

Band 55 • Heft 1 • Februar 2017

Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde



Deutsche Ornithologen-Gesellschaft e.V.



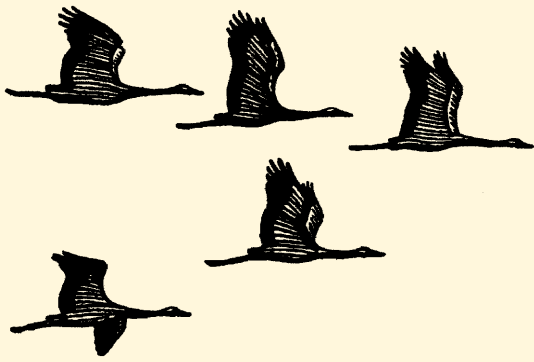
Institut für Vogelforschung
„Vogelwarte Helgoland“



Vogelwarte Hiddensee
und
Beringungszentrale Hiddensee



Max-Planck-Institut für Ornithologie
Vogelwarte Radolfzell



Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde

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

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

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

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

Redaktion/Schriftleitung:

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

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

Dr. Ulrich Köppen, Beringungszentrale Hiddensee, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, An der Mühle 4, D-17493 Greifswald (Tel. 03834/8876610, Fax. 03834/7779259, Ulrich.Koepfen@lung.mv-regierung.de)

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

Meldungen und Mitteilungen der DO-G, Nachrichten:

Dr. Christoph Unger, Adresse s. o.

Redaktionsbeirat:

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

Layout:

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

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

ISSN 0049-6650

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

DO-G-Geschäftsstelle:

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



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

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

DO-G Vorstand

Präsident: Prof. Dr. Stefan Garthe, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Universität Kiel, Hafentörn 1, D-25761 Büsum, garthe@ftz-west.uni-kiel.de

1. Vizepräsident: Prof. Dr. Martin Wikelski, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Vogelwarte Radolfzell, Am Obstberg 1, D-78315 Radolfzell, martin@orn.mpg.de

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

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

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

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

DO-G Beirat

Sprecher: Dr. Dieter Thomas Tietze, IPMB der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 364, 69120 Heidelberg, mail@dieterthomastietze.de

Erfolgsmonitoring einer Auenredynamisierung mit indikativen Vogelmgemeinschaften auf verschiedenen Landschaftsebenen.

Hans Utschick

Utschick, H. (2017): Monitoring the success of riverine landscape renaturation by indicative bird communities at different landscape levels. *Vogelwarte* 55: 1-27.

Renaturation of the riverine Danube landscape between Neuburg and Ingolstadt (Bavaria) started in June 2010 by permanently infeeding Danube water through a restored chute and by some ecological floods adjusted to Danube water flow dynamics at small areas. The success of the renaturation was monitored using birds as indicators.

Indicator species for ecosystem changes from dry to wet habitat conditions may be better derived from hydro-morphological riverine habitat gradients than from ground water levels or water flow dynamics within the river Danube. Responsible for this are complex and habitat specific relations between water resources, vegetation character and system productivity, which in combination strongly influence the bird distributions. For a renaturation monitoring using birds as indicators therefore all representative riverine habitats should be included. Methodical stratified point counts may be sufficient at habitat level, but, when not, grid mapping at landscape level with grid subunits defined by habitat type, landscape features and spatial relations may be the better method which provides results transferable to other riverine landscapes (at least within the Danube river system).

At habitat and landscape level, mainly Oriole *Oriolus oriolus*, Cuckoo *Cuculus canorus*, Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius*, Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*, Blackcap *Sylvia atricapilla*, Dunnock *Prunella modularis*, Blackbird *Turdus merula*, Blue Tit *Parus caeruleus*, Great Tit *Parus major*, Nuthatch *Sitta europaea*, Chaffinch *Fringilla coelebs* and Bullfinch *Pyrrhula pyrrhula* are general indicators for natural riverine habitat conditions, Yellowhammer *Emberiza citrinella*, Greenfinch *Chloris chloris*, Green Woodpecker *Picus viridis*, Starling *Sturnus vulgaris* and Fieldfare *Turdus pilaris* are indicators for degenerated situations. Woodland bird species preferring habitats with ground water levels neither high nor low react more intensively to changes caused by renaturation than species, which prefer gaps or shrub formations and habitats with extreme water levels. If using season aspects instead of total year data further indicator species may exist (i.e. Marsh Tit *Parus palustris*). Also usable for indicating the increased ecosystem productivity due to better water resource conditions after renaturation are the total densities of terrestrial birds and of waterfowl (mostly herbivores).

✉ HU: Lantoldstr. 4, 85301 Schweitenkirchen; E-Mail: hans.utschick@t-online.de;

aus dem Lehrstuhl für Tierökologie der Technischen Universität München-Weihenstephan; gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

1 Zielsetzung

Die Donauauwälder des Wittelsbacher Ausgleichsfonds zwischen Neuburg und Ingolstadt gehören zu den wertvollsten Auenabschnitten Bayerns (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2003), obwohl sie durch Donau-regulierung und Staustufenbau stark an Wert verloren (Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt 2010). Als wichtigstes Auwaldgebiet an der bayerischen Donau (Birkel & Mayer 1992) trägt es zusammen mit den österreichischen Donauauen bei Hainburg zum 15 Schutzgebiete umfassenden Donauauen-Netzwerk bei (Frank 2012). Eine Revitalisierung dieser Auen war daher dringend geboten. Für den Bereich der Staustufen Bergheim und Ingolstadt (Fluss-km 2464 bis 2472) geschah dies ab 2008 im Rahmen eines vom Deutschen Bundesamt für Naturschutz und dem Land Bayern finanzierten und am Aueninstitut Neuburg angesiedelten Projekts „Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt“ durch eine autotypische Dynamisierung des Wasserregimes. Dazu wurde seit dem Frühsommer 2010

einerseits bis zu fünf m³/s Donauwasser in das acht Kilometer lange, neu angelegte Umgebungsgewässer „Ott-heinrichbach“ eingespeist, wodurch die Grundwasser-situation verbessert und die für Auedynamik besonders wichtigen Flutrinnensysteme (Puhlmann & Jährling 2003) reaktiviert wurden. Des Weiteren haben „Ökologische Flutungen“ der Au stattgefunden (Fischer et al. 2012). Hierbei wurde bei Donauwasserführungen von mindestens 600 m³/s auf über 50 ha Auwald Hochwasser simuliert mit dem Ziel, naturnahe Auwaldstrukturen zu entwickeln. In einem 40 m breiten Streifen um das Umgebungsgewässer wurde auch die forstliche Nutzung eingestellt.

Der Erfolg dieser Maßnahmen wurde in einem E+E-Begleitprojekt „MONDAU“ (MONitoring DonauAuen; vgl. KU Eichstätt-Ingolstadt 2014, Stammel et al. 2011) geprüft, das auch Reaktionen der Vogelfauna einbezog (Teilprojekt 6). Dazu wurden von Juli 2007 bis Februar 2013 Vogelverteilungen in einem auenmorphologisch

abgeleiteten Feuchtegradienten dokumentiert, der die hydrologische Situation in dieser nach Donauregulierung trocken gefallen Aue nachzeichnet. Ergebnisse aus Punktkartierungen und Nahrungsnischenanalysen ergaben, dass zumindest Teile der Vogelgemeinschaft rasch und nachhaltig auf renaturierungsbedingte Veränderungen im Bodenwasserhaushalt reagiert haben (Utschick et al. 2012), und dass dieser Prozess ökosystemar wirksam ist (Utschick 2014).

Für den Brutaspekt wurden bereits Indikatorarten abgeleitet, die im auenmorphologischen Feuchtegradienten reagieren bzw. veränderte Grundwasserstände nach Renaturierung nachzeichnen und daher für ein Auenmonitoring geeignet sind (Utschick et al. 2012). Ziel dieser Arbeit ist es, zu prüfen, ob diese auf kleinen Untersuchungseinheiten nachweisbaren Indikationsleistungen auf ganze Auenlandschaften übertragen werden können, ob auch außerhalb der Brutzeit Vogelarten bzw. -gilden für dieses Monitoring in Frage kommen und ob ausschließlich an Grundwasserverhältnissen orientierte Indikatorsysteme aussagekräftiger sind als auenmorphologisch abgeleitete.

2 Material und Methoden

Das zwischen Neuburg a. d. Donau und Ingolstadt (Südbayern) gelegene Untersuchungsgebiet ist ein 312,5 ha großer, zentraler Ausschnitt eines etwa 1.200 ha umfassenden, zur Revitalisierung vorgesehenen Teils der Donauaue (Abb. 1). Durch das im Nordwesten angrenzende Stauwehr Bergheim (Staufstufenbau 1967) mit erosionsbedingter Donaueintiefung unterhalb des Wehres gehört es zu den trockensten Teilen dieses Auenabschnitts. Vorherrschende Baumart ist die Esche *Fraxinus excelsior*, zu der hier als Besonderheit wirtschaftsbedingt der Bergahorn *Acer pseudoplatanus* und waldgesellschaftlich bedingt ein Schirm aus sehr starken Eichen *Quercus robur* kommt, der maßgeblich für die Einstufung des Gebietes als Natura2000-Lebensraum „Donauauen mit Gerolfinger Eichenwald“ verantwortlich war. Baumarten der Weichholzaue treten dagegen nur sehr spärlich und punktuell auf. Auf den trockeneren Standorten, soweit sie nicht als „Brennen“ durch Pflegemaßnahmen offen gehalten werden, ist die Kiefer *Pinus sylvestris* weit verbreitet. Die Fichte *Picea abies* wurde aus forstlichen Gründen eingebracht und ist nur auf sehr kleinen Sonderstandorten begrenzt überlebensfähig. Außer einigen nach Auskiesung Grundwasser führenden Auweihern, kleinen, nur bei länger anhaltenden Donauhochwässern temporär von Grundwasser gefluteten Rinnen und Mulden und den das Gebiet umfließenden Zeller Kanal, der das Donaumooos entwässert, war das Untersuchungsgebiet vor der Renaturierung nahezu gewässerfrei.

Der Erfolg einer Altauen-Revitalisierung durch eine technisch gesteuerte auendynamische Wiedervernässung sollte daher hier besonders gut messbar sein. Ziel ist eine Rückentwicklung zur feuchten Hartholzaue (Weichholzaunen allenfalls punktuell möglich).

Abb. 1 zeigt die Verteilung von 20 an einem auenmorphologischen Feuchtegradienten orientierten Probekreise mit 50 m bis 200 m – Radius (Ableitung aus einem Geländemodell von F. Haas, KU Eichstätt, 2007) sowie die Lage von 50 in

einer Gitterfeldkartierung bearbeiteten Landschaftsausschnitte zu 6,25 ha. Der Probeflächengradient beinhaltet temporär zu Nässe tendierende Standorte am neuen Umgebungsgewässer (Ottheinrichbach = Rinne), feuchte Muldenstandorte im für „Ökologische Flutungen“ vorgesehenen Bereich (Mulde), „trockene“ Auwaldstandorte im Einzugsbereich 100jähriger Hochwässer (Altaue) und Brennen (kiesige Sonderstandorte mit geringem Wasserhaltevermögen). Die Grundwasserabstände an diesen Standorten lagen 2007/2008 bei durchschnittlich 2,13 m und schwankten autentypisch dem Wasserregime der Donau und dem Niederschlagsgeschehen folgend vor allem im Nahbereich des geplanten Umgebungsgewässers und im Osten des Untersuchungsgebiets. Die südlichen Teile werden eher von der großflächigen Grundwasserdynamik des Donaualtes beeinflusst. Nach Renaturierung verringerten sich die Grundwasserabstände 2012/2013 in der gesamten Aue um durchschnittlich 45 cm (im Nahbereich des Ottheinrichbachs oder von Auengewässern um bis zu 1,32 m). Im Winter (-75 cm), wenn die Donau besonders oft Hochwasser führt, waren die Grundwasserspiegelanhebungen im gesamten Untersuchungsgebiet größer als in der Brutzeit (-33 cm) oder im Sommer-/Herbst (-28 cm). Die längs der Donau bzw. quer zur Donau wirkenden Einflüsse der unterschiedlichen Auenmorphologie wurden über fünf „Replikate“ berücksichtigt. Diese lagen repräsentativ im donanahen Bereich direkt unterhalb des



Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit Donau, Auenweihern, durch die Renaturierung neu entstandenen Rinnen (dunkelblau), von ökologischen Flutungen erreichbaren Flächen (hellblau, punktiert), nur bei Starkhochwasser gefluteten Altauen (grün), Brennen (farblos) sowie den 50 Landschaftsausschnitten für die Gitterfeldkartierung und den 20 Probeflächen für die Punktkartierung im auenmorphologisch definierten Feuchtegradienten (Rinnen dunkelblau, Mulden hellblau, Altauen grün, Brennen rot umringelt). – Test area with river Danube, water bodies and chutes created for renaturation (dark blue), areas reached by “ecological floods” (light blue and pointed), areas flooded only during flood calamities (light green), and gravel lenses (white). 50 landscape units (grid) and 20 plots (circles) are used for bird counts by grid/point mapping. Plots are located along a morphological gradient from wet to dry riverine habitats with chutes (circle dark blue), basins (light blue), dry, loamy stands (dark green) and dry gravel lenses (red).

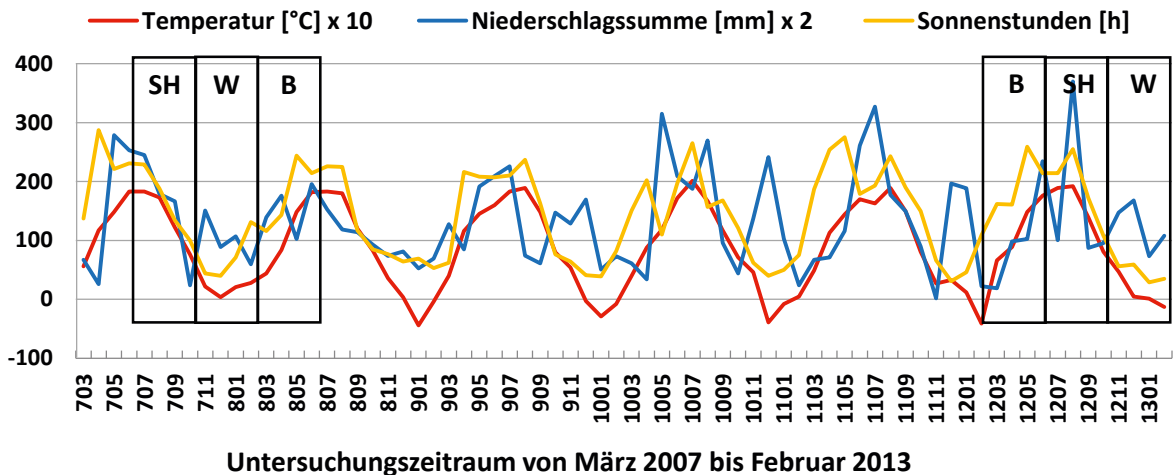


Abb.2: Klimaverlauf (Monatsmittelwerte, Klimastation Karlshuld) im Untersuchungszeitraum bzw. während der Gitterfeldaufnahmen vor (2007/07-2008/06) und nach (2012/03-2013/02) den Renaturierungsmaßnahmen (2009/10). B charakterisiert unterschiedliche Verläufe im Brut-, SH im Sommer/Herbst- und W im Winteraspekt. So war die zweite Aufnahmeperiode deutlich niederschlagsreicher (außer im Brutaspekt), im Winteraspekt auch dunkler und kälter. – *Average temperature, precipitation, and sun hours (Karlshuld climate station) in the study period and during grid sampling before (July 2007 – June 2008) and after (March 2012 – February 2013) renaturation measures (2009/10). B = breeding, SH = summer/autumn, W = winter aspects. The period 2012/13 was wetter (not at breeding aspect) and in the winter colder and darker.*

Bergheimer Wehres, in noch relativ feuchteren Gebietsteilen weiter donauabwärts bzw. weiter südlich, im trockenen, zentralen Auenbereich sowie am vom angrenzenden Agrarland beeinflussten Auenrand. Um eine Vernetzung der im MONDAU-Projekt vorgesehenen Forschungsbereiche zu gewährleisten, mussten neun der 20 Probeflächen auf je zwei Probekreise gesplittet werden (vgl. Abb. 1).

Die Vogeldaten wurden ganzjährig in monatlichen Gitterfeld- und Punktkartierungen (vgl. Bibby et al. 1995, Berthold 1976) erhoben. Die Gitterfelder wurden teils vor (Juli 2007 bis April 2008) und nach (März 2012 bis Februar 2013) der Renaturierung bearbeitet. Dabei wurde zwischen Brut-, Sommer-/Herbst- und Winteraspekt (März – Juni, Juli – Oktober, November – Februar) getrennt. Bei der Gitterfeldkartierung (Landschaftsebene; Juli 2007 bis Juni 2008, März 2012 bis Februar 2013) wurden die 6,25 ha großen Landschaftsauschnitte zehn Minuten lang begangen und die Daten auf Unterflächen dieser am Gauß-Krüger-Netz orientierten Gitterfelder abgelegt. Diese Unterflächen ergaben sich als Schnittpolygone von auenmorphologischen Einheiten des Gelände-modells mit Einheiten der forstlichen Bewirtschaftungskarte (Waldbestände, Sonderflächen). In den Punktkartierungen (Habitatsebene; Juli 2007 bis Juni 2008, März 2009 bis Februar 2013) wurde jeder Probekreis 20 Minuten lang bearbeitet, wobei im 50 m – Radius alle optisch oder akustisch nachweisbaren Vogelindividuen erfasst wurden, im 100 m – Radius alle akustisch „auffälligen“ Arten wie etwa der Buchfink und im 200 m – Radius alle Arten mit großen Revieren wie Greifvögel oder Spechte. Zur Absicherung bei problematischen Arten oder zur quantitativen Erfassung nahrungssuchender Kleinvogeltrupps kamen auch akustische Lockmittel (Warnrufimulationen) zum Einsatz.

Zudem wurde die Avizönose unter Berücksichtigung von bevorzugten Nahrungssubstraten, -organismen, -habitaten

und –suchstrategien gutachtlich in Nahrungsgilden untergliedert sowie bezüglich Nestanlage und Zugintensität in Nist- und Zuggilden zusammengefasst. Bei Zönosen mit geringen Artenzahlen wie bei den Vögeln ist dies effektiv. Bei artenreichen Tiergruppen wie etwa Laufkäfern wären dagegen automatisierte Verfahren erforderlich. Statistische Abgrenzungsverfahren zur Selektion von Indikatorenclustern (vgl. z. B. Dufresne & Legendre 1997) eignen sich vor allem zur Charakterisierung komplexer Lebensräume, berücksichtigen allerdings nur unzureichend den Einfluss von zielorientierten Gradienten wie hier des Feuchtegradienten.

Die Charakterisierung der Auenlebensräume erfolgte auf Landschaftsebene (Gitterfelder) mittels 60 Parametern (auf Probekreisebene 124 Parameter; vgl. Utschick et al. 2012) unter Einbeziehung von Grundwasserabstand (1 Parameter), auenmorphologischem Feuchtegradienten (2), Wasserführung der Donau (4), Lebensraumtypen (12), Nutzungsintensität bzw. Naturnähe der Habitate (4), Habitatdiversität im Gitterfeld (3), Auwaldtyp und -struktur (15), Lagebeziehungen (4), Erschließung (3), Klima (3) und Klimaverlauf (9). Die Daten dazu wurden aktuellen hydrologischen, auenmorphologischen und vegetationskundlichen Kartengrundlagen bzw. Datenbanken des MONDAU-Projektnetzwerks entnommen, die Klimadaten den Angaben der Wetterstation Karlshuld (Landkreis Neuburg-Schrobenhausen).

Auf Landschaftsebene war vor allem zur berücksichtigen, dass Strahlwirkungen (Deutscher Rat für Landespflege 2009) entlang der Donau oder im Querprofil des Auenbandes Indikationsleistungen der Vögel überlagern. So reagierten die Vogelzönosen in vorgeschalteten, flächendeckenden Vogelbestandsaufnahmen sowohl auf Donaunähe (im 1.000 m – Band) als auch Waldrandnähe (im 500 m – Band; Utschick, unpubl.). Auf der Zeitebene erfolgte zudem eine phänologische Bewertung der Zähltags (relative Position im Monats-

ablauf). Zur Entwicklung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Untersuchungszeitraum siehe Abb. 2.

Die statistische Bearbeitung erfolgte in R 3.1.2 (R Development Core Team 2014) und Excel. Neben Regressionsanalysen (Pearson) wurden für jede Vogelart bzw. -gilde, bei der Reaktionen auf den Feuchtegradienten vermutet werden konnten, lineare Regressionsmodelle erstellt und zu „Minimum Adequate Modellen“ komprimiert, welche die Zusammenhänge zwischen abhängiger Variable und Parametern am besten beschreiben (vgl. Fairbairn & Dinsmore 2001). Als Maß für die Aussagekraft der Modelle wurden das Bestimmtheitsmaß R^2 und das Akaike Information Criterion (AIC) verwendet.

3 Ergebnisse

Bei deutlich steigenden Vogeldichten wurden im fünfjährigen Untersuchungszeitraum 116 Arten auf ihre Einnischung im Lebensraum- und Feuchtegradienten des Untersuchungsgebiets überprüft, davon 97 Arten mit 21.062 Vögeln auf Habitat- und 106 Arten mit 32.999 Vögeln auf Landschaftsebene (Anhang). Auf Habitatebene (überwiegend Auwaldstandorte) bezogen sich 44 % der Daten auf den Brut-, 30 % auf den Sommer-/Herbst- und 26 % auf den Winteraspekt, auf Landschaftsebene (mit Auengewässern) 36 % auf den Sommer-/Herbst und je 32 % auf Brut- und Winteraspekt.

3.1 Indikatorfunktion von Vogelarten für Veränderungen durch Auendynamisierung

Tab. 2 vergleicht die Indikationsleistung von Vogelarten (Kriterien siehe Tab. 1) für die grundwasserabhängige Veränderung von Feucht- und Trockenhabitaten nach Auendynamisierung auf Habitatebene (fünfjährige Punktkartierungen von 2007/2008 bis 2012/2013; für den Brutaspekt siehe Utschick et al. 2012) und Landschaftsebene (Gitterfeldkartierungen 2007/2008 und 2012/2013).

Dazu wurden in Regressionsanalysen die Reaktionen von Vogelarten auf die veränderten Grundwasserstände ermittelt und nach acht Wertklassen geordnet (Tab. 1), wobei hohe Klassenwerte Feuchtezeiger, niedrige Trockenzeiger signalisieren. Berücksichtigt wurden dabei auf Habitatebene sowohl die Einordnung im auenmorphologischen Gradienten von Rinnen über Mulden, Altauen zu Brennen als auch die durch die Redynamisierung ausgelösten Populationsveränderungen im Standortsgradienten (vgl. Werte in Tab. 2). Hier zeigten vor allem reife Waldphasen bevorzugende Arten z. T. erst 2012/2013 Feuchtereaktionen (Tab. 1). Tendenziell waren bei positiv auf die Dynamisierung reagierenden Vogelarten Zunahmen zu erwarten. Allerdings können solche Entwicklungen von weiteren Einflussfaktoren überlagert werden.

Tab. 1: Bewertungskriterien und Bewertungsstufen für die Indikationsleistung von Vogelarten im Monitoring von Auendynamisierungen nach ihrer Reaktivität bzgl. auenmorphologischer Feuchtegradienten (Habitatebene, Waldbestände) bzw. an Grundwasserabständen orientierten Feuchtegradienten (Landschaftsebene, alle Habitattypen). 8 = stark positive, 1 = stark negative Reaktion. – *Evaluation criteria at habitat level (left; concerned to a morphological woodland gradient from wet to dry habitats) and landscape level (right; concerned to average groundwater levels within sample grid units) for monitoring the success of riverine landscape renaturation using bird species. Evaluation categories (1 = indication of degenerated conditions, 8 = indication of natural conditions).*

Stufe	Habitatebene (Punktkartierung)	Landschaftsebene (Gitterfeldkartierung)
8	von 2007/2008 bis 2012/2013 zunehmende Konzentration im Feuchthabitatsektor bei steigenden Vogelbeständen	Intensitätsstufen 8, 7, 6, 5: hohe und nach Dynamisierung zunehmende Affinität zu hohen Grundwasserständen; Bestandszunahmen vor allem im Feuchtsektor und besonders im am stärksten vernässenden Flächendrittel; große, stärker werdende Abhängigkeit der Vogelzahlen vom Grundwasserabstand (hohe und meist steigende R^2 -Werte in den Regressionsfunktionen)
7	zunehmende Konzentration im Feuchtsektor mit zunehmender Verlagerung der Vorkommen in die Altauen (z. T. erst nach 2012/2013) bei meist steigenden Beständen	
6	tendenziell zunehmende Konzentration im Feuchtsektor und in Altauen bei meist steigenden Beständen	
5	zunehmende Verlagerung der Vorkommen aus dem Trocken- in den Feuchtsektor bei abnehmenden Beständen	
4	steigende Präferenzen für den Trockenhabitatsektor (ab 2012 besonders für Altauenstandorte) bei meist stark zunehmenden Beständen	Intensitätsstufen 4, 3, 2, 1: niedrige und nach Dynamisierung abnehmende Affinität zu hohen Grundwasserständen; Bestandsabnahmen vor allem im Feuchtsektor und besonders im am stärksten vernässenden Flächendrittel; geringer und schwächer werdender Zusammenhang zwischen Vogelzahlen und Grundwasserabstand (niedrige R^2 -Werte)
3	leicht steigende Präferenzen für den Trockensektor (besonders Altauen) bei abnehmenden Beständen	
2	stark steigende Präferenzen für Trockenstandorte bei stabilen Beständen	
1	stark steigende Präferenzen für Trockenstandorte bei stark abnehmenden Beständen	

Tab. 2: Indikationsstufen (Bewertungskriterien und Bewertungsstufen siehe Tab. 1) von Vogelarten gemäß ihrer Reaktionen auf veränderte Grundwasserstände in Punktkartierung (auenmorphologisch klassifizierter Habitat- und Feuchtegradient für Waldbestände) und Gitterfeldkartierung (komplexe Landschaftsausschnitte, Feuchtegradient definiert durch mittlere Grundwasserabstände). J = Jahres-, B = Brut-, SH = Sommer-/Herbst-, W = Winteraspekt. – *Indicator categories (see tab. 1) of bird species in view of their reactivity on changing groundwater levels after infesting Danube water to the test area at habitat level (point counts; morphological gradient in woodland) and landscape level (average groundwater level in landscape grid units). J = year, B = breeding (mar – jun), SH = summer/autumn (jul – oct), W = winter (nov – feb).*

Art	Punktkartierung				Gitterfeldkartierung			
	J	B	SH	W	J	B	SH	W
Indikation auf Landschaftsebene mindestens 2 Stufen feuchter als auf Habitatebene								
Indikation auf Landschaftsebene mindestens 2 Stufen trockener als im Auwald								
Indikation für feuchten Auwald bereits vor Renaturierung (Werte < 5 bei Nichtberücksichtigung renaturierungsbedingter Bestandsveränderungen über 2 Stufen höher)								
Indikation für trockenen Auwald bereits vor Renaturierung (Werte > 4 über 2 Stufen niedriger)								
Feuchtezeiger sowohl auf Habitatebene (Auwald) als auch Landschaftsebene (Aue)								
Amsel	7	7	5	7	7	7	7	7
Grauschnäpper	8	8	8		7			
Heckenbraunelle	8	7	8		6	6		
Kernbeisser	7	7	8		6			
Kleiber	7	5	7	7	7	7	7	7
Mönchsgrasmücke	8	7	8		8	8	8	
Pirol	8	7	8		8	8		
Ringeltaube	7	4	7		8	8	8	
Schwarzspecht	7	7	2	8	8			
Singdrossel	5	5	6		6	6	8	
Sumpfmiese	6	5	6	7	7	5	8	7
Feuchtezeiger mit saisonal unterschiedlichen Reaktionen auf beiden Raumebenen								
Blaumeise	8	8	6	7	7	8	5	3
Buchfink	8	8	7	5	5	6	5	7
Gimpel	7	7	7	8	6	4	5	6
Rabenkrähe	7	7	7	7	5	7	7	1
Feuchtezeiger nur saisonal oder nur auf Landschaftsebene								
Grauspecht	4	4		7	4			
Grau-/Silberreiher					8		7	8
Feuchtezeiger nur im Auwald, auf Landschaftsebene Trockenhabitatpräferenzen								
Gartenbaumläufer	7	3	7	7	1	5	1	1
Erlenzeisig	3			7	2			1
Kohlmeise	7	7	8	5	4	5	4	6
Kuckuck	6	6			3	3		
Mäusebussard	6	6	6	6	3	5	6	2
Rotkehlchen	6	7	7	5	2	3	2	
Zaunkönig	8	8	8	5	3	2	3	5

Art	Punktkartierung				Gitterfeldkartierung			
	J	B	SH	W	J	B	SH	W
Indikation auf Landschaftsebene mindestens 2 Stufen feuchter als auf Habitatebene								
Indikation auf Landschaftsebene mindestens 2 Stufen trockener als im Auwald								
Indikation für feuchten Auwald bereits vor Renaturierung (Werte < 5 bei Nichtberücksichtigung renaturierungsbedingter Bestandsveränderungen über 2 Stufen höher)								
Indikation für trockenen Auwald bereits vor Renaturierung (Werte > 4 über 2 Stufen niedriger)								
Feuchtezeiger mit raumebenspezifisch saisonal wechselnden Indikationen								
Halsbandschnäpper	7	7	4		5	4		
Mittelspecht	5	8	4	7	7	8	8	1
Schwanzmeise	7	7	4	5	4	8	7	4
Stieglitz	5			3	6			4
Weidenmeise	5		2	4	4			
Trockenzeiger sowohl auf Habitatebene (Wald) als auch Landschaftsebene (Aue)								
Eichelhäher	4	4	4	4	1	3	1	2
Grünfink	3	4	1	1	3	2		3
Grünspecht	4	3	4	5	2			
Star	4	5	1		4	5		
Wacholderdrossel	5		4	4	2		3	3
Nadelwaldvögel	3		2	2	2		3	2
Trockenzeiger nur im Auwald, auf Landschaftsebene Feuchthabitatpräferenzen								
Buntspecht	2	7	2	4	7	8	4	6
Fitis	2	4	2		5	2		
Gartengrasmücke	4	5	4		6	6	7	
Goldammer	3	2	3	1	4	7	6	3
Zilpzalp	4	4	2		5	1	5	

Auf Landschaftsebene erfolgte die Bewertung der Indikationsleistungen durch Orientierung an der Abhängigkeit vom Grundwasserabstand vor und nach der Dynamisierung, wobei auch durch die Renaturierung beeinflusste Bestandsveränderungen von 2007/2008 bis 2012/2013 berücksichtigt wurden. Zusätzlich bewertet wurden starke Reaktionen in den 30 % am stärksten wieder vernässten Auteilen sowie die Streuung der Vogelraten in den Regressionsfunktionen (R^2 -Werte; vgl. Tab. 1).

