsarten (Insecta, Phtiraptera, Ischnocerca) auf dem Haldenhuhn *Lerwa lerwa* (Galliformes, Phasianidae). In: Hartmann M & Weipert J (Hrsg): *Biodiversität und Naturlausstattung im Himalaya (Erfurt) II*: 55-71.
- Mlíkovský J & Frahnert S 2011: Type specimens and type localities of birds collected during the Wilhelm Hemprich's

- and Christian Ehrenberg's expedition to Lebanon in 1824. *Zootaxa* 2990: 1-29
- Moyle RG, Jones RM & Andersen MJ 2013: A reconsideration of *Gallinula* (Aves: Columbidae) relationships using fresh source material reveals pseudogenes, chimeras and a novel phylogenetic hypothesis. *Mol. Phylogenet. Evol.* 66: 1060-1066.
- Ohlson JJ, Irestedt M, Fjeldså J & Ericson PGP 2012: Nuclear DNA from a 180-year-old study skin reveals the phylogenetic position of the Kinglet *Calyptura calyptura cristata* (Passeriformes: Tyrannidae). *Ibis* 154: 533-541.
- Päckert M, Martens J, Wink M, Feigl A & Tietze DT 2012: Molecular Phylogeny of Old World swifts (Aves: Apodiformes, Apodidae, *Apus* and *Tachymarptis*) based on mitochondrial and nuclear markers. *Mol Phylogenet. Evol.* 63: 606-616.
- Parker PG, Buckles EL, Farrington H, Petren K, Whiteman NK, Ricklefs RE, Bollmer JL & Jiménez-Uzcátegui G 2011: 110 years of Avipox virus in the Galapagos islands. *PLoS ONE* 6: e15989.
- Payne RB & Sorenson MD 2003: Museum collections as sources of genetic data. *Bonn. Zool. Beitr.* 51: 97-104.
- Pyle P, Welch AJ & Fleischer RC 2011: A new species of Shearwater (*Puffinus*) recorded from Midway Atoll, Northwestern Hawaiian Islands. *Condor* 113: 518-527.
- Raffaele H, Wiley J, Garrido O, Keith A & Raffaele J 2003: *Birds of the West Indies*. Princeton University Press, Princeton. 208 S.
- Salewski V, Hochachka WM & Fiedler W 2010: Global warming and Bergmann's rule: do central European passerines adjust their body size to rising temperatures? *Oecologia* 162: 247-260.
- Salewski V, Hochachka WM & Fiedler W 2008: Werden Singvögel aufgrund des Klimawandels kleiner? *Vogelwarte* 46: 300-301.
- Sangster G, King BF, Verbelen P & Trainor CR 2012: A new owl species of the genus *Otus* (Aves: Strigidae) from Lombok, Indonesia. *PLoS ONE*: e53712.
- Schidelho K, van den Elzen R, Hegenberg D & Rödder D 2010: The importance of collection data for ecological niche modelling: experiences with data from *Pytilia melba* (L., 1758) (Aves, Passeriformes, Estrildidae). *J. Afrotrop. Zool., Special Issue*: 83-92.
- Schlöthauer A 2007: ?ROT ohne SCHWARZ... ROT ohne GELB... ROT ohne BLAU...? Farbkombinationen im Federschmuck der Tiefland-Indianer Südamerikas am Beispiel von Stücken der Baseler Sammlung. <http://www.about-amazonas.de/federschmuck-artikel/50-farbkombinationen-federschmuck-basel-tieflandindianer>
- Sefc KM, Payne AB & Sorenson MD 2003: Microsatellite amplification from museum feather samples: Effects of fragment size and template concentration on genotyping errors. *Auk* 120: 982-989.
- Sefc KM, Payne AB, Sorenson MD 2007: Single base errors in PCR products from avian museum specimens and their effect on estimates of historical genetic diversity. *Conserv. Genetics* 8: 879-888.
- Shirihai H 2012: Correcting the identification of two rare wheatear records in Israel. *Bull. B.O.C.* 132: 226-235.
- Stoockle M & Winker K 2009: A global snapshot of avian tissue collections: state of the enterprise. *Auk* 126: 684-687.
- Töpfer T 2008: Nachweise seltener Vogelarten in Sachsen aus der ornithologischen Sammlung des Museums für Tierkunde Dresden. *Faun. Abh. Mus. Tierkd. Dresden* 26: 63-101.
- Töpfer T, Gamauf A & Haring E 2011: Utility of arsenic-treated bird skins for DNA extraction. *BMC Res. Notes* 4: 197.
- van den Elzen R 2010: Type specimens in the bird collections of the Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Bonn. *Bonn zool. Bull.* 59: 29-77.
- van den Elzen R, Frahnert S & Quaiser C 2005: A digital catalogue of primary type specimens in German ornithological collections – a three year project running within GBIF – Germany – Vertebrata. *Zool. Meded. Leiden* 79: 97-105.