Auf Habitatebene waren die Indikationen mit bzw. ohne Berücksichtigung von Bestandsentwicklungen gut vergleichbar (Ausnahmen: Feuchte-/Trockenzeiger mit kleinen/großen Werten in Tab. 2). In der Regel kam es nur bei schwachen Feuchte- oder Trockenzeigern (Werte 5 und 4) oder im Gebiet seltenen Vogelarten wie

Erlenzeisig *Carduelis spinus*, Gartenbaumläufer *Certhia brachydactyla*, Kuckuck *Cuculus canorus*, Schwarzspecht *Dryocopus martius* oder Weidenmeise *Parus montanus* zu unterschiedlichen Einstufungen, und auch dies häufig nur saisonal. Nur die vor Renaturierung eher dem trockenen Auwald zugeordnete Singdrossel *Turdus philomelos* scheint, wenn man die durch die Redynamisierung bewirkten Umverteilungen der lokalen Population im auenmorphologischen Feuchtegradienten mit berücksichtigt, zumindest im Sommer-/Herbst eher ein Feuchtezeiger zu sein. Differenzen zwischen den beiden Verfahren gab es vor allem bei den Arten, die erst gegen Ende des Untersuchungszeitraums auf die bessere Wasserversorgung von Altauen mit Bestandsveränderungen reagiert haben. Zum Vergleich der Reaktionen auf Habitat- und Landschaftsebene siehe 3.5.

3.2. Grundwasserabstand und auenmorphologischer Feuchtegradient (Habitatenebene)

Für Indikationen im Auenmonitoring (Bestandsveränderungen nach Verbesserungen in der Auenhydrologie) sind vor allem Arten und Gilden geeignet, die auf Grundwasserabstände positiv oder negativ reagieren, ohne grundwassernahe oder grundwasserferne Lebensraumtypen eindeutig zu bevorzugen. Bei solchen Arten ist die höchste Reaktivität auf Systemveränderungen durch schwankende oder steigende Grundwasserabstände zu erwarten. Besonders deutlich wird dies, wenn Arten, die vor Renaturierung eher in trockenen Lebensräumen auftraten, nach Renaturierung in feuchter gewordenen Lebensräumen häufiger wurden.

Anhand von linearen Modellen wurde daher getestet, ob im Untersuchungszeitraum Präferenzen für hohe oder geringe Grundwasserabstände vorliegen. Diese Werte wurden dann mit den Einstufungen nach Tab. 2 verglichen. In die Modelle gingen neben dem Grundwasserabstand vier Variablen zur Donauwassernutzung (mittlerer Tages-, Vordekaden-, Monats-Vormonatsabfluss) und 33 weitere Umweltparameter ein, die in den Vorstudien als für die Vogelverteilungen besonders relevant identifiziert wurden (Utschick et al. 2012). Dazu gehören 13 Klimavariablen (Monatsdaten zu Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Sonnen-, Regen- und Frosttagen, Luftfeuchte, Windstärke, Vormonatsdaten zu Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Windstärke und Frosttagen), fünf Parameter zum Längs-/Querprofil der Donauauen und zum Erschließungsgrad (Entfernung zu Donau/Auenrand/Besucherzentren, Wegedichten auf verschiedenen Raumebenen), 14 Parameter zu Habitat-/Waldstruktur und Nutzungsintensität (Probefläche mit Anteilen von Wald, Altbestand, hiebsreifen Waldbeständen, Weichlaubholz, Nadelholz sowie Baumartendiversität und Deckungsgrad der Strauchschicht; landschaftlicher Umgriff mit Anteilen von Wald, Altbestand, hiebsreifen Waldbeständen, Alteichen, weichholzreichen Gebüschesukzessionen, nutzungsfreien Auenbiotopen und auenfremden Lebensräumen) und ein phänologischer Parameter (Position der Zähltag im Untersuchungszeitraum).

Die durchschnittlichen Erklärungswerte der Modelle waren besonders im Brutaspekt (mittleres $R^2 = 0,333$) deutlich höher als im Sommer-/Herbst- ($R^2 = 0,247$) und Jahresaspekt ($R^2 = 0,231$). Stark in den Modellen überrepräsentiert und damit maßgeblich für die Erklärungswerte verantwortlich waren in allen Jahreszeiten vor allem die Variablen zur Habitat- und Waldstruktur auf Landschaftsebene. Im Brut- und Winteraspekt (auch auf Probekreisebene) spielte zusätzlich die Art und Intensität der Landnutzung sowie das Längs- und Querprofil der Donauauen eine wichtige Rolle (vgl. analoge Ergebnisse auf Gitterfeldbasis in Abb. 3). Vergleichsweise selten tauchten dagegen die hydrologischen Parameter in den Modellen auf.

Außerhalb der Brutzeit scheinen diese Parameter nur wenig Einfluss zu nehmen, wobei während der Vegetationsperiode der Donauabfluss und das Regionalklima der Vorperiode tendenziell häufiger zum Erklärungswert beitrugen als die aktuellen Abfluss- und Wetterverhältnisse. Auch der Erschließungsgrad war besonders im Sommer/Herbst von untergeordneter Bedeutung. Nur in dieser Jahreszeit beeinträchtigte auch der phänologische Zeitpunkt der Vogelaufnahmen stärker die Erklärungswerte. Die berücksichtigten Parameter erklärten ganzjährig die Vogelverteilungen besonders gut bei Mönchsgrasmücke (im Brutaspekt $R^2 = 0,743$) und anderen strauchbrütenden, im Sommer-/Herbst von Wirbellosennahrung auf überwiegende Frugivorie umstellenden Kurzstreckenziehern (im Jahresaspekt $R^2 = 0,697$). Im Brut- und Winteraspekt gilt dies für Standvögel ($R^2 = 0,626$; $R^2 = 0,482$), zur Brutzeit auch für bodenbrütende Weistreckenzieher wie den Fitis *Phylloscopus trochilus* ($R^2 = 0,574$). Bei den Vogelzönosen terrestrischer Habitate waren die Erklärungswerte ($R^2 = 0,456$) besonders bei ubiquitären Arten ($R^2 = 0,446$) im Winter hoch, bei Feuchte-/Trockenzeigergruppen in der Brutzeit ($R^2 = 0,587$).

Tab. 3 gibt einen Überblick über die Arten und Gilden, bei denen laut der 5-Jahresmodelle der Grundwasserabstand die Vogelbestände auf Habitatenebene beeinflusst hat. So zeigt die Blaumeise *Parus caeruleus* im Jahresaspekt eine signifikante Affinität zu hoch anstehendem Grundwasser an, dies aber nicht in den verschiedenen Jahreszeiten, obwohl die Art aufgrund ihrer Einordnung (vor der Renaturierung) und Reaktion (nach der Renaturierung) im Feuchtegradienten als guter Feuchtezeiger gelten kann (vgl. hohe Indikationswerte in Tab. 2). Hier liegt somit eine von den absoluten Wasserständen unabhängige Feuchteindikation vor, die auentypische Entwicklungen in unterschiedlichen Habitattypen nachzeichnet und damit auf auenmorphologischer Basis den Erfolg der Redynamisierung bestätigt. Alle auf Wasser- und Uferlebensräume spezialisierte Arten bzw. unspezialisierte Lebensraum- und Nahrungsgeneralisten wie die Rabenkrähe *Corvus c. corone*, aber auch typische Baumkronenvögel, sind dagegen nur gute Indikatoren, wenn ihre Bestände nach der Redynamisierung in den von ihnen präferierten feuchten Lebensräumen überproportional zugenommen haben. Für Mäusebussard *Buteo buteo*, Grau- *Muscicapa striata* und Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca* gilt dies nur außerhalb der Brutzeit. Während der Brutperiode orientieren sich diese drei Arten vor allem an Lebensraumstrukturen, wie sie starkkronige, aufgelichtete Uferbestände am Ottheinrichbach mit ihrem hohen Angebot an Wasserinsekten und Kleinsäugern bereit stellen. Im Jahres- und Brutaspekt gute Feuchtezeiger waren auch Amsel *Turdus merula* und Schwanzmeise *Aegithalos caudatus*, starke Feuchteindikatoren Halsbandschnäpper *Ficedula albicollis*, Mittelspecht *Dendrocopos medius* und Gimpel *Pyrrhula pyrrhula*. Diese Arten nutzten nach

Tab. 3: Beeinflussung von Vogeldichten durch den Grundwasserabstand (GWA) in 5-Jahres-Modellen (Punktkartierung) im Jahres-, Brut-, Sommer-/Herbst-(SH) und Winteraspekt im Vergleich zur Reaktivität im auenmorphologischen Auwald-Feuchtegradienten (vgl. Wertkategorien in Tab. 2). Signifikanz p für den GWA-Einfluss: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, !<0,1, (!) Modellrelevanz von GWA trotz p>0,1. – Bird species and guilds, for which densities are influenced by groundwater levels (GWA) within 5-year-models (point count data; aspects year, breeding, SH = summer/autumn, winter), compared to indicator systems from tab. 2 (morphological habitat gradient). Cell colors characterize affinity to wet habitats and high water levels (blue), to dry and low levels (red), and to changing affinity between seasons (green). Increasing cell color intensity indicates increasing monitoring quality for hydrological changes within the riverine habitat system (see tab. 2) with decreasing influence of absolute water levels. Red symbols: Significance p for the influence of GWA: affinity to morphological wet habitats at low absolute water levels characterized by red symbols. p: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, !<0,1, (!) p>0,1, but GWA selected by the model.

Art/Gilde	Jahr	Brut	SH	Winter
starke Auwald-Feuchtezeiger ohne bzw. mit negativer Reaktion auf hoch anstehendes Grundwasser				
Mönchsgrasmücke <i>Sylvia atricapilla</i>				
Heckenbraunelle <i>Prunella modularis</i>				
Pirol <i>Oriolus oriolus</i>				
Kuckuck <i>Cuculus canorus</i>				
Halsbandschnäpper <i>Ficedula albicollis</i>	*	***		
Kleiber <i>Sitta europaea</i>				
Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>				
Mittelspecht <i>Dendrocopos medius</i>		!		
Gimpel <i>Pyrrhula pyrrhula</i>		*		
reaktive Indikatorarten gemäß Tab. 2	***	***		
Zaunkönig <i>Troglodytes troglodytes</i>		!	**	**
Rotkehlchen <i>Erithacus rubecula</i>		!	*	
vom Grundwasserstand unabhängige Auwald-Feuchtezeiger				
Vogelsumme ohne Wasservögel	**			!
Blaumeise <i>Parus caeruleus</i>	***			
Amsel <i>Turdus merula</i>				!
Schwanzmeise <i>Aegithalos caudatus</i>			**	
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	*	**		
Grau- und Trauerschnäpper <i>Muscicapa striata</i> , <i>Ficedula hypoleucos</i>	**	*		
Rabenkrähe <i>Corvus c. corone</i>	***	**		!
Buchfink <i>Fringilla coelebs</i>				*
Kohlmeise <i>Parus major</i>				!
Grauspecht <i>Picus canus</i>				
Gilden und Arten mit Präferenz für Auwaldtypen mit hoch anstehendem Grundwasser				
Gilden Standvögel, Höhlenbrüter	***			
Gilde Arthropoden-/Samenfresser	**			
Fischjäger	***	***	***	
Wasservögel	***		**	
Gilden Uferbesiedler, Röhrichtbrüter	***		*	
Strichvögel	**		***	

Art/Gilde	Jahr	Brut	SH	Winter
Gilde Lebensraumgeneralisten	**	**	(!)	*
Gilde Nahrungsgeneralisten	***	**	**	
Gilde Baumkronenvögel	*		*	*
Gilde Baumkronenbrüter	**		(!)	!
Gilde Baumhorster	***	**		(!)
Gilde Wirbeltierfresser	*	***		
Winterfinken (Erlenzeisig <i>Carduelis spinus</i> , Kernbeisser <i>Coccothraustes coccothraustes</i> , Stieglitz, <i>Carduelis carduelis</i>)	**			***
Gilde Arthropoden-/Fruchtfresser				!
Gilde Nahrungssuche am Boden				**
Gilde Kurzstreckenzieher			(!)	
Singdrossel <i>Turdus philomelos</i>			*	
Eichelhäher <i>Garrulus garrulus</i>			!	!
vom Grundwasserstand unabhängige Auwald-Trockenzeiger				
Grünspecht <i>Picus viridis</i>	(!)		*	
Goldammer <i>Emberiza citrinella</i>	*			
Fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	***	***		
Zilpzalp <i>Phylloscopus collybita</i>	(!)	**		
Star <i>Sturnus vulgaris</i>	*			
Wacholderdrossel <i>Turdus pilaris</i>				
Grünfink <i>Carduelis chloris</i>	***	(!)	*	
Gilden mit Präferenz für Auwaldtypen mit hohem Grundwasserabstand				
Gilde Weitstreckenzieher	**	***		
Gilde Bodenbrüter	***	***		
Gilde Strauchbrüter	(!)			
Gartengrasmücke	**	*	!	
Gilde Arten des Gehölzraums		*		
Gilde Nahrungssuche mit Kurzstopps		!		
Gilde reine Arthropoden- oder Pflanzenfresser		*		
Arten und Gilden mit saisonal wechselnden Feucht-/Trockenauwald-Indikationen				
Schwarzspecht <i>Dryocopus martius</i>				
Sumpfmehse <i>Parus palustris</i>		*		
Gartenbaumläufer <i>Certhia brachydactyla</i>				**
Buntspecht <i>Dendrocopos major</i>				
Gilde Kletterer (Stamm/Starkäste)	**		*	(!)
Nahrungssuche in bodennaher Vegetation		*		!
Nadelwaldarten (Meisen, Goldhähnchen)		***		

der Redynamisierung anstelle der ursprünglich präferierten Trockenauen vor allem die Auentile, in denen der Grundwasserstand stark gestiegen war. Bestätigt wird die gute Eignung als Feuchteindikator auch für alle Arten ohne Beziehung zum Grundwasserabstand, die in Tab. 2 hohe Werte erreichen (Mönchsgrasmücke *Sylvia atricapilla*, Heckenbraunelle, Pirol *Oriolus oriolus*, Kuckuck, Kleiber *Sitta europaea*, Ringeltaube *Columba palumbus*; nur im Brutaspekt Zaunkönig *Troglodytes troglodytes* bzw. im Sommer/Herbst Rotkehlchen *Erithacus rubecula*, in der Vegetationsperiode auch Buchfink *Fringilla coelebs* und Kohlmeise *Parus major*, außerhalb der Brutzeit Sumpfmehle). Stammkletterer wie Spechte oder Gartenbaumläufer wechseln dagegen im Jahresverlauf ihre Vorzugshabitate und können dadurch sowohl Feuchte- als auch Trockenzeiger sein.

Bei den „Trockenzeigern“ wird vor allem bei der Gartengrasmücke *Sylvia borin* deutlich, dass diese Indikation eine überwiegend an Vegetationsstrukturen (lückige, gebüschreiche Brennene) gebundene „Scheinindikation“ ist, die nur für degenerierte Donauauen zu trifft (in intakten Auen typisch für feuchte Auenhabitate wie Weidenauen). Ähnliches gilt im Jahres- und Brutzeitaspekt für andere boden- und strauchbrütende Weistreckenzieher wie Fitis und auch Zilpzalp *Phylloscopus collybita*. Saisonal können sie aber wie Grünfink *Carduelis chloris* (Winter), Grünspecht *Picus viridis* (Brutzeit) oder Star *Sturnus vulgaris* durchaus durch sinkende Vorkommen Wiedervernässungen anzeigen, während die Goldammer *Emberiza citrina* ganzjährig als Trockenzeiger geeignet ist. Die wenigen Nadelwaldvögel wie Tannen- *Parus ater*, Haubenmeise *Parus cristatus* und Wintergoldhähnchen *Regulus regulus* bevorzugten in der Brutzeit kleine Fichtenbestände am Ottheinrichbach und außerhalb der Brutzeit trockene Kiefernflächen.

Aus Tab. 2 ergibt sich auch, dass sehr viele Arten wenigstens saisonal Zeigerfunktionen aufweisen, was sich auf die Indikationseignung der gesamten Avizönose (Vogelsummen) positiv auswirkt (Tab. 3). Im Jahres- und Winteraspekt sind die Dichten der terrestrischen Arten zwar in den feuchteren Lebensräumen höher als in den trockenen, aber in der Vegetationsperiode ist die Vogelsumme durchaus ein guter Indikator (steigende Vogelzahlen in besser wasserversorgten Auentilen). Ähnliches gilt für die über den auenmorphologischen Feuchtegradienten selektierten Indikatorartengruppen vor allem im Brutaspekt. Die nach Dynamisierung steigenden Feuchtezeigerzahlen basierten vor allem auf Arten, die vor der Grundwasseranhebung eher trockene Lebensräume besiedelten.

Auenmorphologische Klassifizierungen von Indikationsleistungen liefern somit plausiblere Ergebnisse als Indikationssysteme, die sich ausschließlich an absoluten Grundwasserabständen orientieren, obwohl vor allem deren Dynamisierung zu auentypischeren Verhältnissen geführt hat. Statt relativ aufwändiger Wasserstandsmes-

sungen bieten sich daher für das Monitoring von Auenrenaturierungen eher Überprüfungen von Organismengruppen in auenmorphologisch klassifizierten Lebensraumgradienten an.

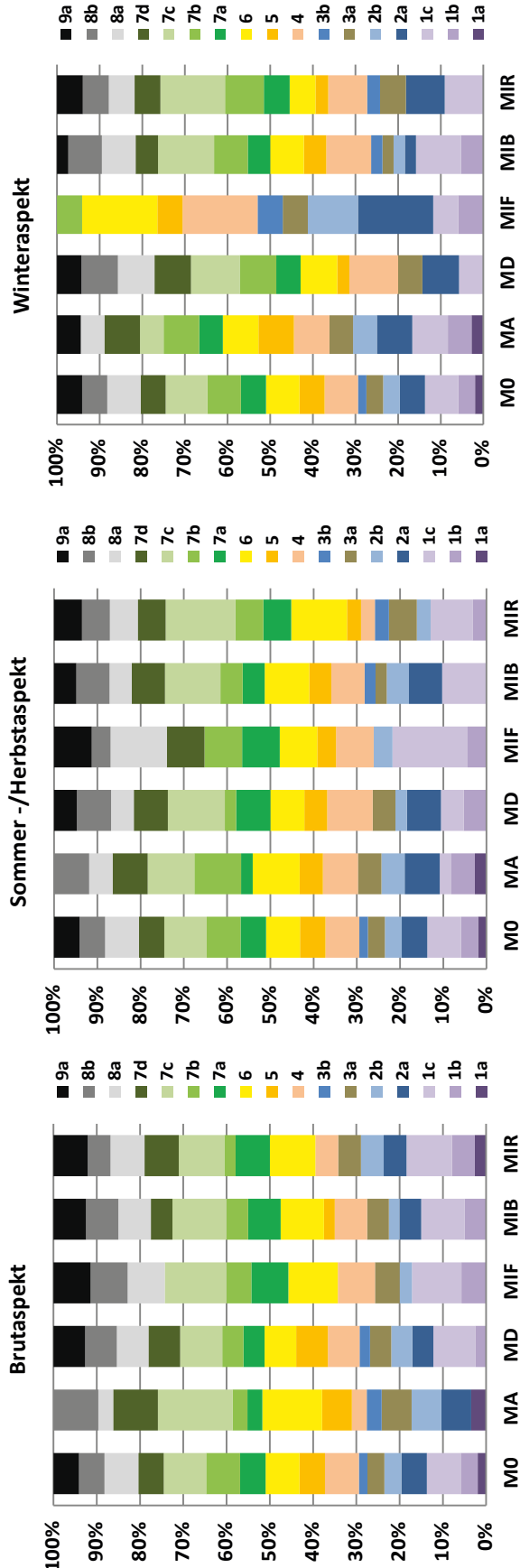
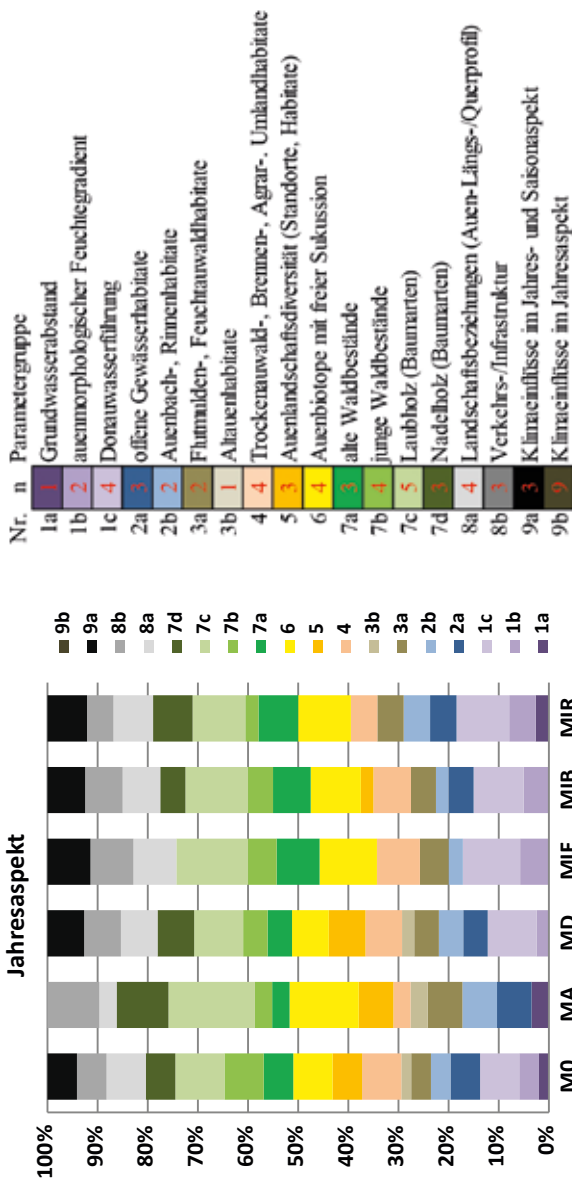
3.3 Einfluss von auenhydrologischen Veränderungen auf Vogelzönosen auf Landschaftsebene

In linearen Modellen von Vogelvorkommen in Abhängigkeit von Umweltparametern sind auf Landschaftsebene erheblich mehr Parameter modellrelevant als auf Probekreisebene. Von 60 (Jahresaspekt) bzw. 51 (Saisonaspekten) in neun Variablenkategorien berücksichtigten Parametern lieferten im Mittel 42 (38-46; Jahresaspekt) bzw. 39 (25-44; Saisonaspekten) Erklärungsbeiträge für die Vogelvorkommen (Tab. 4). Abb. 3 visualisiert den Einfluss der unterschiedlichen Umweltparametergruppen. Diese berücksichtigen die hydrologischen Grundlagen (Grundwassersituation, Donauwasserführung), Lebensraumverteilungen (Donau und Altwässer, Auenbäche und Rinnen, Flutmulden-, Alt-, Trockenauen- und Umlandhabitate, kleinflächige Standorts- und Habitatdiversität in der Auenlandschaft, Nutzungsintensität, Waldstrukturen (Entwicklungsphasen, Baumartenzusammensetzung), Landschaftsbeziehungen (Auen-Längs- und Querprofile), verkehrstechnische Infrastruktur (Beunruhigung) und Klimaein-

Tab. 4: Erklärungswerte (multiples R^2 , $p < 0,05$) von Modellen auf Landschaftsebene für Gitterfeld-Vogelvorkommen. Geprüft wurde die Auensystem-Abhängigkeit von Vogelsummen einschließlich der Wasservögel (MA), von terrestrischen Vogeldichten (MD), von Dichten terrestrischer Feuchte-/Trocken-Zeigergruppen im auenmorphologischen Feuchtegradienten ohne (MIF) und mit (MIB) Berücksichtigung der Bestandsentwicklungen nach Renaturierung sowie vom Produkt aus Vogelsumme und Reaktivitätsindex nach Tab. 2 über alle terrestrischen Vogelarten (MIR). – Multiple R^2 for models of bird indicator groups (grid counts;) with riverine system variables (landscape level) for year, breeding, summer/autumn and winter aspect. MA = all birds (including water birds), MD = terrestrial bird densities only, MIF = terrestrial bird densities from indicator species derived from reaction patterns within the morphological habitat gradient without taking into account population developments following renaturation, MIB = including those population developments, MIR = product of bird numbers and index of reactivity (see Tab. 2) over all terrestrial bird species.

	MA	MD	MIF	MIB	MIR
Jahr	0,395	0,396	0,302	0,247	0,309
Brutzeit	0,364	0,544	0,394	0,387	0,425
Sommer/Herbst	0,519	0,496	0,240	0,353	0,450
Winter	0,431	0,377	0,155	0,335	0,310
Jahr 2007/2008	0,448	0,376	0,303	0,248	0,264
Jahr 2012/2013	0,444	0,510	0,375	0,376	0,479

Abb. 3: Anteil der Parameter in neun Variablen-
lengruppen (n = Anzahl Prüfparameter pro
Gruppe), die auf Landschaftsebene in
2-Jahres-Modellen (MA bis MIR siehe Tab.
4) signifikant die Gitterfeld-Vogelzönsen
beeinflussen. M0 = Verteilung der Prüf-
parameter. – Proportion of variables from 9
variable groups (n = variables), which
influence bird numbers (grid counts)
significantly in two-year-models (MA to MIR
see tab. 4) at landscape level (year, breeding,
summer/autumn, winter). M0 = all variables.



flüsse (Temperatur, Niederschlag, phänologische Entwicklung; im Jahresaspekt zusätzlich Klimaverläufe in Vorperioden). Die für das direkte Auenmonitoring der Renaturierungsmaßnahmen relevanten Bezugsgrößen wie „Grundwasserabstand“, „auenmorphologisch klassifizierter Feuchtegradient“ oder „Donauwasserführung“ werden seltener in die Modelle einbezogen als von den Umweltparameterverteilungen her zu erwarten (Abb. 3). Am höchsten ist deren relative Bedeutung zumindest im Brut- und Sommer-/Herbstaspekt im Modell MIF (Tab. 4), eine Konsequenz der strengen Selektion von im Standorts-Feuchtegradienten reaktiven Feuchte- und Trockenzeigern. Die Erklärungswerte der MIF-Modelle liegen allerdings außer vor der Redynamisierung erheblich unter den Werten der MA-, MD- und MIR-Modelle (Tab. 4), was die Indikationsschärfe in den MIF-Modellen relativiert. Die höchsten Erklärungswerte ergaben die Modelle zu den stark von Auwaldvögeln geprägten Landvogeldichten MD (v. a. im Brutaspekt), zu den stark von Wasservogelvorkommen geprägten Vogelsummen MA (v. a. im Sommer-/Herbst- und Winteraspekt) sowie die Modelle, die sich auf die Feucht-/Trockenreaktivität der ganzen Vogelgemeinschaft (MIR) beziehen.

Auf Landschaftsebenen scheinen hydrologische Parameter in direkter Form nur geringen Einfluss auf Vogelverteilungen zu nehmen. Nach Abb. 3 wirkt sich geringer Grundwasserabstand nur beim absoluten Vogelreichtum aus, und dies in allen Zeitaspekten positiv (mehr Vögel in grundwassernahen Lebensräumen), bei der Indikatorgruppe MIF im Jahresaspekt negativ (mehr Indikatorvögel in eher trockenen, reifen Altauen als in starkholzärmerem, nassem Flutmuldenwald). Nur im Brutaspekt sind die Indikatorwerte (MIR) signifikant mit hoch anstehendem Grundwasser korreliert. Die auenmorphologischen Parameter (Gruppe 1b) erscheinen von allen hydrologischen Parametergruppen in den Modellen am häufigsten, bei jahreszeitlich wechselnder Bedeutung für Vogeldichten oder Zeigergruppen (Abb. 3). Auch die Donauwasserführung scheint sich nur in der Vegetationsperiode auf die Vogelverteilungen auszuwirken, obwohl im Jahresaspekt die Vogelsummen (hoher Wasservogelanteil) positiv mit hohen Monatsabflüssen korreliert sind, terrestrische Dichten und hohe Indikatorensummen dagegen mit geringen Monatsabflüssen. Im Brutaspekt wirken dabei hohe Abflüsse in Vormonaten oder vorhergehenden Dekaden negativ, hohe Tages- oder Monatsabflüsse positiv. Im Sommer/Herbst wirken sich Hochwassertage dagegen kurzfristig negativ aus. Mittelfristig sorgen sie aber für hohe Vogelzahlen, da durch nachhaltig hohe Donauwasserstände aufgefüllte Grundwasserspeicher dem hochsommerlichen Trockenstress entgegenwirken. Im Winter ist dies umgekehrt. Hier kommt es hochwasserbedingt zur Verlagerung von Wasservögeln aus der Donau in die strömungsberuhigten Auen bzw. bei starken, lang anhal-

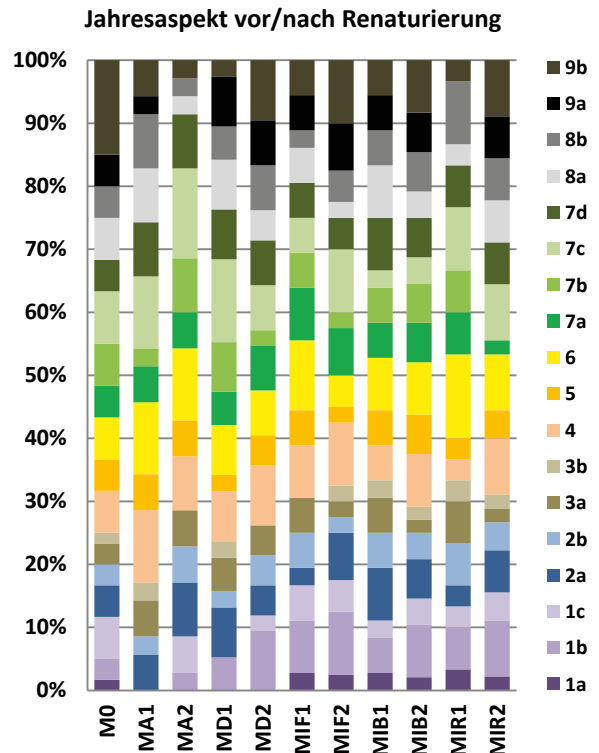


Abb. 4: Signifikanter Einfluss (Modelle auf Landschaftsebene) von neun Umweltparametergruppen auf Vogelverteilungen in Modellen (Jahresaspekt) vor (1) und nach (2) Renaturierung. Vogel- und Parametergruppen siehe Abb. 3. – *Proportion of variables from 9 variable groups (Set = all variables included), which significantly influence bird numbers (grid counts) in one-year-models at landscape level before (1) and after (2) renaturation (total year). Bird groups and variable groups see fig. 3.*

tenden Winterhochwässern zu Abwanderungen aus dem Untersuchungsraum (vgl. Utschick 1995).

Abb. 3 zeigt auch, dass die indirekten Folgen von Grundwasseranhebungen, wie sie durch Einleitung von Donauwasser über Auenbäche bzw. ökologische Flutungen ausgelöst werden, bei Berücksichtigung auenmorphologischer Bezüge für das Monitoring des Renaturierungserfolgs wesentlich besser nutzbar sein dürften als die absoluten Grundwasserstände selbst. Auenmorphologische Parameter tragen vor allem im Brut- und Winteraspekt besonders bei Waldvogeldichten und Zeigergruppen deutlich mehr zu den Erklärungswerten der Modelle bei als Grundwasserstand oder Donauwasserführung. Diese indirekten Folgen werden vor allem von den Parametergruppen abgebildet, die erheblich häufiger die Erklärungswerte der Modelle bestimmen als vom Parameterset her zu erwarten. Im Jahresaspekt sind dies besonders Waldstrukturparameter, aber auch Landschafts- und Habitatparameter wie der Anteil an Gewässerlebensräumen, Feucht-, Alt-, Trockenauen oder nutzungsfreien Auensukzessionen.

Vergleicht man allerdings die Parameterzusammensetzung in Einzeljahr-Modellen vor und nach Renaturierung (Abb. 4) mit Modellen über den ganzen Untersuchungszeitraum (Abb. 3), dann scheinen sich Grundwasserabstand und auenmorphologischer Feuchtegradient bei den Indikatorgruppen durchaus auszuwirken (überproportionale Berücksichtigung in den Jahresmodellen in Abb. 4 im Vergleich zu Abb. 3). Dies bedeutet, dass sich Veränderungen des Grundwasserspiegels bei unterschiedlich hohen mittleren Grundwasserständen gegensätzlich auf die Ressourcenfunktionen von Auen für Vögel auswirken können. Dies ist plausibel. So kann die Produktivität von Auengehölzen bei ansteigenden Wasserständen in Bereichen mit bereits hohem Wasserstand sinken und in solchen mit niedrigem Wasserstand steigen, und dies in Abhängigkeit von Gehölzart und Wurzeltiefe (Utschick 2014).

3.4 Repräsentativität des Probeflächensets für die Auenlandschaft des Untersuchungsgebiets

Basierend auf einer am auenmorphologischen Feuchtegradienten orientierten Probeflächenwahl wurden Vogelarten-Indikatorfunktionen für Ökosystemreaktionen abgeleitet, die durch von der Auendynamisierung ausgelöste Veränderungen im Grundwasserabstand hervorgerufen wurden (Utschick et al. 2012). Bei der Prüfung, inwieweit diese Ergebnisse auf die ganze Auenlandschaft übertragbar sind, ist zu berücksichtigen, wie repräsentativ die Probeflächen den untersuchten Donauauenabschnitt abgebildet haben. Nur bei Repräsentativität sind die Ergebnisse generell übertragbar. Ansonsten beschränkt sich die Übertragbarkeit auf dem Probeflächenset entsprechende Ökosystemausprägungen bzw. auf Vogelarten und -gilden, die eng an diese Ausprägungen gebunden sind.

Ein Vergleich der Lebensraumparameterverteilung im Probeflächenset (20 Probekreise) und im Untersuchungsgebiet (50 Gitterfelder) zeigt, dass die Probeflächen deutlich trockener waren als das Untersuchungsgebiet. Im Durchschnitt lag in den Untersuchungsjahren 2007/2008 und 2012/2013 der Grundwasserspiegel in den Probeflächen um 20 cm tiefer (in der Brutzeit 18 cm, im Sommer/Herbst 22 cm) als im restlichen Untersuchungsgebiet. Bei der Probeflächenwahl bevorzugt wurden neben trockenen Altauen vor allem Bereiche mit eher kleinflächigen Biotopen wie Auenrinnen und Brennen, während vor allem stehende Auengewässer, feuchte Mulden- und Beckenlagen ohne direkten Kontakt zum Ottheinrichbach sowie Bereiche mit hoher auenmorphologischer Diversität (kleinräumiges Reliefmosaik) stark unterrepräsentiert waren. Die Probeflächen lagen im Durchschnitt auch donauferner und bei höherem Erschließungsgrad (Wegedichte) parkplatznäher als im Landschaftsdurchschnitt, was sowohl geringere Dichten von sich am Donaulauf orientierenden Vogelbewegungen als auch ein höheres Beunruhigungspotenzial durch die Naherholung vermuten lässt.

Vom Vegetationstyp her wurden die Probeflächen vor allem an reifem, geschlossenem, eher trockenem Auwald (einschließlich ausgekielter Brennenstandorte) mit überdurchschnittlich viel Eiche, Esche, Bergahorn und Birke orientiert. Unterrepräsentiert waren vor allem die im Gebiet weit verbreiteten Jungwaldbestände, aber auch Laubholzdickungen, das spärliche Weichlaubholz (Weiden, Pappeln), Nadelbäume sowie feuchte, baumarme Auenbiotope wie Röhrichte, Hochgrasfluren, Gewässersäume, Ufergebüsche und trockenes, landwirtschaftlich genutztes Offenland.

Eine Übertragbarkeit der Indikationssysteme ist somit vor allem dann zu spezifizieren, wenn Indikatorarten stark an bestimmte Waldtypen (Trockenaue bzw. Feuchtaue mit ihren unterschiedlichen Waldgesellschaften), Waldentwicklungsphasen (Hochwald, Jungwald, Gebüsche), Waldstrukturen (geschlossener bzw. halb-offener Wald) oder Lebensraumtypen (Auwald, Übergangsbereich, Gewässer) gebunden sind bzw. wenn sich dynamisierungsbedingte Veränderungen des Grundwasserabstands in Bereichen mit niedrigem Grundwasserabstand anders auf das Ökosystem auswirken als in solchen mit hohem Grundwasserabstand. So kam es z. B. in vom Ottheinrichbach durchschnittenen Mulden aufgrund der nach Dynamisierung höheren Grundwasserstände lokal zu Ausfällen bei nicht ausreichend flutungstoleranten Baumarten (starke Totholzanreicherung).

3.5 Übertragbarkeit der Feuchteindikation von Vogelarten von Habitat- auf Landschaftsebene

Wie aufgrund unterschiedlicher Indikationen auf Habitat- und Landschaftsebene (Tab. 2) und der Konzentration auf eichenreiche Auwaldstandorte im Probeflächenset (3.4) zu erwarten, decken die auf Habitatebene ermittelten Indikationssysteme weder die Vogelgemeinschaft vollständig ab, noch sind die Ergebnisse vollständig oder undifferenziert auf Landschaftsebene übertragbar. Wegen des Ausschlusses von größeren Gewässerbiosphären aus dem Probeflächenset ist z. B. die Indikatoreignung von Wasservögeln ausschließlich auf Landschaftsebene überprüfbar. Bei dieser Vogelgruppe spiegeln in allen Jahreszeiten starke Bestandszunahmen eine positive Indikation für hohe Grundwasserpegel wider, vor allem in den Bereichen, in denen nach Dynamisierung das Grundwasser im Jahresmittel um über 50 cm gestiegen ist. Besonders stark reagiert haben pflanzenfressende Wasservögel wie Graugans *Anser anser*, Blässhuhn *Fulica atra* und Kolbenente *Nettion rufina* (Abb. 5; Pflanzenfresser), aber auch röhrichtbrütende Tauch- und Gründelenten wie Reiher- *Aythya fuligula* und Stockente *Anas platyrhynchos* oder Fischfresser wie Kormoran *Phalacrocorax carbo*, Haubentaucher *Podiceps cristatus*, Grau- *Ardea cinerea* und Silberreiher *Egretta alba*. Dies gilt nicht nur für die überwiegend von externen Einflüssen (Klimaverläufe, Zugsehen) gesteuerten Wintervogelbestände, sondern

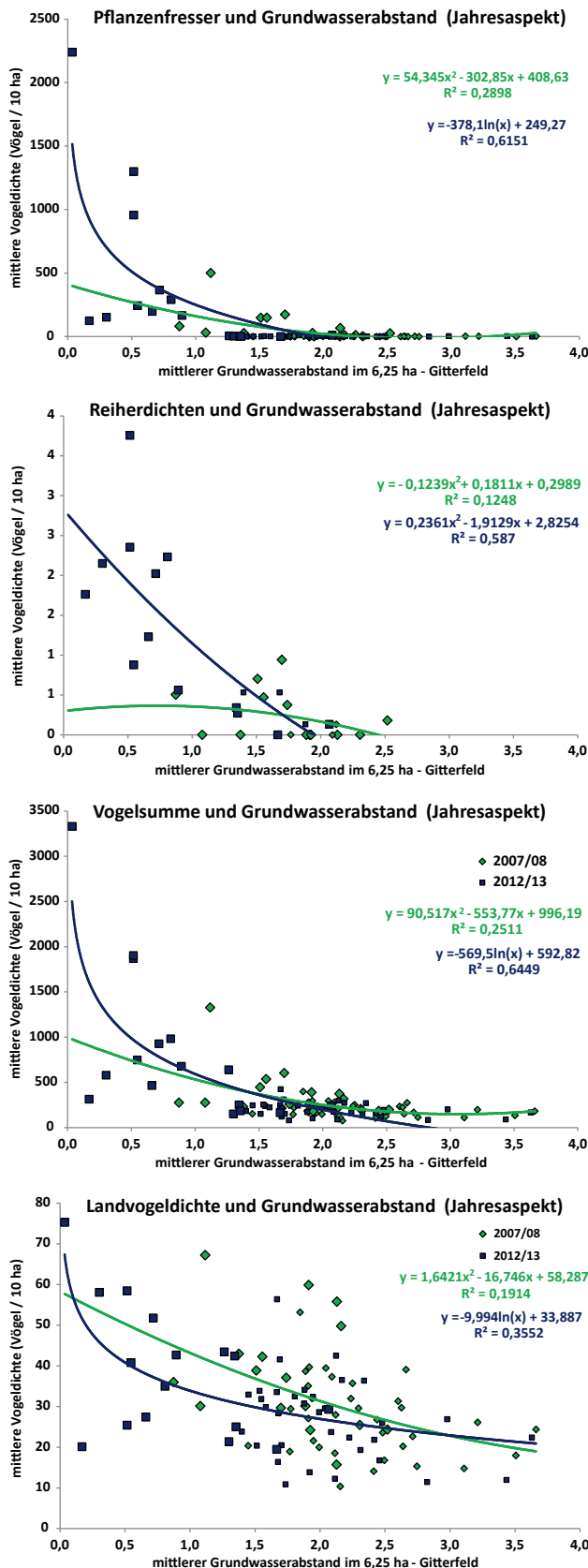


Abb. 5: Abhängigkeit von Vogelbeständen vom Grundwasserabstand vor (Rauten, grün) und nach Dynamisierung (Quadrate, blau) Renaturierung der Donauauen. Große Symbole kennzeichnen Bereiche mit einem Grundwasseranstieg von im Jahresmittel über 50 cm. – Regression of herbivorous bird numbers (top), herons, total bird numbers and terrestrial bird density (bottom) on ground water level before (green rhomb's) and after (blue squares) renaturation of the Danube landscape (total year). Big symbols characterize grid units with an average water level increase of more than 50 cm after renaturation.

auch für Brut- und besonders Mauserbestände, die zwingend auf ein lokal nachhaltiges Nahrungsangebot angewiesen sind (Gehrold 2014). Vor allem Nichtbrüter und nach Ende des Brutgeschäfts verstreichende Brutvögel haben nach Renaturierung das Untersuchungsgebiet vermehrt in ihre Streif- und Rastgebiete einbezogen, was auf ein höheres Nahrungsangebot (Gewässereutrophierung durch Donauwassereintrag) besonders im Sommer-/Herbstaspekt hinweist (Utschick 2014). Vor der Dynamisierung war bei diesen Vogelgruppen, wegen der größeren Bedeutung der Donau als Nahrungsgewässer, zumindest außerhalb der Brutzeit die Reaktion im Feuchtgradienten relativ schwach, dies trotz der hohen Affinität dieser Wasservogelgilden zu Lebensräumen mit hoch anstehendem Grundwasser (überwiegend Auengewässer mit Inseln und Ufersäumen). Fischfresser konzentrierten sich bereits vor der Dynamisierung ausschließlich auf besonders feuchte Lebensräume und nahmen dort mit deren weiteren Vernässung stark zu (Abb. 5; Reiher). In den trockeneren Teilen wurden zudem über den Ottheinrichbach neue Nahrungsgewässer geschaffen, die vor allem von Reiher in kleinen Kontingenten genutzt wurden.

Die Entwicklung der Wasservogelbestände hat auch maßgeblich den nach Dynamisierung deutlich höheren Vogelreichtum geprägt und ist wesentlich für die starke Zunahme von gefährdeten Arten oder Auen-Naturnähezeigern (Klassifizierungen siehe Utschick et al. 2012) verantwortlich (Abb. 5; Vogelsummen). In den terrestrischen Lebensräumen sind dagegen die Vogeldichten in den beiden Untersuchungsjahren vergleichbar (Abb. 5; Landvogeldichten). Vor Dynamisierung ist hier ein deutlicher positiver Zusammenhang zwischen Vogeldichte und Höhe des Grundwasserpegels erkennbar. Nach Dynamisierung sind die Dichten im stark vernässen Bereich überproportional gestiegen, während sich mittelfeuchte Mulden und trockene Altauen in ihren Vogeldichten kaum noch unterscheiden. Dies deutet darauf hin, dass die Vogelgemeinschaften in feuchter gewordenen Altauen mittelfristig stärker von den

gestiegenen Grundwasserständen profitiert haben als in schon vorher feuchten Mulden. Nur in der Brutzeit blieben die Landvogeldichten auch in den am stärksten vernässen Bereichen relativ konstant. Hier ist vermutlich die Verteilung von Brutrequisiten wie etwa Nistkästen entscheidender als die wasserinduzierten Veränderungen im Nahrungsangebot.

In Tab. 2 sind auch alle Vogelarten zusammengestellt, die sowohl auf Landschafts- als auch Habitatsbene positiv bzw. negativ auf die nach Redynamisierung geringeren Grundwasserabstände und den höheren Gewässerreichtum reagiert haben. Besonders starke, positive, übereinstimmende Reaktionen gab es bei Pirol und Blaumeise (Abb. 6), wobei der Pirol im Untersuchungsgebiet eher gewässernahe, offene Lebensräume mit hoch anstehendem Grundwasser, die Blaumeise reife Auwälder

der mit mittleren Grundwasserabständen bevorzugte. Wegen der bei den Punktkartierungen selektiven Testflächenwahl (3.4) wird daher die hohe Indikatoreignung der Blaumeise eher auf Habitatsbene, die des Pirols eher auf Landschaftsebene deutlich. Ähnliche Reaktionen wie der Pirol zeigen Mönchsgrasmücke, Heckenbraunelle, Amsel, Singdrossel (letztere v.a. im Sommer-/Herbstaspekt) sowie Schwarzspecht, Grauschnäpper und Kernbeißer (mit zum Teil massiver Verlagerung der Vorkommen von nadelholzreichen Trockenauen in vernässende Bereiche mit zum Teil absterbenden Bäumen um den Ottheinrichbach), während der Kleiber und (nur außerhalb der Brutzeit) die Sumpfmöwe Reaktionen wie die Blaumeise aufweisen. Alle Arten dieser Gruppe sind somit in Auenlandschaften gute Zeiger für eine intakte autotypische Grundwassersituation.

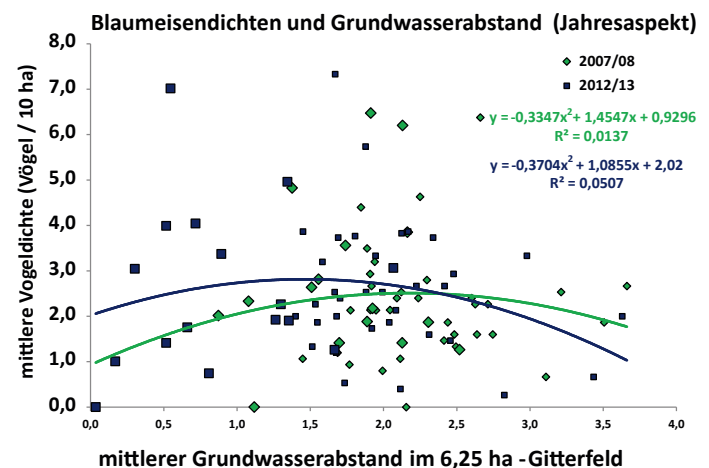
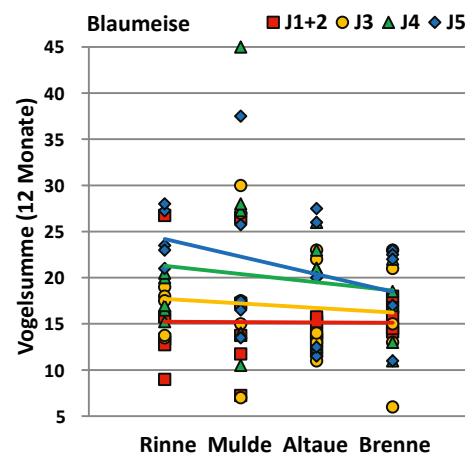
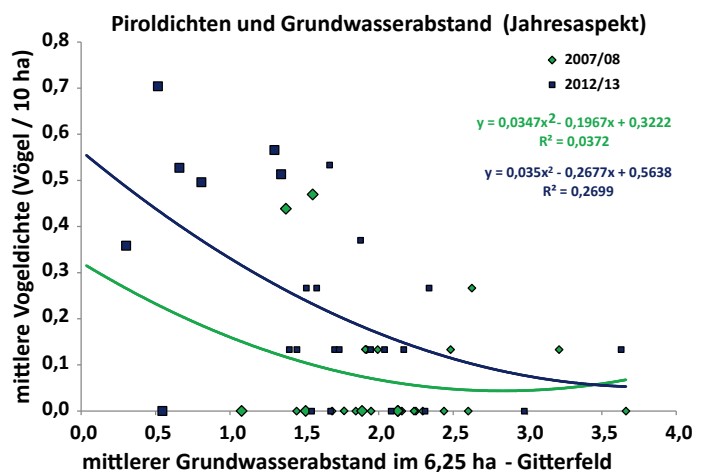
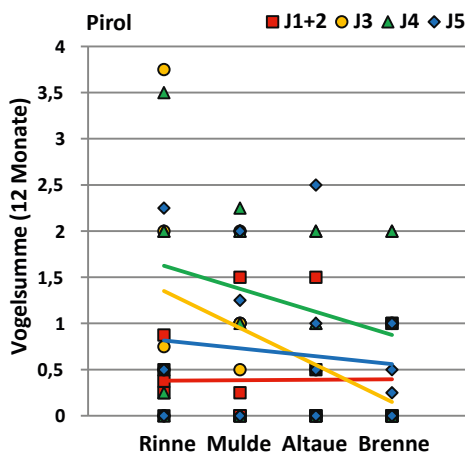


Abb. 6: Reaktionsmuster von Feuchtezeigern sowohl im auenmorphologischen Feuchtegradienten auf Habitatsbene (links; 5 Jahre; J1+2 Mittelwert vor den Renaturierungsmaßnahmen in Jahr 3) als auch im am Grundwasserabstand orientierten Feuchtegradienten auf Landschaftsebene (rechts; vgl. Abb. 5) am Beispiel von Pirol und Blaumeise. – *Reaction patterns (total year) of indicators for wet conditions (top Oriole, bottom Blue Tit) at habitat level (left; morphological gradient; 5 years, J1+2 average before renaturation work during year 3) and landscape level (right; water level dependence; see fig. 5).*

Dies gilt auch für Buchfink und Gimpel. Diese Arten waren auf Habitatebene deutlich bessere Feuchtezeiger als auf Landschaftsebene, wo sie sich vor der Renaturierung eher an Lebensräumen mit mittleren Wasserständen orientierten (Blaumeisentyp). Danach zeigten sie aber meist linear zunehmende positive Beziehungen zu hoch anstehendem Grundwasser (Piroltyp), und dies bei vor allem außerhalb der Auwaldlebensräume starken Zunahmen (Anhang). Die Blaumeise nahm dagegen besonders in geschlossenen Auwäldern zu, wobei sie sich hier auffällig auf im Winter feuchter gewordene Altauen konzentrierte.

Negativ auf Auedynamisierung reagierten in beiden Raumebenen intensive Trockenzeiger wie Wacholderdrossel *Turdus pilaris* und Grünfink (Abb. 7) sowie typische Nadelwaldarten, Star, Grünspecht oder Eichelhäher *Garrulus glandarius*. Die Vorkommen dieser

Arten sind zudem wie beim Grünfink im Untersuchungszeitraum meist stark gesunken, vor allem auf Brennen, die in der Regel mittlere Grundwasserabstände aufweisen und daher bei Donauhochwässern durch Grundwasseranstieg kurzzeitig geflutet werden können. Auf Landschaftsebene ist der Star nach wie vor im Feuchtsektor häufiger als im Trockensektor, hat aber in den feuchter gewordenen Auenbereichen besonders stark abgenommen. Gleiches gilt für den Grünspecht und im Winteraspekt die Wacholderdrossel. Arten mit Nahrungssuche vor allem im eichenreichen, reifen, lichten Auwald (Eichelhäher, Grünspecht) haben auf Landschaftsebene noch negativer reagiert als auf Habitatebene.

Auf Habitat- und Landschaftsebene deutlich unterschiedliche Reaktionen signalisieren Übertragbarkeit der Indikationsleistungen nur unter differenzierten

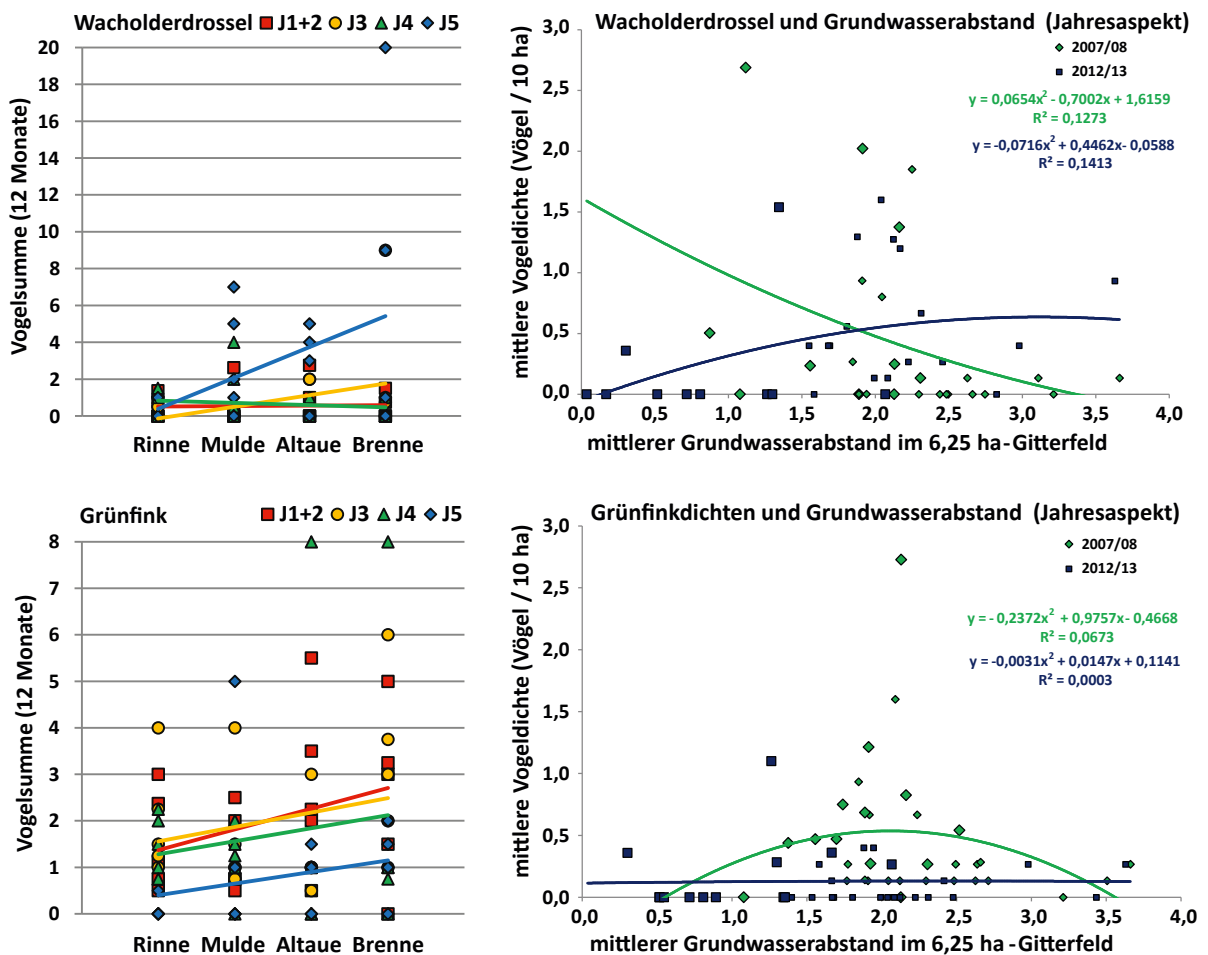


Abb. 7: Reaktionsmuster von Trockenzeigern sowohl im auenmorphologischen Feuchtegradienten auf Habitatebene (links; vgl. Abb. 6) als auch im am Grundwasserabstand orientierten Feuchtegradienten auf Landschaftsebene (rechts; vgl. Abb. 5) am Beispiel von Wacholderdrossel und Grünfink. – Reaction patterns (total year) of indicators for dry conditions (top Fieldfare, bottom Greenfinch) at habitat level (left; morphological gradient; see fig. 6) and landscape level (right; water level dependence; see fig. 5).

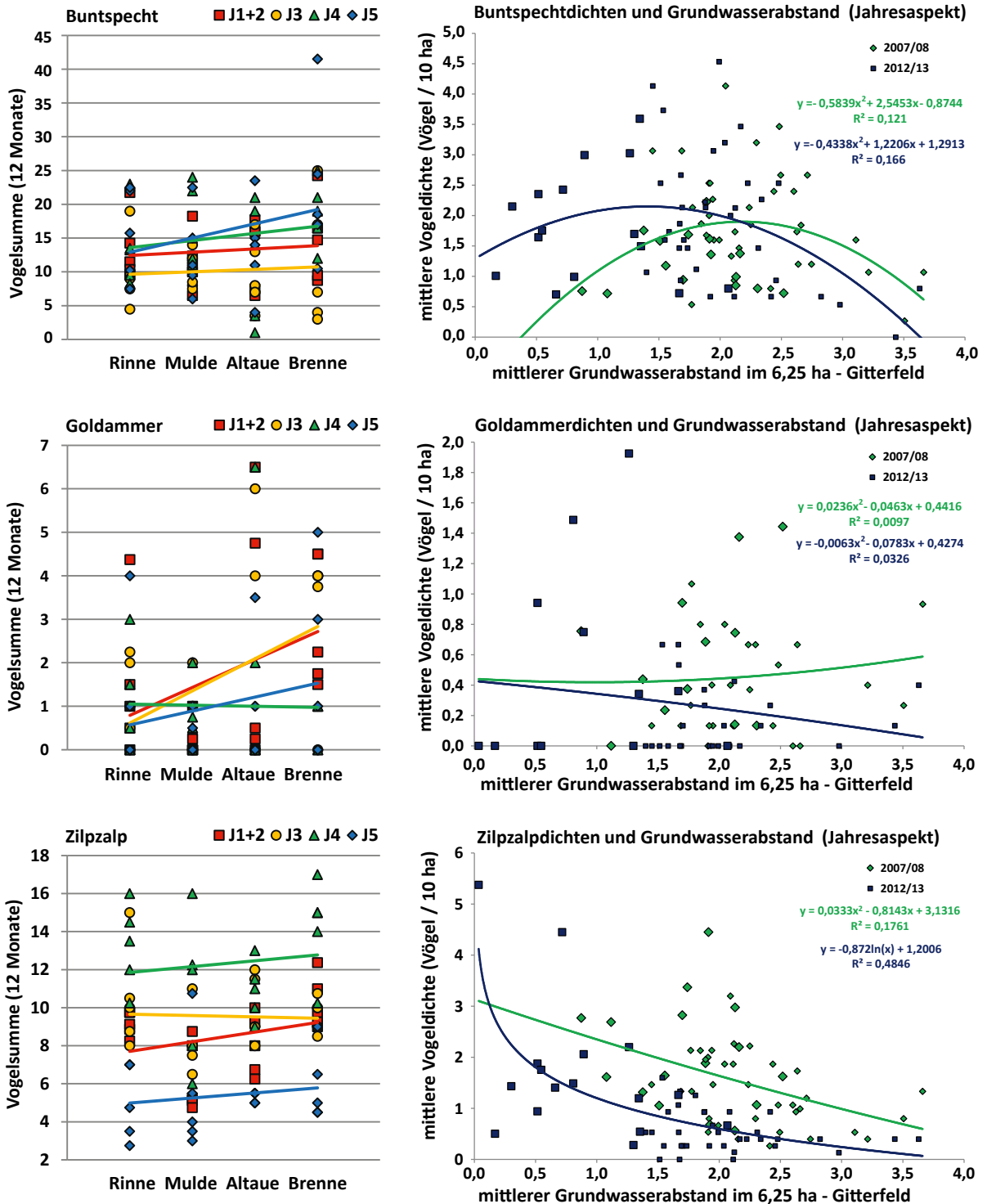


Abb. 8: Reaktionsmuster von im auenmorphologischen Feuchtegradienten als Trockenzeiger klassifizierten Arten (links; vgl. Abb. 6) wie Buntspecht, Goldammer und Zilpzalp, die auf Landschaftsebene (rechts; vgl. Abb. 5) positive Reaktion auf einen Grundwasseranstieg sowie Affinität zu Feuchtlebensräumen zeigen. – Reaction patterns (total year) of indicators (top Great Spotted Woodpecker, middle Yellowhammer, bottom Chiffchaff), which prefer dry conditions at habitat level (left; morphological gradient; see fig. 6), but wet habitats with increasing water levels at landscape level (right; water level dependence; see fig. 5).

Bedingungen (Einfluss von Jahreszeiten, Vergleichbarkeit von Lebensraumstrukturen etc.). Dies gilt vor allem für Arten mit auf Landschaftsebene Affinität zu feuchten Lebensräumen (im Untersuchungsgebiet häufig weichholzauenartige Auengebüsche) und auf Habitatschichtebene Präferenz für lichte, trockene Altauen und Brennen (unabhängig vom auenmorphologischen Feuchtegradienten kaum Vorkommen in geschlossenen Auwald). Dazu gehören mit der Gartengrasmücke und zumindest außerhalb der Brutzeit dem Fitis *Phylloscopus trochilus* typische Vogelarten lückereicher Weidenauwälder sowie mit der Goldammer (Abb. 8) eine Offenland- und Waldrandart. Aber auch Waldvogelarten mit nach Redynamisierung starken Bestandszunahmen vor allem im Trockenhabitatsektor wie Buntspecht (Abb. 8) oder

im Brutaspekt Ringeltaube sind in der Brutzeit (Buntspecht) bzw. im Sommer-/Herbstaspekt (Ringeltaube) auf Habitatschichtebene gute Feuchtezeiger und ergänzen in diesen Jahreszeiten das Zeigerartenspektrum. Beim Buntspecht ist die auf Habitatschichtebene immer stärker werdende Konzentration auf Altauen und Brennen darauf zurückzuführen, dass diese Bereiche nach Wiedervernässung produktiver wurden (Utschick 2014). Die stärksten Zunahmen gab es dabei in Altauenarealen mit besonders hohem Grundwasseranstieg bzw. außerhalb der Probeflächen in Flutmulden mit beginnender Totholz-anreicherung.

Fitis, Gartengrasmücke, Zilpzalp und Goldammer haben dagegen im Untersuchungsgebiet deutlich abgenommen (vgl. Anhang), die Goldammer auch auf Bren-

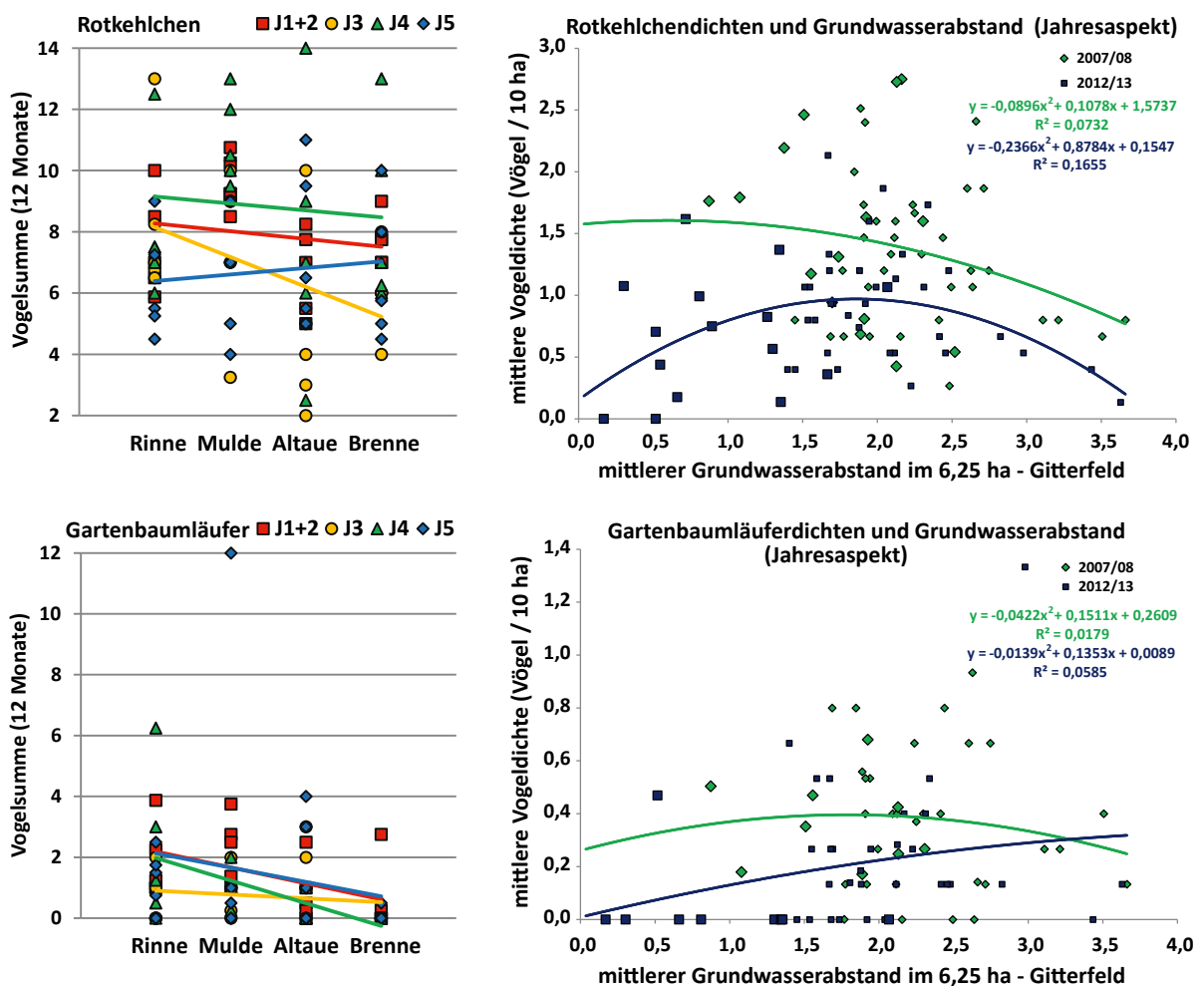


Abb. 9: Reaktionsmuster von Feuchtezeigern im auenmorphologischen Feuchtegradienten (links; vgl. Abb. 6) auf Landschaftsebene (rechts; vgl. Abb. 5) mit nach Dynamisierung negativer Reaktion auf den Grundwasseranstieg am Beispiel von Rotkehlchen und Gartenbaumläufer. – Reaction patterns (total year) of indicators (top Robin, bottom Short-toed Treecreeper) for wet conditions at habitat level (left; morphological gradient), but avoiding areas with increasing water levels at landscape level (right; see fig. 5).

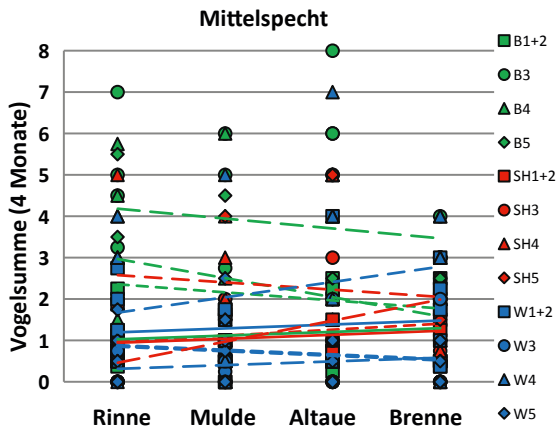
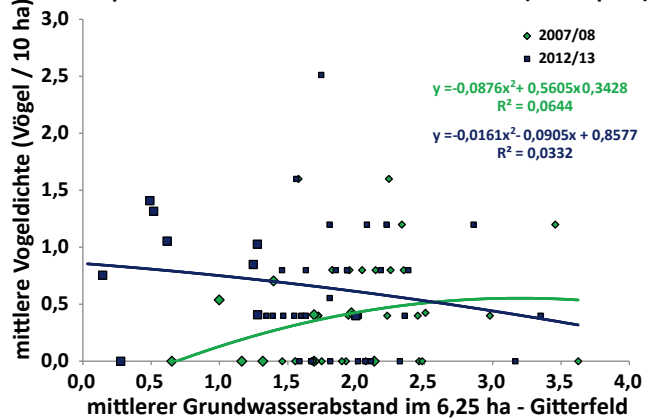


Abb. 10: Reaktionsmusterwechsel des Mittelspechts im auenmorphologischen Feuchtgradienten (links oben; B = Brut-, SH = Sommer-/Herbst-, W = Winteraspekt; Regressionsgeraden von Jahr 1+2 zu Jahr 5 mit zunehmender Auflösung der Linien) bzw. im am Grundwasserabstand orientierten Feuchtgradienten (vgl. Abb. 5). – Seasonal change of the reaction pattern of Middle Spotted Woodpecker at habitat level (top left; morphological gradient; regression lines from years 1+2 [solid] to 5 [finely broken]; B = breeding, SH summer/autumn, W = winter) and at landscape level (right; see fig. 5) from breeding season (top right) to summer/autumn and winter (bottom right).

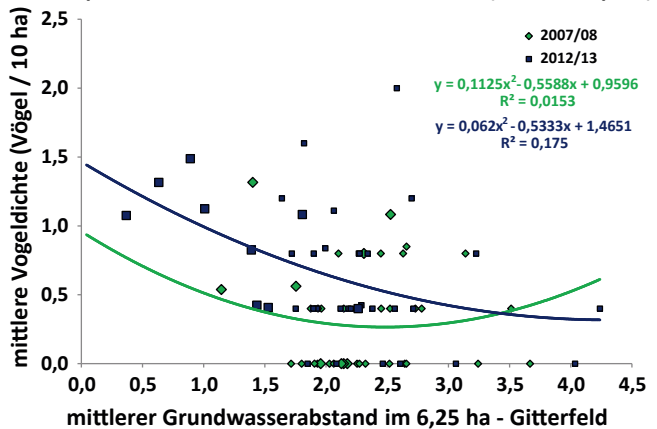
nen, der Zilpzalp nach kontinuierlichen Zunahmen von 2007/09 bis 2011/12 (vgl. Abb. 8, links, J1+2 bis J4) erst 2012/13 (J5; vor allem im Brutaspekt). Damit ist zumindest die Goldammer in Hartholz- und Trockenauen ein guter Trockenzeiger, während die Vorkommen der drei anderen Arten von walstrukturellen Folgen forstlicher Nutzungen oder Waldlücken produzierenden Ereignissen (Sturmwurf, Eisbruch etc.) stark beeinflusst werden. Beim Zilpzalp, der trotz einer tendenziellen Präferenz für Brennen (Abb. 8, links) auf Landschaftsebene (Abb. 8, rechts) besonders im Sommer-/Herbstaspekt Lebensräume mit hoch anstehenden Grundwasser bevorzugt und sich bei geringen Dichten (sinkende intraspezifische Konkurrenz) wie Fitis und Gartengrasmücke *Sylvia borin* auf nasse Optimalhabitate (Auengebüsche und offene Ufergehölze) zurückzieht, kommen wohl 2012/13 regionale oder externe Effekte hinzu (vgl. deutschlandweit negative Bestandstrends für die gesamte Artengruppe in Sudfeldt et. al 2013). Dadurch ist er für das Auenmonitoring nur bedingt geeignet.

Den Feuchtgradienten auf Habitat- und Landschaftsebene entgegengesetzte Reaktionen (Abb. 9) zeigten vor allem Gartenbaumläufer, Rotkehlchen, Zaunkönig und Kuckuck, im Winteraspekt auch

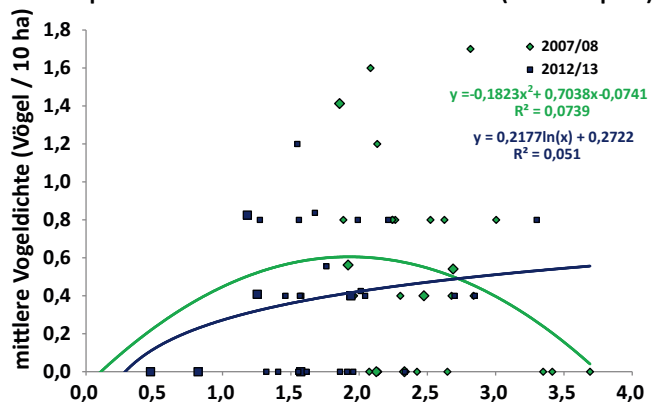
Mittelspechtdichten und Grundwasserabstand (Brutaspekt)



Mittelspechtdichten und Grundwasserabstand (Sommeraspekt)



Mittelspechtdichten und Grundwasserabstand (Winteraspekt)



Mäusebussard, Rabenkrähe und Erlenzeisig (dieser nur Wintergast), während der Vegetationsperiode tendenziell auch die Kohlmeise. Fast alle diese Arten wiesen auf Habitatebene (als Feuchtzeiger) weitgehend konstante Bestände auf, während ihre Vorkommen auf Landschaftsebene (als Trockenzeiger) deutlich schrumpften und besonders in Bereichen mit über 50 cm ansteigenden Jahreswasserständen (überwiegend junge Auwälder und gehölzarme Auenlebensräume) stark zurück-

gingen. Diese Arten sind dadurch in komplexen Auenlandschaften eher Trockenzeiger, in reifen Auwäldern dagegen Waldstrukturzeiger mit Feuchteindikation. Für Rabenkrähe und Mäusebussard gilt dies nur im Winter (in der Vegetationsperiode vor allem bei der Rabenkrähe starke Affinität zu feuchten Lebensräumen; im Winter verstärkt am trockenen Auenrand und im angrenzenden Agrarland).

Auf Habitat- und Landschaftsebene im Jahresverlauf komplexe, auf den ersten Blick widersprüchliche Reaktionsmuster zeigen Mittelspecht, Halsbandschnäpper und Schwanzmeise. Beim Mittelspecht (Abb. 10) hat sich die komplexe Feuchteindikation bei nach Renaturierung veränderten Produktions- und Mikroklimaverhältnissen in deutlichen Bestandszunahmen niedergeschlagen (Anhang). Vor Renaturierung weitgehend ohne Reaktion auf den auenmorphologischen Feuchtegradienten wurde die Art nach der Redynamisierung beim Brutaspekt im 3., im Sommer-Herbst-Aspekt im 4. und im Winteraspekt im 5. Untersuchungsjahr zum Feuchtezeiger. Auf Landschaftsebene war die Art im Brutaspekt vor Renaturierung vor allem in grundwasserfernen Bereichen (Brennen, Altauen) häufig, danach jedoch fast nur noch in Bereichen mit relativ hoch anstehendem Grundwasser (Abb. 10). Auch im Sommer-/Herbstaspekt mit ursprünglicher Präferenz für sowohl nasse als auch trockene Standorte (vor allem im geschlossenen Auwald) hat sich die Präferenz für nasse Lebensräume deutlich verstärkt (Abb. 10). Im Winteraspekt werden dagegen auf Landschaftsebene nach der Redynamisierung nasse, kalte Standorte konsequent gemieden und trockene Auwälder bevorzugt (besonders, wenn sie fechter geworden sind; vgl. Abb. 10, links unten).

Ganz ähnlich wie der Mittelspecht hat mit dem Halsbandschnäpper eine weitere Zielart des Naturschutzes positiv auf die Renaturierung reagiert (tendenzielle Bestandszunahme, vor allem bei mittleren Wasserständen in geschlossenem Auwald bzw. außerhalb der Brutzeit bei stark steigenden Grundwasserständen im Feuchtsektor). Sie ist damit in Auen ebenfalls ein wertvoller Feuchtezeiger (ökosystemare Reaktion; vgl. fehlende direkte Affinität zu hohen Grundwasserständen in Tab. 3). Die Schwanzmeise präferiert nur in der Brutperiode auf Habitat- und noch deutlicher auf Landschaftsebene feuchte Auteile und ist in dieser Jahreszeit ein guter Feuchtezeiger. Im Sommer-/Herbst ähneln die Reaktionen dem Feuchtezeiger Blaumeise, allerdings bei intensiverer Nutzung von gewässernahen, jungen Auengehölzen.

4. Diskussion

Ziel der Redynamisierung der Neuburger Donauauen begleitenden Auenmonitorings war es, eine maßnahmeninduzierte Weiterentwicklung zu autotypischen Verhältnissen zu belegen, zu quantifizieren und die

Übertragbarkeit von Bewertungsprinzipien auf andere Auensysteme zu prüfen. So belegen Monitoring-Ergebnisse bei Fischen (Pander et al. 2011) eine schnelle und erfolgreiche strukturelle Aufwertung der Auen durch ein neu angelegtes Auengewässer mit Anbindung an die Donau (Ottheinrichbach), bei Mollusken (Utschick et al. 2013) zusätzlich Renaturierungserfolge vor allem in bereits relativ feuchten Auenarealen. Bei Vögeln ergab das Monitoring, dass durch den Eintrag von nährstoffreichem Donauwasser über eine reaktivierte Altrinne der Donau und der daraus folgenden Grundwasseranhebung die Produktivität der Auen zugenommen hat (Utschick 2014). Ähnliches wird an der Luppe im Leipziger Auwald versucht (Putkunz 2011). Am Inn kam es nach dem Einstau der Staustufe Perach aufgrund nachhaltiger Grundwasseranstiege in der Aue, kombiniert mit vereinzelt „Ökologischen Flutungen“ in Hochwasserperioden (Überlaufschwelen), ebenfalls zu Produktionsschüben in der Gehölzvegetation, mit entsprechender Zunahme der Vogelaktivitäten vor allem von Waldvogelgeneralisten wie Meisen, Drosseln, Buchfink oder Mönchsgrasmücke (Utschick 2000), nicht aber in der Bodenvegetation (Pfadenhauer & Eska 1985, für Donauauen vgl. Kiener 1984). Auch an der Donau belegen die Reaktionen der Vögel, dass die Produktivität zunächst vor allem bei autotypischen Baumarten sowie in den Vegetationsstraten steigt, bei denen steigende Grundwasserstände die Wasserversorgung der für diese Straten typischen Wuchsformen verbessern. Mittelfristig führen Nahrungsketten- und Dispersioneffekte auch zu höherem Nahrungsangebot in Auenarealen mit nach wie vor großem Grundwasserabstand, wodurch die auenmorphologische Indikation von Vogelarten für Feucht- bzw. Trockenhabitate (Utschick et al. 2012) überlagert wird (vermehrtes Auftreten von „Feuchtezeigern“ in Trockenhabitaten).

Indikatorarten für Veränderungen von hydrologischen Auenzuständen können sowohl über die Grundwasserverhältnisse (Landschaftsebene) als auch über am Grundwasserstand orientierte Habitattypengradienten abgeleitet werden, wobei die Arten und Gilden am stärksten auf Veränderungen reagieren sollten, deren Vorkommen nicht streng an Feucht- oder Trockenhabitate gebunden sind. Bei Arten, die Lebensräume mit hoch anstehendem Grundwasser präferieren, ist zu berücksichtigen, dass die Produktivität infolge der Anpassung von Lebensformen an für sie optimale Grundwasserverhältnisse bei sich nachhaltig verändernden Grundwasserständen sowohl zu- als auch abnehmen kann. Zu wenig Wasser führt zu Produktionsausfällen, zu viel zum Ausfall von nicht ausreichend angepassten Pflanzenarten. Letzteres betraf vor allem Baumarten der Hartholzaue in Muldenlagen nahe dem Ottheinrichbach und anderen Auengewässern mit nach Redynamisierung aufquellendem Druckwasser. Relativ robust erwiesen sich hier nur Eiche, Weichlaubholz und z. T. Esche (Macher 2008), während vor allem Natur-

verjüngungen von Ahornarten oder Hybridpappeln rasch ausfielen (Kiener 1984, Siepe 2001). In rezenten Auen ist die Esche im Vergleich zu Altauen sogar vitaler als die Eiche, hält aber lang anhaltende Überflutungen nicht aus (Glaeser et al. 2009).

Die Produktion in gewässernahen, weichholzreichen Gehölzbeständen (nicht bei Schwarzerlen; vgl. Ruschen 1997) und in den Gewässern selbst (durch unterirdisch einströmendes Donauwasser) nahm dagegen vermutlich deutlich zu (vgl. Harner et al. 2003).

Im Untersuchungszeitraum waren die besten Indikatoren hierfür Wasservögel, vor allem herbivore Arten während der Brut- und Mauserperiode, aber auch Fischfresser (ganzjährig). Selbst bei stark belastetem Flusswasser wäre dies wegen des subterranean Wassertransports im Gegensatz zu oberflächigen Flutungen kein die Produktivität senkendes toxisches Problem (Ulbrich 1995).

Die auf Habitatebene bewertenden, ausschließlich Auwaldhabitate berücksichtigenden Indikatorarten- und -gilden (Tab.2, Tab.3) zeigen typische Waldvogelreaktionen mit höchsten Dichten, bzw. nach Redynamisierung, zunehmenden Abundanzen besonders bei mittleren Grundwasserständen (häufig Standorte mit großkronigem Auwald und dichtem Unterstand). In rezenten Auen profitieren diese Bereiche am stärksten von den hier relativ häufigen temporären Flutungen durch Hochwässer, wofür in eingetieften Flussabschnitten Sohlschwellen zur Anhebung des Flusswasserkörpers erforderlich sind (Jäger et al. 2001). Daher sollten technisch gestaltete „Ökologische Flutungen“ vor allem solche Auentile berücksichtigen. Dies führt allerdings nur bei Ausleitungsmengen von über 50 m³/s über mindestens 10 Tage zu auenrelevanten Veränderungen der Grundwasserverhältnisse (LfU Baden-Württemberg 1996), Werte, die in den Neuburger Donauauen bei weitem nicht erreicht und auch nicht angestrebt werden (Fischer et al. 2012). Die Ökologischen Flutungen betreffen hier fast ausschließlich Waldlebensräume um den kaum ausbordenden Ottheinrichbach mit bereits hohem Grundwasserstand. Auch eine Kombination von Ökologischen Flutungen mit Hochwasser-Poldern führt nur bedingt zu auentypischer Bodenwasserdynamik (Henrichfreise 2003a), wobei langer Einstau mit nachfolgend rascher Entleerung der Polder eher Nährstoffausträge bewirkt (LfU Baden-Württemberg 1996). Trotz Hochwasserretention waren aber auch in solchen Poldern die Entwicklungstendenzen von Flora und Fauna nach 15 Jahren bei im Vergleich zur Donau deutlich intensiveren Ökologischen Flutungen positiv. Da sich die Wasserstände in den Auen maximal eine Woche nach Abklingen der Ökologischen Flutungen normalisierten (Ruschen 1997) trug die Grundwasserstandsdynamik weniger dazu bei als die Eutrophierung durch Oberflächenwasser, dies auch in Baggerseen. Ein dauerhafter Grundwasseranstieg durch permanent einströmendes Donauwasser, wie er in den Donauauen durch den Ottheinrichbach ausgelöst wurde, führte dagegen

in einem angrenzenden Baggersee zu Nährstoffanreicherungen und stark steigenden Wasservogelbeständen, wobei sich dies auch auf die terrestrische Umgebung solcher Gewässer auswirkt (LfU Baden-Württemberg 1996).

Zwar sind auch die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt ein ca. 20 Mio m³ fassender Retentionsraum, der flussabwärts die Hochwasser-Spitzenpegel um mindestens 20 cm entlasten kann (Weiger & Margraf 2003). Wegen des Durchlaufprinzips erholen sich hier aber die Auwaldzönosen selbst nach Katastrophenhochwässern wie 1999 innerhalb weniger Jahre (Ringler & Layritz 2003). Vor allem bei Auenrenaturierungen, in denen Grundwasseranhebung durch permanente Flusswassereinleitung versucht wird, sind diese starken Hochwässer bzw. Ökologische Flutungen wichtig, um eine Abdichtung der Einleitungen und damit wieder flächig sinkende Grundwasserstände zu verhindern (Henrichfreise 2003b, Utschick 2000).

Auf Landschaftsebene werden, wegen der im Vergleich zur Habitatebene repräsentativeren Berücksichtigung von Nichtwaldhabitaten mit häufig hoch ansteigenden Grundwasser, für Waldstandorte typische Altholzvögel tendenziell zu Trockenzeigern, selbst wenn sie im feuchteorientierten Auwald-Habitatgradienten feuchtere Standorte bevorzugen. Außer, sie profitieren wie der Buntspecht (Abb. 6) in Muldenlagen nach Dynamisierung von (nicht nachhaltig) kleinflächig steigenden Totholzangeboten durch nicht ausreichend an die steigenden Wasserstände angepasste Baumarten.

Als Zeigerarten problematisch sind Arten, die halb-offene Lebensräume bevorzugen (häufig entweder sehr gute oder sehr schlechte Grundwasseranbindung; bei verkürzten Habitatgradienten Scheinabhängigkeit vom Grundwasserstand; vgl. Tab. 3). Dazu gehören mit Gartengrasmücke, Fitis, Zilpzalp und Goldammer (Abb. 6) meist bodennah brütenden Waldlücken- und Waldrandbewohner. Außer der Goldammer sind diese Arten nur in degenerierten Auwäldern Indikatoren (Trockenzeiger) und auf Landschaftsebene eher Strukturzeiger. Im Donautal bevorzugt der Fitis gewässerbegleitende Weichholzsäume und baumarme Verbuschungen (OAG Ostbayern 1978).

Berücksichtigt man diese Lebensraumabhängigkeiten, dann bieten sich aus einem Vergleich von Tab. 2 und Tab. 3 vor allem folgende generelle Indikatorarten als Feuchtezeiger an: Pirol, Kuckuck, Mönchsgrasmücke, Heckenbraunelle, Amsel, Gimpel sowie die, z.T. nur im Winter, reifen Auwald präferierenden Arten Blaumeise, Mittelspecht, Kleiber, Buchfink, Kohlmeise und Halsbandschnäpper (auf Landschaftsebene z.T. „Trockenzeiger“). Als typische Auwaldzeiger von überregional hohem naturschutzfachlichem Wert gelten davon nur Mittelspecht, Halsbandschnäpper und Pirol (Patzak 2011), als in den Donauauen stark an noch intakten, naturnahen Auwald gebunden die Heckenbraunelle (OAG Ostbayern 1978).

Trockenzeigerfunktionen übernehmen dagegen Goldammer, Grünfink, Grünspecht, Star und Wacholderdrossel. Bei Bezug auf Jahreszeiten kommen bei den Feuchtezeigern in der Brutzeit Zaunkönig, Schwanzmeise und Buntspecht und außerhalb der Brutsaison Sumpfmeise, Gartenbaumläufer, Grauschnäpper, Rotkehlchen, Grauspecht, Ringeltaube, Rabenkrähe und Mäusebussard bzw. als Trockenzeiger Nadelwaldmeisen und Goldhähnchen hinzu. Damit integriert das Zeigerartensystem große Teile der Vogelgemeinschaft, was zur Folge hat, dass in der Vegetationsperiode auch steigende Vogeldichten in terrestrischen Habitaten sowie v.a. im Sommer-/Herbstaspekt von Wasservögeln (besonders von Herbivoren und Fischfressern) Verbesserungen im Auenwasserhaushalt belegen (höhere Produktivität). Dieses Ergebnis ist auf alle degenerierten Flussauen mit ähnlichen Vogelgemeinschaften und übertragbar (zumindest im gesamten Einzugsgebiet der Donau). Bei sich ändernden Artenzusammensetzungen und Dominanzstrukturen (Rhein-, Elbe-, Oderauen) muss der Indikatorartenpool durch weitere Arten ergänzt werden. Für das Monitoring der Auenqualität von Weichholzaunen ist das Indikatorartensystem vermutlich ungeeignet. Hier ist nach Wiedervernässung nur eine schwache Reaktivität von auf Lebensräume mit hohem Grundwasserstand spezialisierten Arten zu erwarten.

Hinsichtlich des Monitoring-Ansatzes hat sich gezeigt, dass ein an der hydrologischen und auenmorphologischen Ausgangssituation orientierter Habitattypengradient plausiblere Ergebnisse erbracht hat als bei Bezug auf rein hydrologische Parameter wie Grundwasserabstand oder Donauwasserführung, wobei hier ein Bezug allein auf Mittelwerte für auensystemare Erklärungsmodelle nicht optimal ist (Henrichfreise 2003b). Dies ist eine direkte Folge der komplexen Beziehungen zwischen dynamischer Wasserversorgung, Vegetationsstruktur und Produktivität in den einzelnen Habitattypen. Punktkartierungen sind geeignet, wobei allerdings alle landschaftsrelevanten Habitattypen mit ausreichender Stichprobenzahl bearbeitet werden müssen, außer, das naturschutzfachliche Problem bezieht sich nur auf selektierte Lebensräume (z.B. Altauen). Ein alternativer Ansatz wäre eine Gitterfeldkartierung mit auenmorphologischen Habitattypen als Unterflächen und anderen wichtigen Lebensraumparametern auf Landschaftsebene. Solche Gitterfeldkartierungen bilden Abhängigkeiten vom Wasserregime besser ab als Punkt- oder Linienkartierungen (Baldi et al. 1999) und signalisieren in Modellen eher ökosystemrelevante Lebensraumbezüge als artenspezifische Abhängigkeiten von Mikrohabitaten (Burkardt et al. 1998). Ganzjährige Vogelbestandsaufnahmen bringen dabei die besten Ergebnisse. Aber auch Untersuchungen nur während der Brutzeit oder im Sommer-/Herbst (v.a. bei Wasservögeln) liefern ausreichende Monitoring-Daten zur Beurteilung des Redynamisierungserfolgs. Dabei muss aber vor allem in niederschlagreichen Brutsaisons und

sehr kalten Wintern die witterungsbedingte Konzentration von regionalen Vogelbeständen in Auwäldern berücksichtigt werden (Utschick 2001) bzw. in Zugzeiten die dann besonders starke Präferenz für flussnahe Gehölze (Brunner et al. 2003). Effektive Stichproben bieten sich wegen der in Flussauen typischen Häufigkeitsverteilungen in der Brutzeit vor allem bezüglich des Artenreichtums, im Sommer/Herbst des Individuenreichtums und im Winter der Biomasse (inklusive Wasservögel) an (Hubalek 1999). Wegen der z.T. von externen Rahmenbedingungen ausgelösten Schwankungen in der Zusammensetzung der Vogelgemeinschaften und der entlang des auenmorphologischen Habitatgradienten unterschiedlich schnellen Reaktionen der Avizönosen auf eine verbesserte Grundwassersituation sollten die Untersuchungszeiträume sowohl vor als auch nach den Renaturierungsmaßnahmen mindestens zwei Jahre umfassen. Bei nur je einem Jahr, wie dies im vorliegenden Fall bei den Gitterfeldkartierungen auf Landschaftsebene praktiziert wurde, ist nicht auszuschließen, dass bei einzelnen Vogelarten unterschiedliche Dichten vor und nach der Wiedervernässung auf externe Effekte zurückzuführen sind und dann eventuell fehlinterpretiert werden. Während und kurz nach den Baumaßnahmen für die Auen-Redynamisierung kann dagegen auf ein Monitoring verzichtet werden. Hier zeigen Bioindikatoren vor allem (meist nicht nachhaltige) Systemstörungen an (z. B. bei Laufkäfern; vgl. Gruppe et al. 2014).

Danksagung

Zu großem Dank verpflichtet bin ich dem Bundesamt für Naturschutz für die finanzielle Förderung des Vorhabens sowie B. Neukirchen und E. Peters für zahlreiche Anregungen im Rahmen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe. Für wertvolle Hinweise und die Überlassung von Grundlagenmaterialien bedanke ich mich herzlich bei der Forstdirektion Ingolstadt des Wittelsbacher Ausgleichsfonds, dem Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, der E.ON Wasserkraft GmbH sowie allen Mitarbeitern im Netzwerk des MONDAU-Projekts. Besonderen Dank schulde ich P. Fischer, M. Kautz und M. Kuba für die zeitnahe Aufbereitung von Wasserdaten, A. Gruppe, M. Kilg und R. Schopf sowie der Redaktion und den Gutachtern der Vogelwarte für richtungsweisende Diskussionsbeiträge.

5. Zusammenfassung

Die rechtsseitigen Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt werden seit Anfang Juni 2010 durch Einspeisung von Donauwasser renaturiert. Dies geschieht durch einen permanent gefluteten, neu angelegten Bach sowie durch temporäre, am Hochwasserregime der Donau ausgerichtete „Ökologische Flutungen“. Für das begleitende Monitoring wurden unter anderem Indikationseigenschaften von Auenvögeln verwendet.

Für die Ableitung von Indikationseigenschaften (Feuchte-, Trockenzeiger) liefert die Verteilung und Populationsdynamik von Vogelarten entlang eines an den hydrologischen Rahmenbedingungen orientierten auenmorphologischen Habitatgradienten schärfere Ergebnisse als Bezüge zu Grundwasserständen oder Donauwasserführung. Dies ist eine direkte Folge der komplexen, in den einzelnen Habitattypen unterschiedlichen Beziehungen zwischen Wasserversorgung, Vegetationsstruktur und Produktivität, die zusammen die Vogelverteilungen maßgeblich beeinflussen. Im Monitoring müssen daher alle landeschaftstypischen Lebensräume berücksichtigt werden. Wenn dies mit stratifizierten Punktkartierungen auf Habitatebene nicht effektiv möglich ist sind Gitterfeldkartierungen mit Unterflächen (unter Berücksichtigung von Habitattypen, Landschaftsstrukturen, Lagebeziehungen) die zeitgünstigere Alternative. Dann sind auch die Ergebnisse auf andere Auen (zu mindest im Einzugsgebiet der Donau) übertragbar. Unter Berücksichtigung von Habitat- und Landschaftsebene bieten sich vor allem Pirol, Kuckuck, Mittelspecht, Halsbandschnäpper, Mönchsgrasmücke, Heckenbraunelle, Amsel, Blau- und Kohlmeise, Kleiber, Buchfink und Gimpel als generelle Feuchtezeiger für rezente Auen an, als Trockenzeiger Goldammer, Grünfink, Grünspecht, Star und Wacholderdrossel für degenerierte Auen. Waldvogelarten, die Lebensräume mit mittleren Grundwasserabständen bevorzugen, sind reaktiver als Gebüsch- oder Waldlückenvögel, die vor allem Habitate mit sehr hohen oder sehr niedrigen Wasserständen besiedeln. Jahreszeitbezogen können noch weitere Indikatortarten hinzukommen (z. B. Sumpfmehse). Auch die Dichten von Vogelgemeinschaften in terrestrischen Habitaten oder die von Wasservögeln (vor allem von Herbivoren) eignen sich für die Indikation einer nach Redynamisierung höheren Ökosystemproduktivität von renaturierten Auen infolge verbesserter Wasserverfügbarkeit.

6. Literatur

- Baldi A, Moskat C & Zagon A 1999: Evaluating the effectiveness of faunal mapping, forest and marshland bird censuses for monitoring environmental changes. *Vogelwelt* 120, Suppl.: 131-134.
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2003: Landesweite naturschutzfachliche Bewertung der Auen im Rahmen des Auenprogramms Bayern. http://www.bayern.de/lfu/tat_bericht [Online, cited 12.12.2003].
- Berthold P 1976: Methoden der Bestandserfassung in der Ornithologie: Übersicht und kritische Betrachtung. *J. Ornithol.* 117: 1-69.
- Bibby CJ, N.D. Burgess ND & D. A. Hill DA 1995: Methoden der Feldornithologie. Neumann, Radebeul.
- Birkel I & Mayer A 1992: Ökologische Zustandserfassung der Flussauen an Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau und ihre Unterschutzstellung. Schriftenreihe Bay. LFU, H. 124.
- Brunner H, Brandner J & Stani W 2003: Die Bedeutung von Uferlebensräumen für ziehende Kleinvögel: Untersuchungen am Murstausee Gralla (Steiermark) im Vergleich zum Umland. Österr. Elektrizitätswirtschafts-AG Verbundgesell. (Hrsg): Forschung im Verbund. Schr. Reihe Bd 81: 1-37.
- Burkardt J, Schlund W & Stauss MJ 1998: Scale effects of habitat selection in breeding Nuthatches (*Sitta europaea*) in two different woodlands. *J. Ornithol.* 139: 37-48.
- Deutscher Rat für Landespflege 2009: Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. Schr. Reihe Dt. Rat f. Landespflege, H. 82.
- Dufrène M & Legendre P 1997: Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monographs* 67: 345-366.
- Fairbairn SE & Dinsmore JJ 2001: Local and landscape-level influences on wetland bird communities of the prairie pothole region of Iowa, USA. [ed.] The Society of Wetland Scientists. *Wetlands*. 3 2001, Vol. 21(1): 41-47.
- Fischer P, Blasch G, Cyffka B 2012: Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt – erste ökologische Flutung im Auwald – Entwicklung von Dynamik in einem Fließgewässer. *Auenmagazin* 3: 30-34.
- Frank G 2012: Danubeparks – Netzwerk der Donau-Schutzgebiete. *Auenmagazin* 3: 10-11.
- Gehrold A 2014: Habitat choice of wing-moulting waterbirds in response to temporary flightlessness. *Ibis* 156(4): 850-863.
- Glaeser J, Bleßner K, Brosinsky A, Ceko R, Guttman S, Kreibich M, Osterloh S, Passing A, Schwäbe S, Timpe C & Felinks B 2009: Erfolgskontrolle von Hartholzauenwald-Aufforstungen in der Kliekener Aue. *Naturschutz Land Sachsen-Anhalt* 46: 41-48.
- Gruppe A, Utschick H, Kilg M & Schopf R 2014: E+E-Begleitvorhaben – Monitoring auenökologischer Prozesse und Steuerung von Dynamisierungsmaßnahmen. 7.2 Terrestrische Biodiversität. *Auenmagazin* 5. Im Druck.
- Harner M & Stanford J 2003: Differences in cottonwood growth between a losing and a gaining reach of an alluvial floodplain. *Ecol.* 84: 1453-1458.
- Henrichfreise A 2003a: Dienen Polder dem naturverträglichen Hochwasserschutz? *Natur u. Landschaft* 78: 150-153.
- Henrichfreise A 2003b: Wie zeitgemäß sind Mittelwerte für Planungen an Flüssen und in Auen? *Natur u. Landschaft* 78: 160-162.
- Hubalek Z 1999: Seasonal changes of bird communities in a managed lowland riverine ecosystem. *Folia Zool.* 48: 203-210.
- Jäger P, Fuchs M & Jürging P 2001: Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach. Grundlagen, Methoden und Anwendung der ökologischen und naturschutzfachlichen Bewertung. 101 S. München, Wien.
- KU Eichstätt-Ingolstadt 2014: www.ku.de/mgf/geographie/angewandte-physische-geographie/aueninstitut-neuburg/mondau/ [Online, cited 14.08.2014].
- Kiener J 1984: Veränderungen der Auenvegetation durch die Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der Staustufe Ingolstadt. *Ber. ANL* 8: 104-129.
- LfU (Landesamt für Umweltschutz) Baden-Württemberg 1996: Flutungen der Polder Altenheim. Zwischenbericht zur Fortführung der Ökologischen Flutung. Berichtszeitraum 1994. Oberrheinagentur, Lahr.
- Macher C 2008: Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. *LWFaktuell* 15(66): 26-29.
- OAG (Ornithologische Arbeitsgemeinschaft) Ostbayern 1976: Lebensraum Donautal. Ergebnisse einer ornitho-ökologischen Untersuchung zwischen Straubing und Vilshofen. Schr.Reihe Naturschutz und Landschaftspflege, H 11. 125 S.
- Pander J, Müller M, Hamp J & Geist J 2011: E+E Begleitvorhaben Monitoring auenökologischer Prozesse und Steuerung von Redynamisierungsmaßnahmen. Teilprojekt VIII – Aquatische Biodiversität. Abschlussbericht 2010. Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, TU München.

- Patzak U 2011: Zur Häufigkeit der Spechte in den Hartholzauenwäldern des Mittelbegebiets. *Vogelwarte* 49: 49-50.
- Pfadenhauer J & Eska G 1985: Auswirkungen der Innstaustufe Perach auf die Auenvegetation. *Tuexenia*, N.S., 5: 447-453.
- Putkunz J 2011: Lebendige Luppe – attraktive Auenlandschaft: Wiederherstellung ehemaliger Wasserläufe der Luppe im nördlichen Leipziger Auwald. 5. Leipziger Auen Symposium. *UFZ-Bericht* 6/2011: 31-37. UFZ Leipzig.
- Puhlmann G & Jährling KH 2003: Erfahrungen mit „nachhaltigem Auenmanagement“ im Biosphärenreservat „Flusslandschaft Mittlere Elbe“. *Natur u. Landschaft* 78: 143-149.
- R Development Core Team 2014: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org> [Online].
- Ringler A & Layritz M 2003: Pfingsthochwasser 1999 in Südbayern: Eine ökologische Bilanz nach drei Jahren. *Natur u. Landschaft* 78: 54-159.
- Ruschen G 1997: Abschlussbericht der FVA Freiburg zum Untersuchungsprogramm „Ökologische Flutungen im Polder Altenheim“. FVA Freiburg.
- Siepe A 2001: Umweltverträglicher Hochwasserschutz im Integrierten Rheinprogramm (IRP) durch ökologische Flutungen. *Natur u. Landschaft* 76: 208-211.
- Stammel B, Cyffka B, Geist J, Mueller M, Pander J, Blasch G, Fischer P, Gruppe A, Haas F, Kilg M, Lang P, Schopf R, Schwab A, Utschick H & Weißbrodt M 2011: Floodplain restoration on the Upper Danube (Germany) by re-establishing water and sediment dynamics: a scientific monitoring as part of the implementation. *River Syst.* 20(1-2): 55-70.
- Sudfeldt C, Dröschmeister R, Frederking K, Gedeon K, Gerlach B, Grüneberg J, Karthäuser J, Langgemach T, Schuster B, Trautmann S & Wahl T 2013: Vögel in Deutschland – 2013. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Ulbrich K 1995: Modellierung hydrologischer Prozesse und räumlicher Belastungsmuster in einer Leipziger Flussaue. *Verh. GfÖ* 24: 561-565.
- Utschick H 1995: Auswirkungen von Hochwässern, Frostperioden und Beunruhigung auf die Wasservogelverteilungen in den Innstauseen Stammham und Simbach-Braunau. *Mitt. Zool. Ges. Braunau* 6: 203 - 220.
- Utschick H 2000: Walddynamik und Auwald-Avizönosen nach Staustufenbau. In *Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz* (Hrsg): *Landnutzungsplanung und Naturschutz - Aktuelle Forschungsberichte*: 78 - 93. W&T, Berlin.
- Utschick H 2001: Flussauen als Vogelrefugium in Schlechtwetterperioden. *Ornithol. Anz.* 40: 137-163.
- Utschick H 2014: Nahrungsnischenveränderungen von Auwaldvögeln nach Auenrenaturierung. *Vogelwarte* 52: 19-48.
- Utschick H, Michl S & Heitland W 2012: Indikationspotenzial von Auwaldvögeln für das Monitoring von Auenrenaturierungen. *Ornithol. Anz.* 51: 97-134.
- Utschick H, Strätz C & Gruppe A 2013: Indikationspotenzial von Mollusken für das Monitoring von Auenrenaturierungen. *Mitt. Zool. Ges. Braunau* 11: 97-138.
- Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt 2010: Dynamisierung der Donauauen - Historische Entwicklung. http://www.wwa-in.bayern.de/projekte_und_programme/donauauen/historie/index.htm [Online, cited 07.10.2010].
- Weiger H & Margraf C 2003: Hochwasserschutz an der bayerischen Donau – eine Chance für den Artenschutz? *Natur & Landschaft* 78: 130-137.

Anhang: Beobachtungssummen von Vogelarten im Brut-, Sommer-/Herbst- und Winteraspekt (B = März – Juni, SH = Juli – Oktober, W = November – Februar) aus Auwald-Punktkartierungen entlang eines auenmorphologischen Feuchtegradienten (1-2 und 4-5 Mittelwerte über zwei Jahre vor bzw. nach den Dynamisierungsmaßnahmen im dritten Jahr) und aus Auenlandschafts-Gitterfeldkartierungen (1 = 2007/2008, 5 = 2012/2013) mit Orientierung des Feuchtegradienten am Grundwasserabstand. Deutliche Veränderungen nach der Dynamisierung (Zunahme blau, Abnahme rot, nachhaltige Veränderung dunkler) und Jahreszeiten mit höchsten Nachweiszahlen (Brutzeit grün, Sommer/Herbst gelb, Winter violett) hervorgehoben. – *Results of point mapping (morphological gradient from wet to dry woodland habitats; yearly average before [1-2] and after [4,5] renaturation work in year 3) and grid mapping (landscape units and water level conditions; 1 = 2007/2008, 5 = 2012/2013) including breeding (B), summer/autumn (SH) and winter (W) aspects. Increasing bird numbers after renaturation marked blue, decreasing red. Main season for indicator species marked green for breeding, yellow for summer/autumn and violet for winter aspects.*

Art species	Punktkartierung plots						Gitterfeldkartierung grid				
	Jahr/year			Saison/season			Jahr/year		Saison/season		
	1-2	3	4-5	B	SH	W	1	5	B	SH	W
Amsel <i>Turdus merula</i>	234	200	241	633	366	150	629	617	510	526	210
Bachstelze <i>Motacilla alba</i>	2,3	1,5	4,9	14	3	0	9	10	10	9	0
Baumfalke <i>Falco subbuteo</i>	1,6	1,0	2,3	7	3	0	0	12	9	3	0
Baumpieper <i>Anthus trivialis</i>	1,5	0	0	2	1	0	5	0	5	0	0
Bekassine <i>Gallinago gallinago</i>	0,0	0,3	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Bergfink <i>Fringilla montifringilla</i>	2,0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Blässhuhn <i>Fulica atra</i>	1,8	3,5	9,1	8	0	18	274	2244	161	754	1603
Blaumeise <i>Parus caeruleus</i>	304	339	413	711	512	549	747	834	556	485	540
Bluthänfling <i>Carduelis cannabina</i>	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Buchfink <i>Fringilla coelebs</i>	242	318	288	854	333	191	568	710	795	344	139
Buntspecht <i>Dendrocopos major</i>	263	204	313	491	387	477	578	605	390	389	404
Dorngrasmücke <i>Sylvia communis</i>	0	1,8	0	2	0	0	4	1	5	0	0
Eichelhäher <i>Garrulus glandarius</i>	152	172	189	195	321	338	351	293	135	263	246
Eisvogel <i>Alcedo atthis</i>	1,6	5	5,1	5	11	3	6	5	3	4	4
Erlenzeisig <i>Carduelis spinus</i>	14	24	13	19	3	57	48	31	3	12	64
Fasan <i>Phasianus colchicus</i>	1	4	2,8	9	1	2	1	1	2	0	0
Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	0	0	0,1	1	0	0	0	1	1	0	0
Feldschwirl <i>Locustella naevia</i>	0	0	0,3	1	0	0	4	0	0	0	0
Feldsperling <i>Passer montanus</i>	2,5	0	0	2	0	3	0	0	1	0	3
Fichtenkreuzschnabel <i>Loxia curvirostra</i>	0,8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Fischadler <i>Pandion haliaetus</i>	0	0	0,1	0	1	0	1	1	0	2	0
Fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	49	56	60	243	32	0	70	63	117	16	0
Flussuferläufer <i>Tringa hypoleucos</i>	0	0	0,1	0	1	0	1	2	1	2	0
Gänsesäger <i>Mergus merganser</i>	11	4,5	9,4	13	18	14	38	97	53	5	77
Gartenbaumläufer <i>Certhia brachydactyla</i>	28	14	23	52	41	24	103	57	58	54	48
Gartengrasmücke <i>Sylvia borin</i>	33	56	36	127	67	0	92	63	101	54	0
Gartenrotschwanz <i>Phoenicurus phoenic.</i>	0,5	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0
Gebirgsstelze <i>Motacilla cinerea</i>	0,3	9,8	7,9	5	17	5	4	9	3	9	1
Gelbspötter <i>Hippolais icterina</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Gimpel <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	124	98	124	100	92	402	277	306	62	79	442
Goldammer <i>Emberiza citrinella</i>	35	35	21	89	37	20	99	53	72	51	29
Graugans <i>Anser anser</i>	2,0	6,5	7	24	0	1	973	3719	782	2521	1389
Graureiher <i>Ardea cinerea</i>	0	1	5,5	2	2	9	16	54	12	24	34
Grauschnäpper <i>Muscicapa striata</i>	4,5	7,8	11	11	27	6	15	9	8	16	0
Grauspecht <i>Picus canus</i>	4,8	8,3	4,3	19	2	77	21	17	20	10	8
Grünfink <i>Carduelis chloris</i>	41	41	25	67	27	25	85	26	32	24	55
Grünspecht <i>Picus viridis</i>	24	29	22	43	52	3	33	27	16	30	14
Habicht <i>Accipiter gentilis</i>	0,3	0	1,5	1	0	0	3	3	2	1	3
Halsbandschnäpper <i>Ficedula albicollis</i>	31	21	38	135	22	0	51	41	80	12	0

Art species	Punktkartierung plots						Gitterfeldkartierung grid				
	Jahr/year			Saison/season			Jahr/year		Saison/season		
	1-2	3	4-5	B	SH	W	1	5	B	SH	W
Haubenmeise <i>Lophophanes cristatus</i>	8,8	8,8	6,5	2	15	23	15	21	9	11	16
Haubentaucher <i>Podiceps cristatus</i>	0	0	0,5	0	0	1	95	153	72	128	48
Hausrotschwanz <i>Phoenicurus ochruros</i>	0,5	0,5	0,6	1	2	0	2	2	0	4	0
Heckenbraunelle <i>Prunella modularis</i>	6,6	8,5	12	41	6	0	24	21	42	3	0
Höckerschwan <i>Cygnus olor</i>	0	3	6,4	7	0	9	6	58	37	20	7
Hohltaube <i>Columba oenas</i>	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Kanadagans <i>Branta canadensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Kernbeisser <i>Coccothraustes coccothr.</i>	5,9	5,5	20	18	12	27	11	13	10	6	8
Klappergrasmücke <i>Sylvia curruca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Kleiber <i>Sitta europaea</i>	339	335	437	450	656	781	790	815	274	702	629
Kleinspecht <i>Dendrocopos minor</i>	3,6	3,0	1,9	4	6	4	9	7	2	11	3
Knäkente <i>Anas querquedula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Kohlmeise <i>Parus major</i>	520	521	604	1046	976	746	1374	1384	1011	1060	687
Kolbenente <i>Netta rufina</i>	0,5	0,0	1	3	0	0	26	313	134	194	11
Kormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	3,9	3,3	6,5	4	7	14	128	161	61	155	73
Krickente <i>Anas crecca</i>	0	0	0,5	1	0	0	4	51	49	3	3
Kuckuck <i>Cuculus canorus</i>	10	13	20	73	0	0	16	20	34	2	0
Lachmöwe <i>Larus ridibundus</i>	0,5	4,5	0,0	1	5	0	0	0	0	0	0
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	72	66	84	101	160	117	121	97	72	83	63
Mauersegler <i>Apus apus</i>	3,1	4,3	2,3	15	0	0	15	0	15	0	0
Mehlschwalbe <i>Delichon urbicum</i>	3,8	0	0	7	1	0	7	0	7	0	0
Misteldrossel <i>Turdus viscivorus</i>	0,5	0,5	0,3	1	0	2	6	4	7	0	3
Mittelmeermöwe <i>Larus michahellis</i>	0,5	0,5	0,8	2	1	1	11	20	19	6	6
Mittelsäger <i>Mergus serrator</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Mittelspecht <i>Dendrocopos medius</i>	72	110	108	210	138	121	98	141	96	83	60
Mönchsgrasmücke <i>Sylvia atricapilla</i>	237	292	329	872	552	0	593	881	896	578	0
Nilgans <i>Alopochen aegyptiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	25	14	11	0
Pfeifente <i>Anas penelope</i>	0	0	0	0	0	0	14	2	4	0	12
Pirol <i>Oriolus oriolus</i>	8	15	19	46	23	0	10	37	29	18	0
Rabenkrähe <i>Corvus corone</i>	39	96	89	142	47	162	40	90	53	26	51
Rauchschwalbe <i>Hirundo rustica</i>	2,4	13	0,8	17	3	0	4	3	7	0	0
Reiherente <i>Aythya fuligula</i>	23	26	38	32	1	116	1120	2164	945	1098	1241
Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>	27	46	45	116	73	0	37	85	64	58	0
Rohrhammer <i>Emberiza schoeniclus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
Rohrweihe <i>Circus aeruginosus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Rotdrossel <i>Turdus iliacus</i>	4,5	0	4	1	0	16	11	7	0	0	18
Rotkehlchen <i>Erithacus rubecula</i>	158	134	155	579	164	18	432	280	523	168	21
Rotmilan <i>Milvus milvus</i>	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Saatkrähe <i>Corvus frugilegus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Schellente <i>Bucephala clangula</i>	0,3	0	0,5	0	0	2	44	75	39	0	80
Schnatterente <i>Anas strepera</i>	0	0	0	0	0	0	60	79	16	39	84

Art species	Punktkartierung plots						Gitterfeldkartierung grid				
	Jahr/year			Saison/season			Jahr/year		Saison/season		
	1-2	3	4-5	B	SH	W	1	5	B	SH	W
Schwanzmeise <i>Aegithalos caudatus</i>	49	49	43	69	58	107	100	64	37	29	98
Schwarzmilan <i>Milvus migrans</i>	3,5	0	3,3	11	3	0	3	10	6	7	0
Schwarzspecht <i>Dryocopus martius</i>	8	10	20	25	18	23	15	39	15	26	13
Silberreiher <i>Ardea alba</i>	0	1	1,6	0	0	4	6	28	2	6	26
Singdrossel <i>Turdus philomelos</i>	103	104	130	391	174	5	248	414	405	242	15
Sommergoldhähnchen <i>Regulus ignicap.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Sperber <i>Accipiter nisus</i>	6,8	3,3	5,1	12	12	3	10	6	6	6	4
Spiessente <i>Anas acuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Star <i>Sturnus vulgaris</i>	26	57	27	160	4	0	108	76	136	48	0
Stieglitz <i>Carduelis carduelis</i>	20	3	5	3	19	32	75	19	17	15	62
Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>	35	48	117	66	40	245	718	1590	612	373	1323
Sumpfmeise <i>Parus palustris</i>	114	105	131	146	192	259	296	321	104	218	295
Sumpfrohrsänger <i>Acrocephalus palustris</i>	0	0,8	0,9	3	0	0	1	5	5	1	0
Tafelente <i>Aythya ferina</i>	0	0	0	0	0	0	18	183	33	131	37
Tannenmeise <i>Parus ater</i>	10	4	5,3	12	8	16	18	10	9	5	14
Teichhuhn <i>Gallinula chloropus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Teichrohrsänger <i>Acrocephalus scirpac.</i>	0	0	0	0	0	0	4	1	5	0	0
Trauerschnäpper <i>Ficedula hypoleuca</i>	3,8	0	2	8	4	0	4	0	2	2	0
Turmfalke <i>Falco tinnunculus</i>	0,6	0	0,8	3	1	0	0	1	1	0	0
Turteltaube <i>Streptopelia turtur</i>	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Uferschwalbe <i>Riparia riparia</i>	0,3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Wacholderdrossel <i>Turdus pilaris</i>	11	16	36	9	19	83	44	82	5	30	91
Waldbaumläufer <i>Certhia familiaris</i>	1,3	0	0,5	1	1	2	6	3	2	2	5
Waldkauz <i>Strix aluco</i>	0,4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Waldlaubsänger <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	3,9	2	0,1	9	0	0	8	1	8	1	0
Waldwasserläufer <i>Tringa ochropus</i>	0	2,3	2,5	1	1	6	2	2	0	1	3
Wasseramsel <i>Cinclus cinclus</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Weidenmeise <i>Parus montanus</i>	13	10	7,4	16	9	25	25	16	14	8	19
Weißwangengans <i>Branta leucopsis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Wespenbussard <i>Pernis apivorus</i>	0,8	2	0	2	2	0	2	4	0	6	0
Wintergoldhähnchen <i>Regulus regulus</i>	5,5	5,3	8	8	6	19	31	25	3	18	35
Zaunkönig <i>Troglodytes troglodytes</i>	67	84	74	177	121	68	311	179	214	193	83
Zilpzalp <i>Phylloscopus collybita</i>	169	191	177	494	386	4	462	229	350	341	0
Zwergmöwe <i>Hydrocoloeus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0
Zwergsäger <i>Mergus albellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
Zwergtaucher <i>Tachybaptus ruficollis</i>	0	0	1,3	0	0	3	3	1	3	0	1
Artenzahl	82	72	80	85	69	59	96	91	91	78	65
Summe	3814	4063	4662	9308	6308	5446	12762	20237	10550	11880	10569

Das Navigationssystem der Vögel

Roswitha Wiltschko und Wolfgang Wiltschko

Wiltschko R & Wiltschko W 2017: The avian navigational system. Vogelwarte 55: 29-51.

In the past 50 years, the field of animal navigation has been growing fast. In this review, we will summarize our present knowledge on avian navigation, which is a two-step process: in the first step, the birds determine the compass course to the goal; in the second step, they use a compass to transfer this direction into a flying direction. Here we briefly describe (1) the avian compass mechanisms – magnetic compass, sun compass, star compass – and their interrelations and (2) the mechanisms setting the course, like navigation based on site-specific information, navigation based on information obtained during the outward journey, and, in the case of juvenile first-time migrants, the innate migration program leading the young birds to their yet unknown wintering area. The navigational systems for returning back to a home site and migratory orientation both develop according to the same principle: initially, innate mechanisms allow reaching the goal, at the same time providing the opportunity to acquire information on the distribution of the navigational factors to establish the complex navigational ‘map’ that allow the direct orientation to a familiar goal from a distant site.

✉ RW:Fachbereich Biowissenschaften, J. W. Goethe-Universität Frankfurt, Max-von-Laue-Straße 13, D-60438 Frankfurt am Main, Germany. E-Mail: wiltschko@bio.uni-frankfurt.de

1. Einleitung

Die großartigen Navigationsleistungen von Vögeln sind schon lange bekannt. Bereits vor 4000 Jahren domestizierten die alten Ägypter Felsentauben, *Columba livia*, und setzten sie als „Brieftauben“ zur Nachrichtenübermittlung ein. Die Orientierungsleistungen der Zugvögel sind uns dagegen noch nicht so lange bewusst. Zwar hatte man schon sehr früh beobachtet, dass manche Vogelarten nur im Sommer bei uns weilen, aber die gewaltigen Ausmaße des Vogelzugs wurden erst deutlich, als Reisende die entsprechenden Arten im Winter im Mittelmeergebiet und in Afrika beobachteten. Vor allem aber trug die Vogelberingung dazu bei, da sie erste konkrete Daten über die weiten Flüge einzelner Individuen lieferte. Auch stellte sich heraus, dass zahlreiche Zugvögel, wenn sie im Frühjahr ins Brutgebiet zurückkehrten, wieder am gleichen Ort brüteten, und auch im Winterquartier suchen viele Arten einen bewährten Überwinterungsort im nächsten Jahr wieder auf (s. Dorst 1961; Mewaldt 1964). Großräumige Verfrachtungsversuche mit Seevögeln, aber auch mit landbewohnenden Kleinvögeln in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dokumentierten die weite Verbreitung der Fähigkeit der Vögel zur Navigation, d.h. einen bestimmten Ort gezielt anzufliegen. Dabei stehen die Entfernungen, aus denen verfrachtete Wildvögel zurückkehren, unter anderem mit der Größe des Aktionsraums in Beziehung (Zus. und Literatur, s. R. Wiltschko 1992).

Die systematische Untersuchung dieser Fähigkeiten begann in der Mitte des 20. Jahrhundert, ausgelöst durch zwei Beobachtungen, die sich für die Methodik als sehr wichtig herausstellen sollten. Die erste war die Entdeckung Kramers (1949), dass gefangene Zugvögel wäh-

rend der Zugzeit in geeigneten Käfigen ihre Zugrichtung bevorzugen. Dadurch wurde es möglich, Zugvögel unter verschiedenen Bedingungen zu testen, denn in dem kleinen Bereich um einen Käfig ließen sich Umweltbedingungen kontrolliert ändern. Zweitens stellten Matthews (1951) und Kramer (Kramer & von Saint Paul 1952) unabhängig voneinander fest, dass verfrachtete Brieftauben in der Regel etwa in Heimrichtung abfliegen. Bis dahin war es nur möglich gewesen, die Heimkehrrate und die Heimkehrzeit zu registrieren; jetzt wurde die Beobachtung der Verschwinderichtungen (die Richtungen, in denen verfrachtete Vögel nach dem Freilassen aus dem Gesichtsfeld verschwinden) zu einer wichtigen Methode, denn diese Verschwinderichtungen spiegeln wider, welche Richtung die Vögel am Auflassort für ihre Heimrichtung halten. So erlauben sie das Abschätzen der Wirkung experimenteller Manipulationen. Dazu kam als weitere methodische Neuerung die Dressur von Vögeln auf Richtungen, die in den 1950er Jahren vielfach angewendet wurde (z. B. Hoffmann 1954; von St. Paul 1954, 1956). Später rückte diese Methode aber mehr in den Hintergrund und wird heute meist nur noch angewandt, wenn spontanes Verhalten nicht zur Verfügung steht.

Heute ist das Navigationssystem der Vögel in groben Zügen bekannt, auch wenn einige Fragen noch offen sind. Dabei stammen viele Erkenntnisse aus Untersuchungen an Brieftauben, einem „Haustier“, doch es gibt sehr viele Parallelen zum Verhalten anderer Vögel – man darf wohl davon ausgehen, dass diese mit gebührender Vorsicht übertragen werden können und allgemeine Eigenschaften des Navigationssystems der Vögel widerspiegeln.

2. Ein grundlegendes Konzept

Mit dem Sonnenkompass beschrieb Kramer 1950 den erste Orientierungsmechanismus der Vögel, und seine Entdeckung veranlasste ihn (Kramer 1953; 1957), das *Karte-Kompass-Prinzip* zu formulieren. Es beschreibt Navigation als ein Zwei-Schritt-Verfahren: Im ersten Schritt, dem „Karten“-Schritt, stellt der Vogel fest, in welcher Kompassrichtung sein Ziel liegt; im zweiten Schritt, dem „Kompass“-Schritt sucht er diese Richtung mit Hilfe eines Kompassmechanismus auf – die erste Angabe, etwa „Süd“, wird damit in ein „dorthin“ umgewandelt, das dem Vogel die Flugrichtung vorgibt (Abb. 1).

Kramer (1953) stellte das *Karte-Kompass-Prinzip* zunächst für verfrachtete Brieftauben auf, wobei der erste Schritt offen blieb und im zweiten Schritt der Sonnenkompass angenommen wurde. Dieses Prinzip kann aber viel allgemeiner gefasst werden, so dass es praktisch alle Orientierungsleistungen von Vögeln umfasst. Navigation scheint immer ein Zwei-Schritt-Verfahren zu sein: Zunächst wird die Richtung zum Ziel festgelegt, was auf sehr verschiedene Weise geschehen kann, und auch im zweiten Schritt kann der Sonnenkompass durch andere Kompassmechanismen ersetzt werden (s. R. Wiltschko u. Wiltschko 2003). Das *Karte-Kompass-Prinzip* stellt ein grundlegendes Konzept in der Orientierungsforschung dar, und es erlaubt, gezieltere Fragen nach den einzelnen Orientierungsmechanismen und ihrer Rolle im Navigationssystem zu stellen.

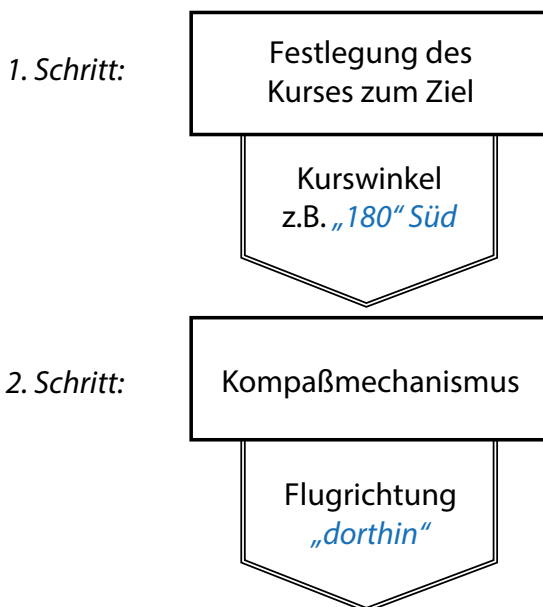


Abb. 1: Kramers (1953) Karte-Kompaß-Prinzip, verallgemeinert. – Kramer's (1953, 1957) Map-and-Compass-Model, generalized.

Auch wir werden hier nach dem *Karte-Kompass-Prinzip* vorgehen. Zunächst wollen wir die Kompassmechanismen vorstellen, denn diese sind weitgehend bekannt. Die Mechanismen, die die Richtung zum Ziel festlegen, sind weniger gut untersucht und noch nicht in allen Einzelheiten verstanden.

3. Kompassmechanismen

Den Vögeln stehen mehrere Kompassmechanismen zur Verfügung: ein Magnetkompass, der Richtungsinformation aus den Magnetfeld der Erde ableitet, und die Himmelkompass, vor allem der Sonnenkompass, der die Sonne und das Polarisationsmuster des Himmels zur Richtungsbestimmung benutzt. Bei nachziehenden Zugvögeln ist darüber hinaus ein Sternkompass beschrieben. Wir beginnen unsere Darstellung mit dem Magnetkompass, denn er ist der einzige Mechanismus, der angeboren ist in dem Sinne, dass er auf einer direkten Sinneswahrnehmung beruht.

3.1. Der Magnetkompass

In den 1960er Jahre konnte die Frankfurter Arbeitsgruppe um F.W. Merkel zunächst nachweisen, dass Zugvögel sich entgegen der damals vorherrschenden Meinung auch ohne Himmelssicht orientieren konnten (Merkel et al. 1964). Anschließend Versuche zeigten dann, dass die Vögel das Magnetfeld zum Richtungsfinden benutzen. Im Erdmagnetfeld schlugen die Vögel im Käfig ihre Zugrichtung ein; bei Drehung der magnetischen Nordrichtung durch Helmholtz-Spulen änderten sie ihre Richtungswahlen entsprechend (Abb. 2a,b), d.h. sie strebten im Frühjahr weiter nach *magnetisch* Nord, auch wenn dies einer ganz anderen geographischen Richtung entsprach (z. B. W. Wiltschko 1968).

Die Funktionsweise des Magnetkompass wurde ebenfalls analysiert, indem die Fähigkeit der Vögel, sich in Zugrichtung zu orientieren, als Kriterium diente. Dabei zeigte sich, dass der Magnetkompass der Vögel sich grundsätzlich von unserem technischen Kompass unterscheidet. Dies wird bei drei Eigenschaften deutlich:

- (1) Die Vögel nehmen nicht die Polarität des Magnetfelds wahr, sondern offensichtlich nur den axiale Verlauf der Feldlinien und unterscheiden die beiden Enden der Achse aufgrund ihrer Inklinaton, der Neigung im Raum. Bei Umkehrung der Vertikal-komponente, wenn die Feldlinien nicht länger nach Norden-unten wie im lokalen Erdmagnetfeld, sondern nach Norden-oben verlaufen, kehren die Vögel ihre Richtung um (Abb. 2c). Sie haben damit einen *Inklinationskompass*, der nicht zwischen magnetisch Nord und Süd unterscheidet, sondern zwischen *polwärts*, wo die Achse der Feldlinien nach unten weist, und *äquatorwärts*, wo sie nach oben zeigen (Abb. 3) (W. Wiltschko & Wiltschko 1972).
- (2) Der Magnetkompass der Vögel funktioniert spontan nur in einem begrenzten biologischen Fenster. Eine

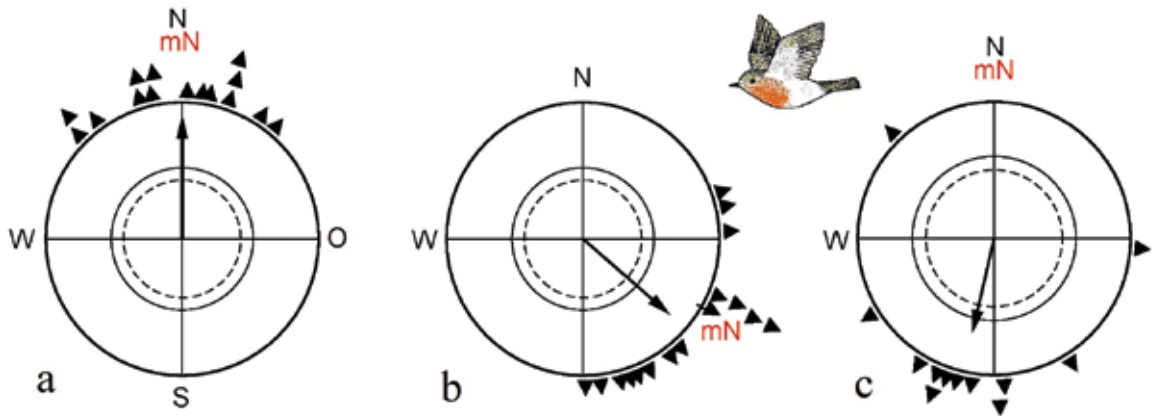


Abb. 2: Der Nachweis des Magnetkompaß als Inklinationskompass: Orientierung von Rotkehlchen während des Frühjahrszugs im lokalen Erdmagnetfeld (2a), in einem Magnetfeld, dessen Horizontalkomponente um 120° nach Ost-Südost gedreht war (2b) und in einem Magnetfeld, dessen Vertikalkomponente umgekehrt war, so daß sie statt nach unten nach oben wies (2c). N, O, S, W: die geographischen Richtungen Nord, Ost, Süd und West; mN: magnetische Nord. Die Dreiecke an der Peripherie des Kreises gibt die mittlere Richtungswahl einzelner Vögel an; der Pfeil stellt den mittleren Vektor dar, proportional zum Radius des äußeren Kreises, und die beiden inneren Kreise geben die 5 % (gestrichelt) und die 1 % Signifikanzgrenze des Rayleigh-Tests (Batschelet 1981) an (nach W. Wiltschko et al. 2001). – *Evidence for the avian magnetic compass being an inclination compass: Orientation of European Robins during spring migration in the local geomagnetic field (2a), in a field with magnetic North turned by 120° to East-Southeast (2b), and in a magnetic field with the vertical component inverted so that it pointed upward instead of down (2c).* N, O, S, W: the geographic directions North, East, South and West, mN: magnetic North. The triangles at the periphery of the circle indicate the mean headings of individual birds; the arrow represents the grand mean vector, proportional to the radius of the outer circle, and the two inner circles mark the 5 % (dashed) and 1 % significant border of the Rayleigh tests (Batschelet 1981) (after W. Wiltschko et al. 2001).

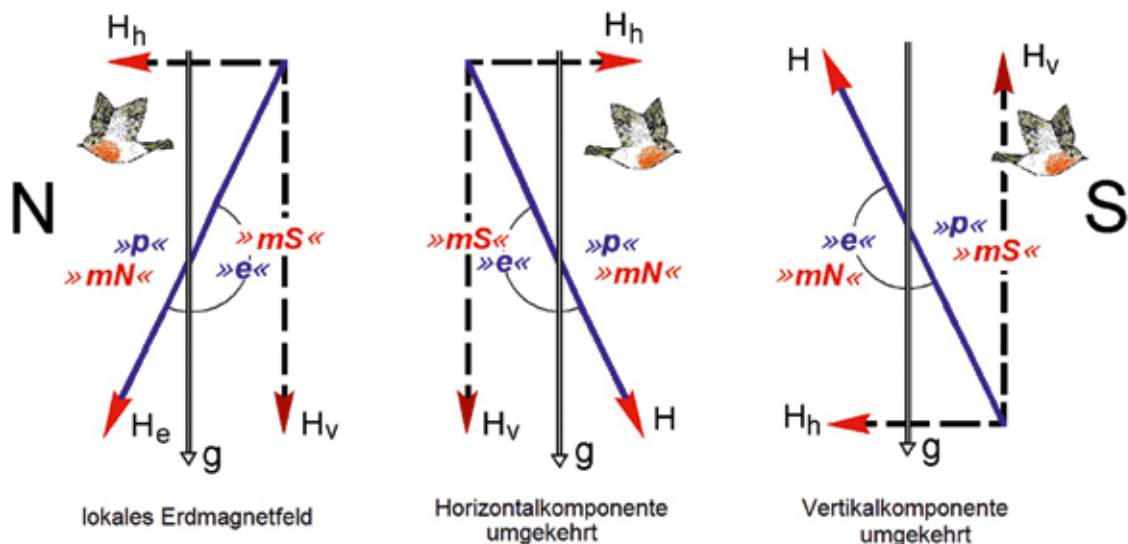


Abb. 3: Schema des Magnetfelds, von Westen aus gesehen, das die Funktionsweise des Inklinationskompass veranschaulichen soll. He: Vektor des lokalen Erdmagnetfeld, H: Vektor des Magnetfeld, Hh, Hv: Horizontal- und Vertikalkomponente; g, Richtung der Schwerkraft. N, S: geographisch Nord und Süd; »mN«, »mS«: magnetisch Nord und Süd; »p«, »e«: polwärts und äquatorwärts, die Angaben des Magnetkompasses der Vögel. Die fliegende Vogel zeigt die Richtung an, in der die Vögel bei uns ihre Frühjahrszugrichtung suchen. – *Schematic view on the magnetic field, as seen from the West, to illustrate the functional mode of the inclination compass.* He: vector of the local geomagnetic field; H: vector of the magnetic field; Hh, Hv: horizontal and vertical component; g, gravity. N, S: geographic North and South; »mN«, »mS«: magnetic North and South; »p«, »e«: polward and equatorward, the readings of the avian magnetic compass. The flying birds mark the direction that the birds in our latitudes take to be their spring migratory direction.

abrupte Änderung der Feldstärke um mehr als 25 % führt zu Desorientierung. Allerdings sind Vögel fähig, sich an andere Feldstärken zu gewöhnen, wenn sie sich in stärkeren oder schwächeren Feldern aufhalten (s. R. Wiltschko & Wiltschko 2014). Dabei geht die Gewöhnung an doppelt so starke Felder recht schnell (W. Wiltschko et al. 2006), aber auch eine Gewöhnung an sehr schwache Felder von weniger als 1/10 der lokalen Feldstärke von 46 μT (nanoTesla) ist möglich, wenn auch langwieriger (Winklhofer et al. 2013). Allerdings können sich die Vögel nur bei Feldstärken orientieren, die sie zuvor erfahren haben, nicht aber bei dazwischen liegenden Intensitäten. Es scheint so, als ob das biologische Fenster weder erweitert noch verschoben wird, sondern als ob sich bei der neuen Feldstärke ein weiteres biologisches Fenster aufbaut.

- (3) Der Magnetkompass ist lichtabhängig und erfordert eine geringe Menge kurzwelliges Licht aus dem Bereich von etwa 370 nm Ultraviolett bis 565 nm Grün (Zus. s. R. Wiltschko & Wiltschko 2014).

Diese zunächst überraschend erscheinenden Eigenschaften des Magnetkompasses sind im Einklang mit einem Mechanismus, mit dessen Hilfe die Vögel wahrscheinlich die Richtung des Magnetfelds wahrnehmen. Dieser ist ein *Radikalpaar*-Mechanismus, der auf chemischen Prozessen beruht, die von der Richtung des Magnetfelds modifiziert werden (Ritz et al. 2000; 2004). Die Polarität spielt dabei keine Rolle, so dass sie nicht wahrgenommen werden kann. Die Primärprozesse finden im Auge statt. Als Photopigment, das die Radikalpaare bildet, wurde Cryptochrom vorgeschlagen (Ritz et al. 2000), und die ermittelte Lichtabhängigkeit des Magnetkompass spiegelt die Absorption dieses Proteins wider. Cryptochrom 1a wurde tatsächlich in den für ultraviolettes/violettes Licht empfindlichen Zapfen in der Retina von Haushühnern, *Gallus gallus*, und Rotkehlchen nachgewiesen (Nießner et al. 2011). Diese Zapfen sind über die ganze Retina verteilt und damit wegen der runden Form des Augapfels in alle Raumrichtungen ausgerichtet - dadurch würde sich auf der Retina ein Aktivierungsmuster bilden, das zentralsymmetrisch zum magnetischen Vektor ausgerichtet ist. Änderungen der Feldstärke verändern das Aktivitätsmuster, aber die Zentralsymmetrie bleibt erhalten, so dass Vögel mit der Zeit in der Lage sind, auch das neue Muster zu interpretieren (s. Ritz et al. 2000).

Durch Käfigversuche wurde ein Magnetkompass bei über 15 weiteren Zugvogelarten nachgewiesen, wo er unabhängig von der Zugstrecke und der Tageszeit zum Einsatz kommt, auch bei Arten wie Gartengrasmücken, *Sylvia borin*, oder Trauerschnäppern, *Ficedula hypoleuca*, die über den magnetischen Äquator ziehen (W. Wiltschko 1974; Beck & Wiltschko 1981). Der Magnetkompass ist aber keineswegs auf Zugvögel beschränkt. Bei Brieftauben wurde er nachgewiesen, indem man verfrachtete

Tauben mit kleinen batterie-betriebenen Spulen um den Kopf freiließ und bei bedecktem Himmel geänderte Abflugrichtungen beobachten konnte (Walcott und Green 1974). Bei anderen Nicht-Ziehern wie Haushuhn und Zebrafinken, *Taeniopygia guttata*, gelang der Nachweis durch Richtungsdressur (Freire et al. 2005; Voss et al. 2007). Es sind erst wenige Arten im Detail untersucht, aber bisher zeigte sich, dass der Magnetkompass bei allen Arten offensichtlich auf die gleiche Weise funktioniert (s. Tab. 1) – dieser Typ Magnetkompass scheint allen Vögeln gemeinsam zu sein. Besonders die Parallelen zwischen dem Rotkehlchen, einem Singvogel, und dem Haushuhn, die sich auch auf histologische Untersuchungen der Retina beziehen (Nießner et al. 2011), sind aufschlussreich, denn beide Arten gehören zwei verschiedenen Entwicklungslinien an, die sich schon vor etwa 90 Millionen Jahren in der späten Kreidezeit getrennt haben (Ericson et al. 2006). Das spricht dafür, dass der Magnetkompass der Vögel bereits von den Ahnen der modernen Vögel im Erdmittelalter entwickelt wurde.

Das bedeutet, dass der Magnetkompass zunächst bei der Orientierung im Heimbereich eine Rolle spielte – er dient dazu, die täglichen Wege dort zu optimieren. Vögel können sich merken, in welcher Richtung ein Ziel, z. B. eine ergiebige Nahrungsquelle oder Wasserstelle, liegt und diese dann gezielt anfliegen. Den Einsatz der Magnetkompass auf kleinstem Raum dokumentieren auch die Dressurversuche, die in Arenen mit 1 m Durchmesser oder weniger stattfanden (s. Freire et al. 2005; Voss et al. 2007). Später, als einige Vögel zu ziehen begannen, wurde der Magnetkompass auch auf dem Vogelzug eingesetzt, wo er vom Wetter unabhängig tags und nachts Richtungsinformation liefern kann. Die Stärke des Erdmagnetfelds nimmt von den magnetischen Polen zum magnetischen Äquator hin ab; Zugvögel können sich aber während ihres Zugs nach Süden leicht an die sich allmählich abschwächende Feldstärke gewöhnen. Für die Arten, die über den magnetischen Äquator ziehen, ergibt sich allerdings aus der Funktionsweise des Magnetkompass als Inklinationskompass das Problem, dass die magnetische Richtungsinformation dort wegen des horizontalen Verlaufs der Feldlinien zweideutig wird. Hier müssen sie eine kurze Strecke wohl mit Hilfe der Himmelskompassmechanismen überwinden (s. Beason 1992). Jenseits des magnetischen Äquators auf der magnetischen Südhalbkugel weist die Inklination nach oben; hier müssen die Vögel ihre Zugrichtung von *äquatorwärts* in *polwärts* umkehren, um im Herbst weiter nach Süden zu fliegen. Käfigversuche mit Gartengrasmücken zeigten, dass der Aufenthalt in einem horizontalen Magnetfeld offenbar als Signal wirkt und eine Umkehr der Zugrichtung bewirkt (W. Wiltschko & Wiltschko 1992).

3.2. Der Sonnenkompass

Beim Richtungsbestimmen mit der Sonne muss deren tägliche Wanderung berücksichtigt werden – die Vögel müssen die Stellung der Sonne mit Hilfe ihrer *Inneren*

Tab. 1: Vogelarten, bei denen ein Magnetkompaß nachgewiesen worden ist – Bird species demonstrated to have a magnetic compass.

Vogelart (Familie) Bird species (family)	Verbreitung Distribution	Strecken Distance	Tageszeit Time of day	Modus Mode	Eigenschaften Characteristics
Hühnervögel (Galliformes):					
Haushuhn (Phasianidae)	Asien +	(lokal)	(tags)	(Inkl.)	lichtabhängig; biol. Fenster; RP-Mech.
Tauben (Columbiformes):					
Haustaube (Columbidae)	Europa+	(lokal)	(tags)	Inkl.	lichtabhängig
Limikolen (Charadriiformes):					
Sanderling (Scolopacidae)	Arktis	mittel-lang	tags,nachts		
Singvögel (Passeriformes):					
Rauchschwalbe (Hirundinidae)	Holarktis	lang	tags		
Baumpieper (Motacillidae)	Europa	lang	tags		
Rotkehlchen (Turdidae)	Europa	mittel	nachts	Inkl.	lichtabhängig; biol. Fenster; RP-Mech.
Trauerschnäpper (Muscicapidae)	Europa	lang	nachts	Inkl.	
Wintergoldhähnchen (Regulidae)	Europa	kurz	nachts		
Gartengrasmücke (Sylviidae)	Europa	lang	nachts	Inkl.	lichtabhängig; biol. Fenster; RP-Mech.
Dorngrasmücke (Sylviidae)					
Mönchsgrasmücke (Sylviidae)	Europa	mittel-lang	nachts	Inkl.	
Buchfink (Fringillidae)	Europa	kurz	tags		
Schneeammer (Emberizidae)	Arktis	mittel	tags,nachts		
Rotaugenvireo (Vireonidae)	N.-Amerika	lang	nachts		
Indigofink (Emberizidae)	N.-Amerika	lang	nachts	Inkl.	
Reisstärkung (Icteridae)	N.-Amerika	lang	nachts	Inkl.	
Austral. Brillenvogel (Zosteropidae)	Australien	mittel	Dämmerung	Inkl.	lichtabhängig
Dreistreifenhonigfresser (Meliphagidae)	Australien	mittel	tags	Inkl.	
Zebrafink (Estrildidae)	Australien	(lokal)	(tags)	(Inkl.)	RP-Mech

Bei Nicht-Zugvögeln ist als Strecke lokal angegeben, und dies und die Zeit in Klammern gesetzt. Modus und Eigenschaften: Inkl., lichtabhängig; biol. Fenster, RP-Mech. geben an, bei welchen Arten ein Inklinationskompaß, Lichtabhängigkeit, ein biologisches Fenster und ein Radikalpaarmechanismus nachgewiesen ist; (Inkl.) zeigt den indirekten Nachweis des Inklinationskompaß über den Radikalpaarmechanismus. – Distance: lang = long, mittel = medium; for non-migrants, (lokal) is given as distance. Time of day; tags= during the day; nights = at night; Dämmerung = during twilight. Mode and characteristics: inkl, lichtabh., biol. . Fenster. and RP Mech. indicate for which species an inclination compass, light-dependency, a biological window and a Radical Pair mechanism has been demonstrated; (Inkl) indicates indirect evidence for an inclination compass by a Radical Pair mechanism.

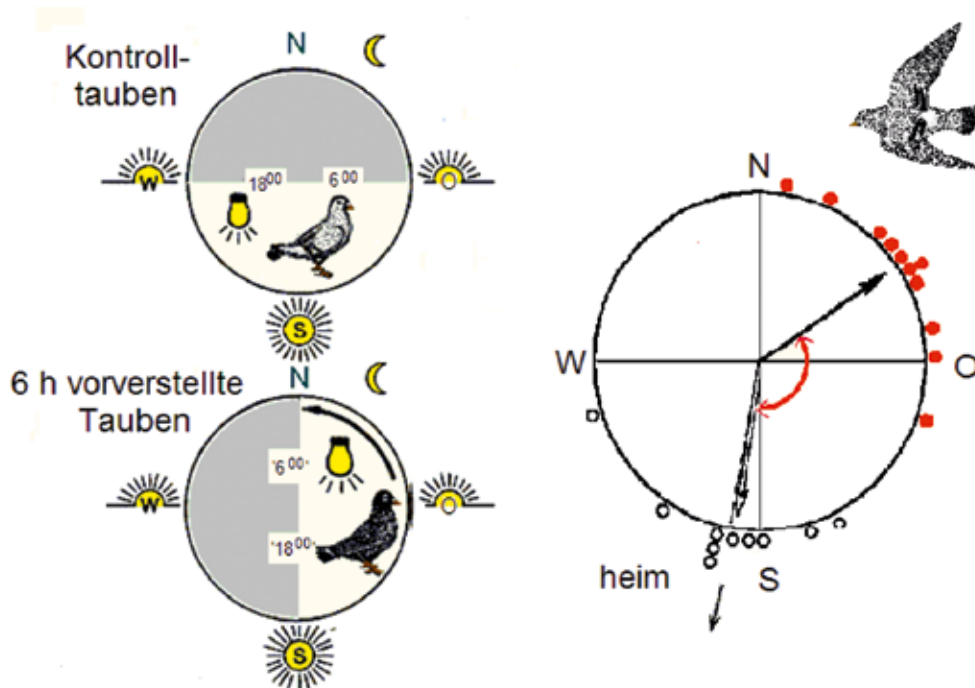


Abb. 4: Nachweis des Sonnenkompass bei Brieftauben im Zeitumstimmungsversuch. Links: Tag-Nacht-Wechsel bei den Kontrolltauben (oben) und den 6 Stunden vorverstellten Versuchstauben (unten). Rechts: Abflugdiagramm der Kontrolltauben (offene Symbole) und der Versuchstauben (rote Symbole) an einem Ort ca. 40 km nördlich vom Schlag. Die Symbole an der Peripherie des Kreises geben die Verschwinderichtungen einzelner Tauben an, die Pfeile stellen den mittleren Vektor der Gruppen dar. Die Heimrichtung, 192°, ist durch einen gestrichelten Radius und einen Pfeil außerhalb des Kreises markiert. N, O, S, W: geographische Richtungen (nach R. Wiltschko et al. 1999). – *Demonstration of sun compass orientation of homing pigeons in a clock-shift experiment. Left: Day and Night-regime of the control birds (above) and of the 6 hours fast-shifted experimental birds (below). Right: vanishing diagrams of the control birds (open symbols) and of the experimental birds (red symbols) at a release site about 40 km north of the loft. The symbols at the periphery of the circle mark the vanishing bearings of individual pigeons, the arrows represent the mean vectors of the groups. The home direction, 192°, is indicated by a dashed radius and a small arrow outside the circle. N, O, S, W: geographic directions.*

Uhr interpretieren. Darauf beruht auch der heute übliche Nachweis des Sonnenkompass durch *Zeitumstimmungsversuche*: Vögel, meist Brieftauben, werden einem Hell-Dunkel-Wechsel ausgesetzt, der gegenüber dem natürlichen Tag um meist 6 Stunden verschoben ist. Nach etwa 5 Tagen ist die *Innere Uhr* auf den neuen Tag-Nacht-Wechsel eingestellt, und wenn man die Tauben dann verfrachtet und frei lässt, weichen ihre Abflugrichtungen merklich von denen unbehandelter Kontrolltauben ab (Abb. 4) - bei uns auf der Nordhalbkugel bei Vorverstellung der Inneren Uhr im Gegenurzeigersinn, bei Nachverstellung im Uhrzeigersinn (z. B. Schmidt-Koenig 1958; Keeton 1979 u.v.a.). Aber nicht nur die Sonne selbst, sondern auch sonnenabhängige Faktoren wie das Band des polarisierten Lichts werden von den Vögeln benutzt. Besonders zur Zeit des Sonnenuntergangs, wenn es 90° von der Sonne senkrecht über dem Horizont steht, scheint es bei Nachtziehern eine wichtige Rolle zu spielen.

Unsere Kenntnis der Funktionsweise des Sonnenkompass geht vor allem auf Versuche mit Brieftauben zurück.

Tauben richten sich nur nach dem Sonnenazimut (der Richtung der Sonne auf den Horizont projiziert); die Sonnenhöhe wird offensichtlich ignoriert. Dies machen schon die Zeitumstimmungsversuche deutlich: Wenn Tauben mit 6 h vorverstellter Innerer Uhr morgens kurz nach Sonnenaufgang aufgelassen werden, sollten sie aufgrund ihrer subjektiven Zeit die Mittagssonne hoch am Himmel erwarten, während die Sonne nur knapp über dem Horizont steht – trotzdem zeigen sie die typische Abweichung (s. Abb. 4, rechts). Auch sind Tauben in der Lage, das unterschiedlich schnelle Vorrücken der Sonne im Laufe des Tages – nach Sonnenaufgang bzw. vor Sonnenuntergang gering, mittags viel schneller – bei der Kompensation der Sonnenwanderung zu berücksichtigen (R. Wiltschko et al. 2000).

Aus dem Umstand, dass die jeweilige Sonnenbahn von der geographischen Breite abhängt, folgt, dass die Kompensationsmechanismen genau auf die Bedingungen im Heimbereich der Vögel eingestellt sein müssen. Daher war es nicht überraschend, dass sich der Sonnenkompass als erlernt erwies: er wird aufgrund

von Erfahrung aufgebaut (W. Wiltschko et al. 1976). Die näheren Umstände der Lernvorgänge sind bei jungen Brieftauben untersucht worden und sollen hier kurz zusammengefasst werden: Der Sonnenkompass entwickelt sich spontan im dritten Lebensmonat der Tauben – im Alter von 8 bis 10 Wochen reagierten Jungtauben noch nicht auf Verstellung der Inneren Uhr, während sie mit 12 Wochen bereits die typische Abweichung zeigten. Junge Tauben, die über kurze Strecken verfrachtet worden waren und heimfliegen mussten, besaßen dagegen bereits mit 8-10 Wochen einen funktionsfähigen Sonnenkompass (R. Wiltschko & Wiltschko 1981). Offensichtlich hatte die Erfahrung, sich orientieren zu müssen, die Entwicklung des Sonnenkompasses beschleunigt. Dabei müssen die jungen Tauben die Wanderung der Sonne über weite Strecken zu verschiedenen Tageszeiten beobachten – die Kenntnis der Sonnenbahn nur am Nachmittag reichte nicht aus, um den Sonnenkompass auch am Vormittag zu etablieren (R. Wiltschko et al. 1981).

Bei den Lernprozessen dient der angeborene Magnetkompass als Bezugssystem zum Abschätzen der Sonnenwanderung (W. Wiltschko et al. 1983): Junge Tauben, die zur Zeit des Lernens für 10 Tage die Sonne nur aus einem Magnetfeld mit gedrehter Nordrichtung beobachtet hatten, zeigten anschließend eine Abweichung von der Richtung, in die unbehandelte Kontrollen flogen (R. Wiltschko & Wiltschko 1990) (Abb. 5). Dies war aber nur bei jungen Tauben der Fall – adulte

Tauben erwiesen sich nach einem entsprechenden Aufenthalt in einem gedrehten Magnetfeld unbeeinflusst. Dies spricht dafür, dass es zum Erlernen des Sonnenkompasses eine *sensible Phase* gibt, in der die jungen Tauben spontan auf die Richtungsbeziehung zwischen Sonne und Magnetfeld achten. Allerdings muss der Sonnenkompass auch nach der Lernphase flexibel bleiben, denn es ist zu erwarten, dass er sich ständig auf die jahreszeitlichen Änderungen der Sonnenbahn einstellt.

Es ergibt sich die Frage, in welchem Maß diese an Brieftauben gewonnenen Erkenntnisse auf andere Vogelarten übertragen werden können. Der Sonnenkompass ist bei vielen anderen Vogelarten nachgewiesen, durch Dressurversuche oder beim Samenverstecken und -wiederfinden (z. B. von Saint Paul 1954, 1956; Duff et al. 1998; W. Wiltschko et al. 1999). Diese Vögel sind alle mit den gleichen Problemen konfrontiert wie die Tauben, und deshalb scheint es wahrscheinlich, dass auch sie die betreffenden Mechanismen auf die beschriebene Weise erlernen. Was das Alter des Erlernens angeht, muss man allerdings Unterschiede erwarten. Zugvögel, die bereits bald nach dem Flüggewerden in ihr Winterquartier aufbrechen, erwerben den Sonnenkompass für ihre Heimatregion vermutlich schneller.

Der Sonnenkompass ist durch seine Entstehungsweise ideal an die Bedingungen im Heimgebiet der Vögel angepasst, und es ist anzunehmen, dass er dort bei sonnigem Wetter in der täglichen Orientierung eine wichtige Rolle spielt. Dies dokumentiert zum Beispiel sein Einsatz im

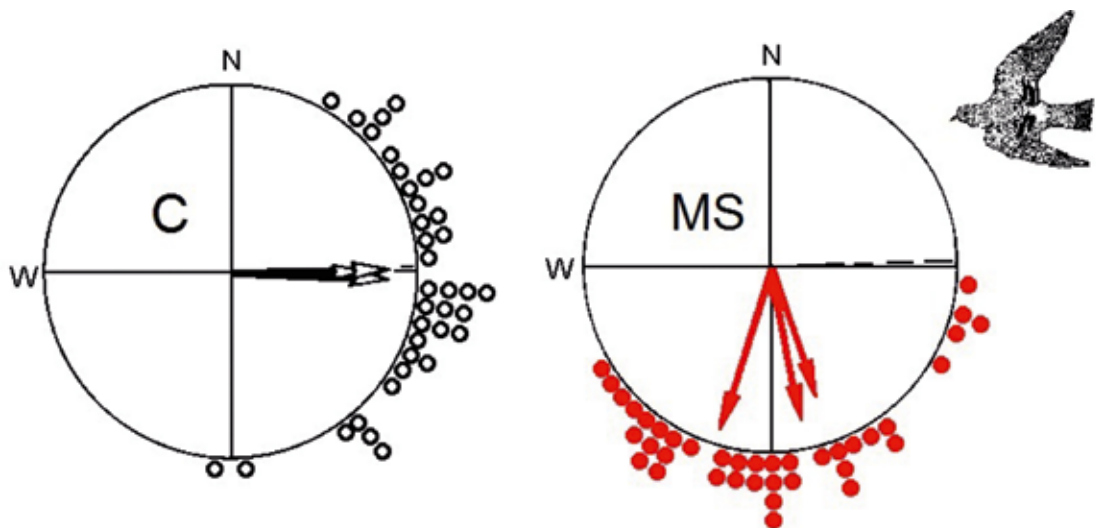


Abb. 5: Der Magnetkompass als Referenzsystem für das Erlernen des Sonnenkompass: Abflugdiagramme von jungen Brieftauben, die im "Magnetschlag" die Sonne 10 Tage aus einem um 120° nach Ost-Südost gedrehten Magnetfeld beobachtet hatten. Links: Tauben aus dem Kontrollschlag mit dem natürlichen Erdmagnetfeld; rechts: Versuchstauben aus dem "Magnetschlag" (MS) mit der gedrehten magnetischen Nordrichtung. Symbole wie in Abb. 4; es sind jeweils 3 Versuche zusammengefasst, die Mittelrichtungen der einzelnen Versuche sind als Pfeile dargestellt (Daten aus R. Wiltschko & Wiltschko 1990). – *The magnetic compass as reference for learning the sun compass: vanishing diagrams of young pigeons from a "magnetic loft" that had observed the sun for 10 days staying in a magnet field with magnetic North turned by 120° to East-Southeast. Left: Vanishing bearings of pigeons that had stayed in the control loft in the geomagnetic field; right: vanishing bearings of the experimental pigeons that had stayed in the "magnetic loft" (MS). Symbols as in Fig. 4; three releases each are summarized, with the mean vectors of each release represented by a separate arrow (data from R. Wiltschko & Wiltschko 1990).*

Zusammenhang mit Samenverstecken und –wiederfinden bei amerikanischem Häherarten (W. Wiltschko et al. 1999) und bei anderen kleinräumigen Ortsaufgaben (s. Duft et al. 1998). Auch die Dressurversuche in kleinen Arenen sprechen dafür (von Saint Paul 1954, 1956; Able & Dillon 1977). Man darf sicher annehmen, dass alle Vogelarten den Sonnenkompass benutzen, auch Zugvögel im Brutgebiet. Ob er jedoch auch beim Vogelzug eine große Rolle spielt, ist unklar. Bei Tagziehern würde die Abhängigkeit der Sonnenbahn von der geographischen Länge und Breite bedingen, dass der Sonnenkompass beim Fortschreiten auf dem Zugweg ständig an der aktuellen Situation angepasst werden müsste – hier scheint der Magnetkompass weit besser geeignet, zumal das Erdmagnetfeld in den gemäßigten und niedrigen Breiten einen regelmäßigen Verlauf zeigt. Zeitumstimmungsversuche mit einem australischen Tagzieher, dem Dreistreifenhonigfresser, *Lichenostomus chrysops*, ergaben keine Hinweise auf ein Benutzen des Sonnenkompasses (Munro & Wiltschko 1993); auch orientierten sich tagziehende Baumpieper, *Anthis trivialis*, bei klarem Himmel nach der gedrehten magnetischen Nordrichtung (Åkesson et al. 2006). - Dagegen scheinen die Sonnenuntergangsfaktoren die Orientierung zu beeinflussen, wenn die Nachtzieher in der Abenddämmerung aufbrechen (z. B. Moore 1982; Katz 1985; Helbig 1991a u.v.a.); sie sind wohl als Teil des Sonnenkompass zu betrachten (s. Able & Cherry 1986).

Wir können annehmen, dass Zugvögel nach Ankunft im Winterquartier einen neuen Sonnenkompass erstellen, der an die dortigen Gegebenheiten angepasst ist, und ihn dann bei den täglichen Flügen dort benutzen. Für Weistreckenzieher, wie z. B. Mauersegler, *Apus apus*, die auf der Südhalbkugel überwintern, bedeutet dies, dass sie zwei grundsätzlich verschiedenen Mechanismen entwickeln müssen: im Brutgebiet einen, der eine Sonnenwanderung im Uhrzeigersinn, und im Winterquartier einen, der eine Sonnenwanderung in Gegen Uhrzeigersinn kompensiert.

3.3. Der Sternkompass

Die ersten Hinweise, dass nächtlich ziehende Vögel die Sterne zur Orientierung benutzen, stammen aus Planetariumversuchen mit Grasmücken (Gatt. *Sylvia*) (Sauer 1957). Diese Orientierung wurde später als Sternkompass identifiziert (Emlen 1967a, b): Amerikanische Indigofinken, *Passerina cyanea*, kehrten ihre Richtungen um, wenn die nördlichen Sternbilder nach Süden projiziert wurden (Abb. 6). Ähnliche Versuche mit anderen Nachtziehern erbrachten entsprechende Ergebnisse (z. B. Katz & Michelson 1978). Die Rolle der Sterne als Orientierungsfaktoren wurden u.a. durch Freilandversuche bestätigt, bei denen die Vögel ihre Zugrichtung allein nach den Sternen im kompensierten Magnetfeld einschlugen (z. B. W. Wiltschko & Wiltschko 1975a,b; Bingman 1984, 1987).

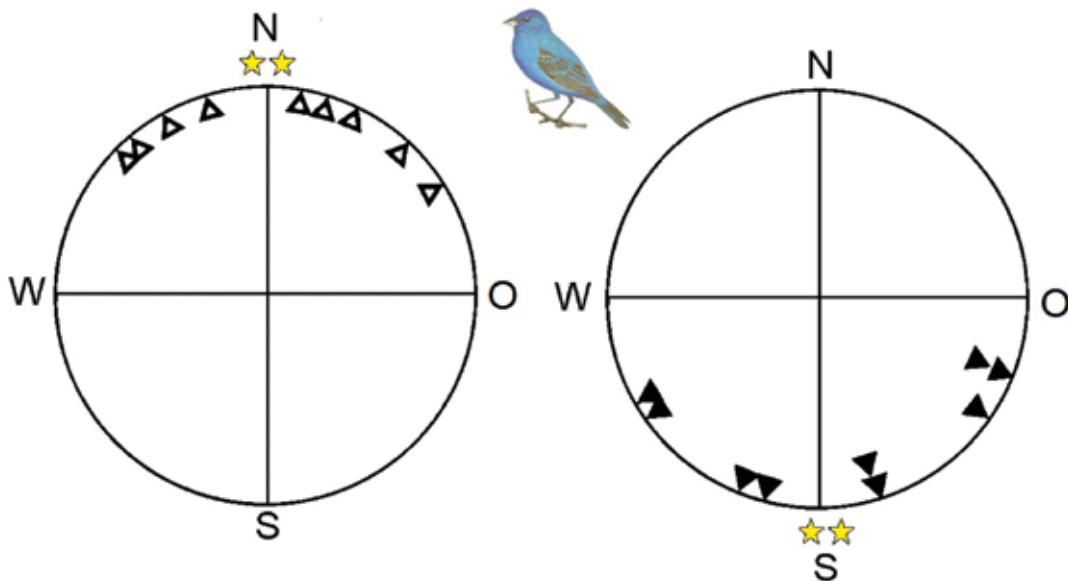


Abb. 6: Nachweis des Sternkompass im Planetarium beim Indigo-Finken. N, O, S, W: die geographischen Richtungen; die Sterne markieren die Stellung der nördlichen Sterne. Die Symbole an der Peripherie geben die mittlere Richtungswahl einzelner Vögel an: offen: die nördlichen Sterne im Norden; geschlossen: die der gleichen Vögel, als die nördlichen Sterne nach Süden projiziert wurden (Daten aus Emlen 1967a) – *Evidence for star compass orientation of Indigo Buntings in a Planetarium*. N, O, S, W: geographic directions; the stars mark the position of the northern stars. The symbols at the periphery indicate the mean directions of individual birds: open: the northern stars in the North, solid: orientation of the same birds when the northern stars were projected to the South (data from Emlen 1967a).

Die Funktionsweise des Sternkompass analysierte Emlen (1967b) zunächst unter natürlichem Himmel. Obwohl die Sterne ihre Stellung im Laufe der Nacht ändern, da sie um den Himmelspol kreisen, ist die Innere Uhr beim Sternkompass nicht beteiligt: Zeitumgestellte Indigofinken zeigten keine Abweichung von unbehandelten Kontrollen. Dies galt auch beim Gegenversuch in Planetarium, wenn die Vögel unter 6 oder 12 Std. vor- oder nachverstellten Sternenhimmeln getestet wurden. Emlen schloss daraus, dass Vögel wohl ähnlich vorgehen wie wir Menschen, wenn wir auf der Nordhalbkugel aus der Konstellation der Sterne die Nordrichtung ableiten: Die 5-fache Verlängerung der Hinterachse des Großen Wagens führt immer zum Polarstern und damit nach Norden, unabhängig von der jeweiligen Stellung des großen Wagens. Welche Sternbilder dabei im Einzelnen eine Rolle spielen, ließ sich nicht eindeutig feststellen. Die Sternbilder der nördlichen zirkumpolaren Region schienen wichtig, aber es deuteten sich individuelle Unterschiede an (Emlen 1967b).

Der Sternkompass ist, wie der Sonnenkompass, ein erlernter Mechanismus. Damit stellt sich die Frage, wie die Sternbilder ihre Richtungsbedeutung erhalten. Hier spielt anfangs die Himmelsrotation, die Wanderung der Sterne um den Himmelspol, eine wichtige Rolle (Emlen 1970). Da diese Frage aber eng mit der Umsetzung des angeborenen Zugprogramms verknüpft ist, soll sie dort ausführlicher dargestellt werden (s. 4.2). Während des Zuges selbst ändert sich der Anblick der Himmels, denn mit fortschreitendem Zug in Herbst verlieren die nördlichen Sterne an Höhe, und im Süden tauchen neue, noch unbekannte Sternbilder auf. Diese scheinen nach der Richtungsinformation vom Erdmagnetfeld geeicht zu werden (s. W. Wiltschko 1975a,b). Das Magnetfeld konnte selbst einem einfachen künstlichen „Himmel“ aus nur 16 Lichtpunkten als „Sternen“ Richtungsbedeutung geben, so dass Rotkehlchen anschließend in der Lage waren, sich allein aufgrund dieses „Himmels“ in einem kompensierten Magnetfeld zu orientieren (W. Wiltschko & Wiltschko 1976).

Bisher ist der Sternkompass nur bei nächtlich ziehenden Vögeln nachgewiesen worden; ob er darüber hinaus bei andern nachtaktiven Vögeln, wie etwa Eulen oder Nachtschwalben, eine Rolle spielt, ist nicht bekannt.

3.4. Zusammenwirken der Kompassmechanismen

Da die Vögel bei klarem Himmel jeweils über mehr als einen Kompass verfügen, stellt sich die Frage nach der Wichtung der einzelnen Mechanismen. Dies Problem wurde untersucht, indem man die Information des Magnetfelds und die der Himmelsmarken miteinander in Konkurrenz setzte.

Die ersten Versuche dieser Art waren bereits die Zeitumstimmungsversuche zum Sonnenkompass. Die typische Abweichung (s. Abb. 4) spricht dafür, dass er bei Sonne das Verhalten dominiert, obgleich der Magnetkompass gleichzeitig korrekte Richtungsinformation

liefert. Allerdings beobachtete schon Schmidt-Koenig (1961), dass die beobachtete Abweichung meist kleiner ist, als man aufgrund der Differenz im Sonnenazimut erwarten sollte. Eine Analyse von mehr als 100 Zeitumstimmungsversuchen mit Tauben verschiedenen Alters und Erfahrungstands (R. Wiltschko et al. 1994) ergab, dass junge Tauben, die den Sonnenkompass gerade erst erlernt hatten, die erwartete Abweichung zeigten, diese aber bei älteren, erfahrenen Tauben zunehmend geringer wird und auf etwa 50 % absinkt. In Zeitumstimmungsversuchen, bei denen älteren Tauben der Magnetkompass durch aufgeklebte Magnete gestört wurde, vergrößerten sich die Abweichungen wieder (R. Wiltschko & Wiltschko 2001). Dies spricht dafür, dass erfahrene Tauben Sonnenkompass und Magnetkompass gemeinsam benutzen und bei Nicht-Übereinstimmung eine Art Kompromissrichtung fliegen. Der Grund für die Abnahme der Dominanz des Sonnenkompass ist unklar; es wurde diskutiert, dass diese Tauben bereits die jahreszeitlichen Änderungen der Sonnenbahn erlebt hatten und den Sonnenkompass hatten nacheichen müssen. Tauben, die langfristig in einem 6 h nachverstellten Tag gehalten wurden und während der Überschneidungszeit mit dem natürlichen Tag frei fliegen durften, stellten ihren Sonnenkompass um und passten ihn der experimentellen Situation an (W. Wiltschko et al. 1984) - für sie war die „Morgensonne“ dann im Süden und die „Mittagssonne“ im Westen.

Bei nachtziehenden Zugvögeln liegen wesentlich mehr Konkurrenzversuche vor, und die Ergebnisse sehen zunächst sehr unterschiedlich aus (Zus. s. R. Wiltschko & Wiltschko 1999). Es kristallisierte sich jedoch eine gewisse einheitliche Tendenz heraus: Bei Versuchen, in denen Vögel nur einmal in der Konfliktsituation getestet wurden, zeigten sich sehr unterschiedliche Reaktionen: Manche Arten folgten den Sonnenuntergangsfaktoren (z.B. Sandberg et al. 1988; Åkesson 1994), während andere dem Magnetfeld folgten (W. Wiltschko and Wiltschko 1975a; Bingman & Wiltschko 1988; Sandberg & Pettersson 1996); wieder andere schlugen Kompromiss-Richtungen ein, wurden zweigipflig oder desorientiert (z.B. Sandberg et al. 1988; Åkesson 1994). Dagegen richteten sich Vögel, die mehrfach in der Konfliktsituation getestet wurden, nach dem Magnetfeld; sie eichten Sterne und Sonnenuntergangsfaktoren entsprechend um (Abb. 7; z. B. W. Wiltschko et al. 1975a,b, 1998; Bingman 1987; R. Wiltschko et al. 1999; Sandberg et al. 2000). Dies galt auch für Rotkehlchen, die offensichtlich erst verzögert auf die Drehung der magnetischen Nordrichtung reagieren: Nur einmal getestet, folgten sie den Sonnenuntergangsfaktoren (Sandberg et al. 1988), aber nach mehreren Tests richteten sich nach magnetisch Nord (W. Wiltschko & Wiltschko 1975b; Bingman 1987).

Eine spätere Veröffentlichung (Muheim et al. 2006) beschrieb, dass Savannenammern, *Passerculus sandwichensis*, ihren Magnetkompass nach dem Polarisations-

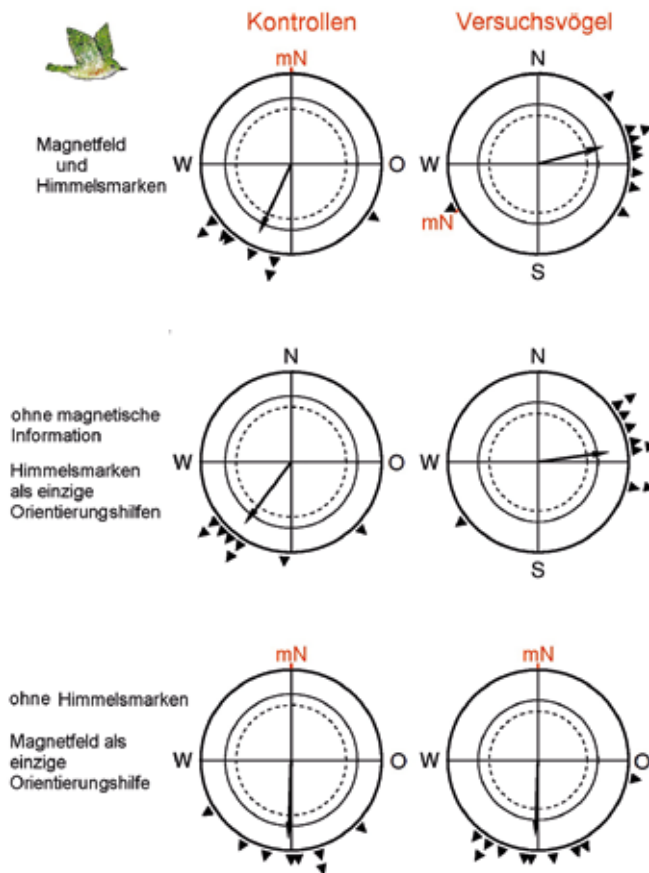


Abb. 7: Konfliktversuche mit einer Gruppe australischer Brillenvögel, *Zosterops l. lateralis*, einem Dämmerungszieher, bei denen die Vögel unter dem natürlichen Himmel mehrfach in einem Magnetfeld getestet wurden, dessen Nordrichtung um 120° nach West-Südwest gedreht war, und die Nachwirkungen dieses Konflikts. Obere Diagramme: Mittelrichtungen der einzelnen Vögel aus mehreren Versuchen in der Konflikt-Situation – die Vögel folgten dem Magnetkompass. Mittlere Diagramme: anschließende Versuche mit den gleichen Vögel unter natürlichem Himmel ohne magnetische Richtungsinformation – die Vögel hatten die Himmelsfaktoren umgeiecht. Untere Diagramme: anschließende Orientierung im Labor im Erdmagnetfeld ohne Himmelslicht – die Richtungen zum Magnetfeld waren unverändert. Symbole wie in Abbildung 2 (nach R. Wiltshko et al. 1999). – *Cue-conflict experiments with Australian Silveryeyes, Zosterops l. lateralis, a twilight migrant, where the birds were repeatedly tested under the natural sky in a magnetic field with magnetic North turned by 120° to West-Southwest, and the after-effect of this conflicts. Upper diagrams: mean directions of individual birds from several tests in the cue-conflict situation – the birds followed their magnetic compass. Central diagrams: subsequent orientation of birds under the natural sky without magnetic information – the birds had re-calibrated the celestial cues. Lower diagrams: subsequent experiments in the laboratory in the local geomagnetic field without celestial cues – the directions with respect to the magnetic field remained unchanged. (after R. Wiltshko et al. 1999).*

muster zur Zeit des Sonnenuntergangs eichten, wobei der Bereich direkt über dem Horizont besonders wichtig sei. Dies löste abermals eine Serie von Konfliktversuchen aus, darunter auch solche, die, ähnlich einer Studie von Cochran und Kollegen (2004), die Abflugrichtungen von Vögeln mit Sendern verfolgten. Aber eine Umeichung des Magnetkompass konnte auch bei Horizontsicht durchweg nicht bestätigt werden (z. B. R. Wiltshko et al. 2008; Chernetsov et al. 2011; Schmaljohann et al. 2013; Åkesson et al. 2015).

Verschiedene Vogelarten reagieren also zunächst unterschiedlich auf die Konfliktsituation. Es lässt sich allerdings feststellen, dass sie langfristig offensichtlich bestrebt sind, die Widersprüche zwischen den verschiedenen Kompassinformationen aufzulösen. In den bisher untersuchten Fällen passen sie die astronomische Information der magnetischen Richtungsinformation an.

4. Bestimmung der Richtung zum Ziel

Brieftauben und auch Wildvögel kehren nach Verfrachtung aus beträchtlichen Entfernungen zurück (Zus. R. Wiltshko 1992), sind also in der Lage, dort die Richtung zum Ziel zu bestimmen. Interessant sind Versuche mit Zugvögeln, die auf dem Zug im rechten Winkel zum normalen Zugweg verfrachtet wurden,

denn hier zeigte sich auf dem Herbstzug einen grundlegenden Unterschied zwischen Altvögeln und Jungvögeln (Abb. 8): Erwachsene Vögel, die schon mindestens einmal im Überwinterungsgebiet überwintert hatten, änderten ihre Richtung und steuerten das Winterquartier an, während Jungvögel auf dem ersten Herbstzug in Zugrichtung weiterflogen, parallel zur ihrer normalen Zugstrecke (Perdeck 1958; Thorup et al. 2007). Diese jungen Vögel, wie auch solche, die auf ihrem ersten Frühjahrszug verfrachtet worden waren, flogen aber im Frühjahr in Richtung auf das Brutgebiet und erreichten es zum Teil auch (Perdeck 1974, 1983; s. auch Chernetsov et al. 2008a). Das zeigt ganz deutlich, dass Vögel nur ein Gebiet ansteuern können, *das sie kennen* – den Jungvögeln fehlte auf dem ersten Herbstzug nicht die Fähigkeit, zu navigieren (s. auch Thorup et al. 2011), sondern die *Information* über das Zielgebiet.

4.1. Rückkehr zu einem bekannten Ort

Die normale Orientierungsaufgabe für Vögel ist, zu ihrem Heimort zurück zu kehren. Der erste Schritt im Navigationsprozess, die Bestimmung der Kompassrichtung zum Ziel, kann dabei auf verschiedene Weise erfolgen. Beim Umherfliegen im Heimbereich ist es denkbar, dass Vögel sich die Richtungen zu wiederholt auf-

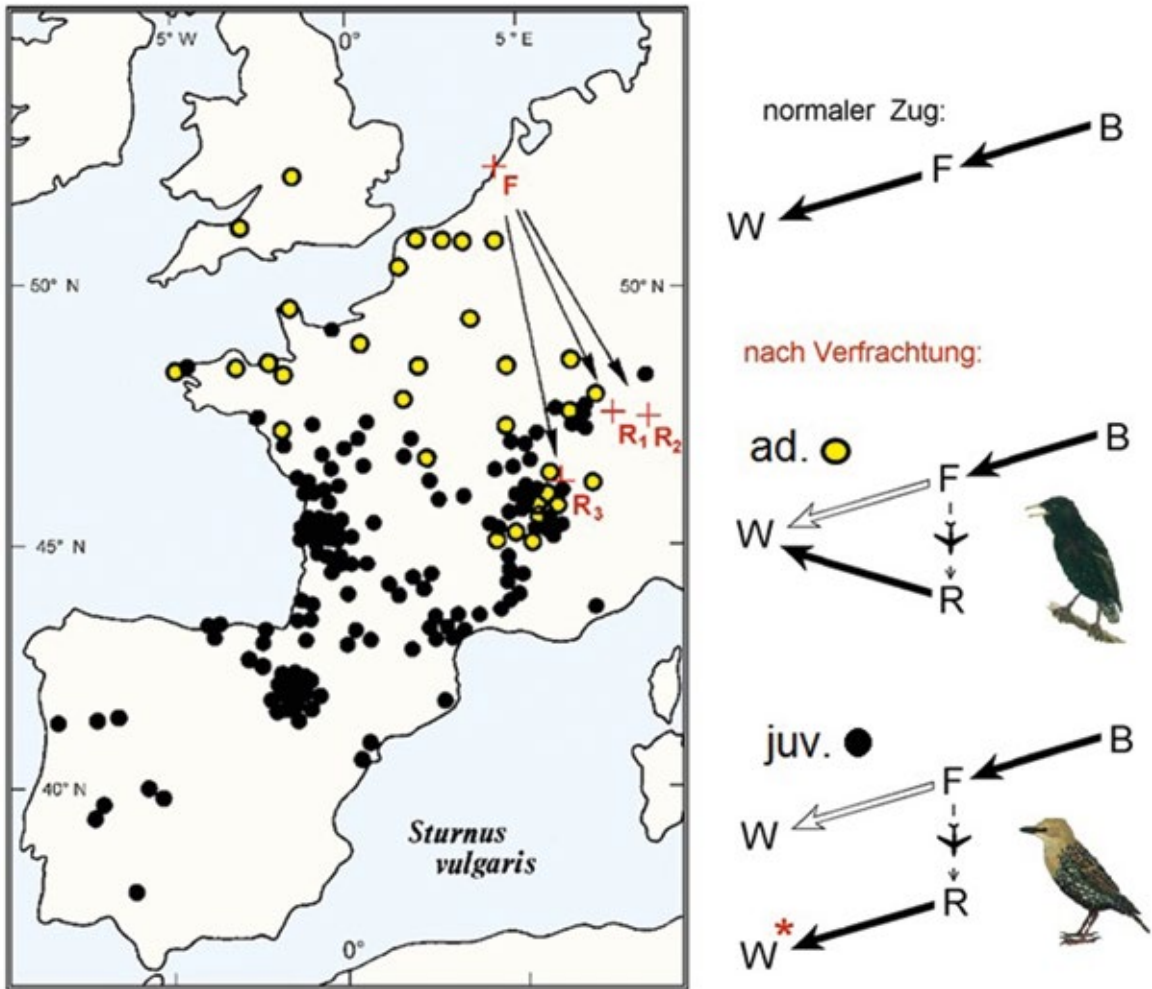


Abb. 8: Die klassische Verfrachtungsversuche von Perdeck (1958): Auf dem Herbstzug durchziehende baltische Stare wurden von Holland in die Schweiz verfrachtet und dort freigelassen. Linke Abbildung: Ringfunde, die das unterschiedliche Verhalten von Altvögeln und Jungvögeln zeigten. Rechte Abbildung: schematische Darstellung des normalen Zugs und des Verhaltens nach Verfrachtung. Die Altvögel (ad.) änderten ihre Richtung und flogen zu den angestammten Überwinterungsgebieten; die Jungvögel auf dem ersten Zug (juv.) zogen in Zugrichtung weiter. - *The classic displacement experiment of Perdeck (1958) with Baltic starlings, caught as transmigrants in the Netherlands and displaced to Switzerland. Left: ringing recoveries revealing a difference in behavior between old birds and juveniles. Right: schematic diagram of the normal migration and the behavior after displacement. The old birds (ad.) changed their direction and headed towards their traditional winter quarters; the young birds on their first migration (juv.) continued in migratory direction.*

gesuchten Zielen einfach merken, aber solche spontanen Flüge entziehen sich der experimentellen Analyse. Gut untersucht ist dagegen die Heimkehr nach Verfrachtung, besonders bei Brieftauben.

Grundsätzlich kann die Richtung zum bekannten Ziel auf zwei Weisen festgestellt werden, nämlich aufgrund von *Weginformation* und aufgrund von *Ortsinformation*. Vögel benutzen beide Arten von Information, allerdings verschiebt sich der Schwerpunkt mit zunehmenden Alter und Erfahrung. Hier wollen wir zunächst schildern, wie man sich die Navigation erfahrener Vögel mittels Ortsinformation vorstellt.

4.1.1. Ortsinformation - die Navigationskarten

Modelle zur Navigation von Vögeln müssen folgende Beobachtungen erklären können:

- (1) Bereits Mathews (1951) und Kramer (Kramer & von Saint Paul 1952) hatten festgestellt, dass eine Gruppe von Brieftauben normalerweise auch von entfernten, ihnen unbekannten Orten gerichtet abfliegt - die Tauben sind sich einig, in welche Richtung sie fliegen müssen. Das Gleiche gilt auch für verfrachtete Wildvögel wie z.B. Uferschwalben, *Riparia riparia* (Sargent 1962; Keeton 1973; Baldaccini et al. 1989), und Gelbschnabelsturmtau-

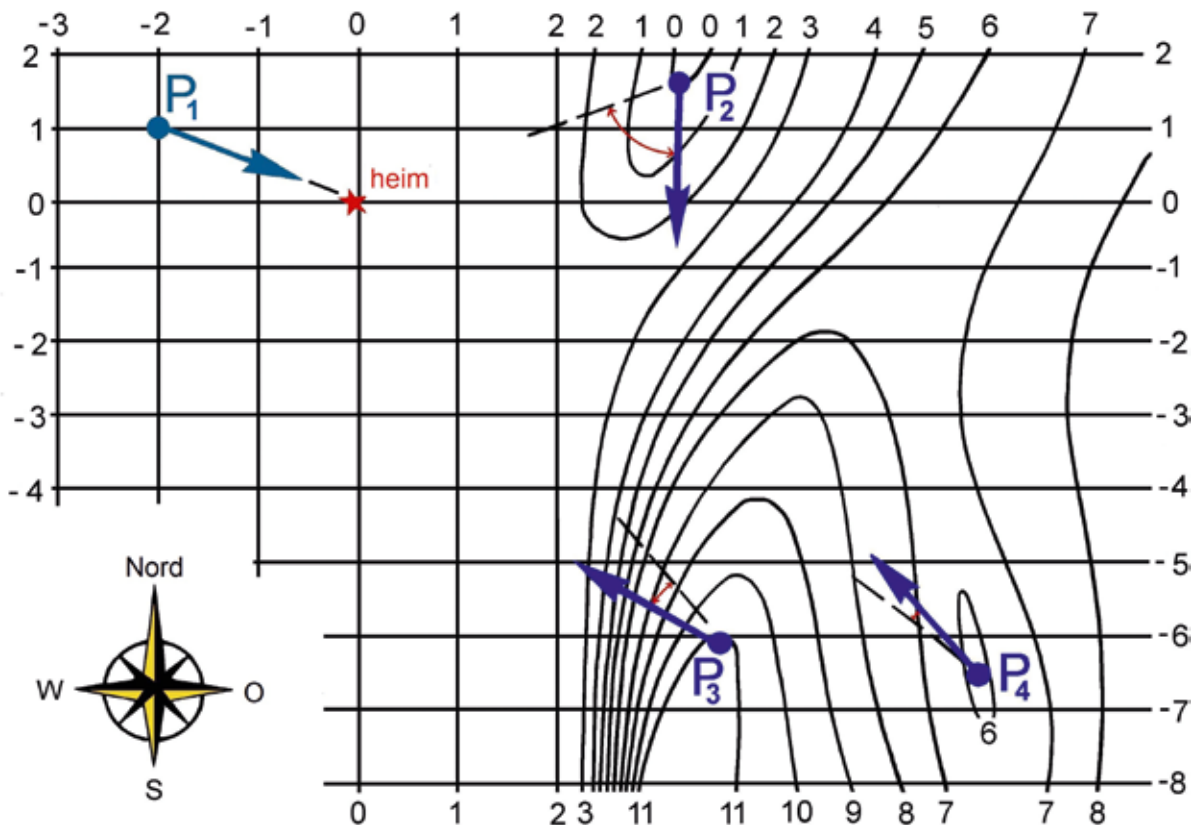


Abb. 9: Modell der Gradientenkarte: Schema zweier Navigationsfaktoren, das die Bestimmung der Heimrichtung mittels Ortsinformation veranschaulichen soll. Der eine Gradient steigt nach Norden an, der andere nach Osten. Der Heimort ist durch einen roten Stern markiert; die lokalen Werte der Gradienten ist jeweils als Differenz zu den Werten am Heimort angegeben. Links: In P1, einem Ort in einem Gebiet, in dem beide Gradienten regelmäßig verlaufen, fliegen die Vögel in Heimrichtung ab (blauer Pfeil). Rechts: in diesem Gebiet weist der Ost-West verlaufend Gradient Unregelmäßigkeiten auf, die bei den Vögeln zu einer falschen Einschätzung des Lage der Orte P2, P3 und P4 führen und damit Abweichungen von der Heimrichtung, so genannte „Ortsmißweisungen“ bedingen (abweichende blaue Pfeile). – Model of the “gradient map” with two navigational factors for illustrating how the home direction is determined by local information. One gradient increases to the North, the other to the East. The home site is marked by a red star; the local gradient values are given with respect to the home values. Left: at site P1 in a region where both gradients are regular the birds head into their true home direction (blue arrow). Right: in this region, the East-West gradient is irregularly distributed. This causes birds to misjudge their position at the sites P2, P3 and P4, leading to deviations from the home direction, so-called “release site” biases (deviating blue arrows).

cher, *Calonectris diomedea* (Rodriguez-Tejeiro et al. 1984).

- (2) Die Richtung, in die sie im Mittel fliegen, stimmt selten genau mit der Heimrichtung überein, ist in der Regel aber nicht sehr weit von ihr entfernt. Die Abweichungen sind typisch für den jeweiligen Aufflassort und werden als “Ortsmißweisung” (Wallraff 1959; engl. *release site bias*, Keeton 1973) bezeichnet.
- (3) Tauben kennen ihre Abflugrichtung zumindest grob schon vor dem Start. Aus Käfigen aufgelassen, wählten sie den Ausgang, der in ihrer späteren Verschwinde richtung lag (z. B. Chelazzi & Pardi 1972; Kowalski 1994; Mazotti et al. 1999) – sie brauchen zur Richtungsbestimmung also nicht umher zu fliegen.

Die Gradientenkarte: Das Konzept der Navigationskarte wurde schon im 19. Jahrhundert entwickelt; Wallraff (1974) hat es ausführlich beschrieben. Es geht davon aus, dass Vögel mindesten zwei, wahrscheinlich aber mehr Gradienten nutzen, Faktoren also, die sich räumlich ändern: Sie besitzen eine *Navigationskarte*, d.h. eine mentale Vorstellung des richtungsmäßigen Verlaufs dieser Gradienten; beim Beispiel in Abb. 9 wissen sie durch Umherfliegen, dass der eine Gradient nach Norden ansteigt und der andere Gradient nach Osten. Im Navigationsprozess bestimmen sie die lokalen *skalaren* Werte dieser Gradienten, vergleichen sie mit den erinnerten Werten des Heimatorts und leiten daraus ihre Heimrichtung als Kompassrichtung ab. Ist z. B. der Wert des erst genannten Gradienten größer als am Ziel, wis-

sen sie, dass sie sich nördlich vom Ziel befinden und also nach Süden fliegen müssen (s. Abb. 9).

Dieses Modell ist mit den oben beschriebenen Beobachtungen im Einklang. Der Umstand, dass sich Gradienten extrapolieren lassen, ermöglicht den Vögeln, sich auch an entfernten, unbekannten Orten zu orientieren, indem sie, ausgehend vom Verlauf der Gradienten im Bereich, den sie kennen, einen entsprechenden weiteren Verlauf der Navigationsfaktoren annehmen. Allerdings ist der Verlauf natürlicher Umweltfaktoren selten ganz gleichmäßig; Unregelmäßigkeiten im lokalen Verlauf der Gradienten würden zu gewissen Abweichungen von der Heimrichtung führen (s. Abb. 8, rechts), wie man sie als „Ortsmissweisungen“ immer wieder beobachtet. Keeton (1973) führte sie als erster explizite auf Unregelmäßigkeiten im Verlauf der benutzten Kartenfaktoren zurück. Die Beobachtung, dass Tauben schon vor dem Freilassen zumindest eine grobe Vorstellung von der Richtung haben, in die sie fliegen müssen, erklärt sich aus dem Benutzen der jeweiligen skalaren Werte. - Auch erfahrene Zugvögel scheinen auf eine entsprechende Weise vorzugehen, denn sie sind nach Verfrachtung ebenfalls in der Lage, ihr Brutgebiet oder ihr bekanntes Winterquartier gezielt anzufliegen (Perdeck 1958; Thorup et al. 2007; s. Abb. 8).

Es bleibt die Frage nach der Natur der benutzten Navigationsfaktoren, und hier sind die Antworten leider erst in Ansätzen bekannt. Diskutiert werden großräumige geophysikalische Gradienten wie das Magnetfeld der Erde, dessen Stärke von den magnetischen Polen zum magnetischen Äquator abnimmt (z. B. Viguier 1882) und das Schwerefeld (z. B. Lednor & Walcott 1984; Blaser et al. 2014), aber auch Faktoren wie Gerüche (Zus. z. B. Gagliardo 2013), Infraschall (Hagstrum 2013) und sogar der Anblick von Landschaftselementen, der sich mit der Entfernung ändert (Baker 1984).

Befunde, die für magnetische Navigationsfaktoren bei Brieftauben sprechen, sind die Reaktion der Tauben auf zeitliche Schwankungen des Magnetfelds (Keeton et al. 1974; Schiffner & Wiltschko 2011) und die Beobachtung, dass die Orientierung in starken magnetischen Anomalien gestört ist (z. B. Walcott 1978; Kiepenheuer 1982; Dennis et al. 2007; R. Wiltschko et al. 2010). Auch bei Zugvögeln gibt es Hinweise, dass starke magnetische Anomalien das Verhalten beeinflussen (Alerstam 1987). Die Simulation von magnetischen Bedingungen fremder Orte lösten bei Zugvögeln Kompensationsreaktionen aus (z. B. Henshaw et al. 2010; Deutschlander et al. 2012; Kishkinev et al. 2015). Dabei ist besonders die Arbeit von Deutschlander und Kollegen (2012) während des Herbstzugs interessant, denn hier zeigten nur erwachsene Vögel, die das Winterquartier schon kannten, die entsprechende Reaktion, während Jungvögel auf dem ersten Zug weiter in Zugrichtung strebten – ein Ergebnis, das dem der Verfrachtungsversuche auf dem Zug (Perdeck 1958; Thorup et al. 2007) entspricht.

Auch zur Wirkung von Gerüchen gibt es sehr zahlreiche Versuche mit Brieftauben (Zus. s. Wallraff 2004; Gagliardo 2013); sie sprechen dafür, dass Navigation ohne Geruchseingänge an unbekannten Orten nicht oder nur schlecht möglich ist. Daraus wurde geschlossen, dass Geruchsstoffe wichtige Navigationsinformation enthalten, auch wenn es Gegenbeispiele gibt (z. B. R. Wiltschko & Wiltschko 1989). Fachleute bezweifeln allerdings, dass sich Geruchsfelder der notwendigen Konstanz und Stabilität bilden können (Becker & van Raden, 1986; Waldvogel, 1987; Ganzhorn & Paffrath 1995). Versuche von Jorge und Kollegen (2009, 2010) zeigten dann, dass künstliche Gerüche die gleiche Wirkung entfalten wie natürliche, was dafür spricht, dass Geruchsstoffe selbst keine Navigationsinformation enthalten, sondern aktivierend wirken und vielleicht die Verarbeitung anderer, nicht-geruchlicher Navigationsinformation stimulieren. Dies würde auch erklären, warum Geruchsentzug an bekannten Orten, wo die Vögel die Navigationsfaktoren schon einmal interpretiert haben, keine Wirkung mehr zeigt. Die Kontroverse dauert noch an (s. Gagliardo et al. 2011; Phillips & Jorge 2014; Wallraff 2014). - Die wenigen Versuche mit Wildvögeln, die mit durchtrenntem olfaktorischen Nerven aufgelassen wurden, erbrachten ähnlich Ergebnisse und sprechen ebenfalls dafür, dass Geruch bei der Navigation beteiligt ist (z. B. Fiaschi et al. 1974; Wallraff et al. 1995; Holland et al. 2009; Gagliardo et al. 2013; Wikelski et al. 2015), erlauben aber leider auch nicht zu entscheiden, auf welche Weise – ob als Information oder aktivierend wirkend.

Insgesamt kann man wohl davon ausgehen, dass es sich beim Navigationssystem um ein multi-faktorielles System handelt (s. Keeton 1974; Walcott 2005; R. Wiltschko & Wiltschko 2015; Beason & Wiltschko 2015) - die Vögel machen sich alle Faktoren zunutze, die ihnen in ihrer Heimatregion geeignete Navigationsinformation liefern können. Die Karte weist wohl auch eine gewisse Redundanz auf, so dass einzelne Faktoren, die sich vorübergehend als ungeeignet erweisen, oft ohne große Probleme durch andere ersetzt werden können (s. z. B. R. Wiltschko et al. 2010, Schiffner et al. 2011a). Dabei benutzen verschiedene Vogelarten offensichtlich die gleichen Faktoren: In seiner Studie über Ortseffekte beobachtete Keeton (1973), dass Uferschwalben aus einer Kolonie in der Nähe seines Schlags an einem über 100 km entfernten Ort dieselbe große Abweichung von der Heimrichtung zeigten wie die Tauben (Abb. 10). Dies spricht dafür, dass beide Arten die Navigationsfaktoren an diesem Ort auf die gleiche Weise interpretierten.

Die Mosaik-Karte: In der Umgebung des Heimortes muss man davon ausgehen, dass die Vögel irgendwann die lokalen Werte der Navigationsfaktoren nicht mehr von den Heimwerten unterscheiden können. Doch auch in der unmittelbaren Nähe des Heimorts gilt das Karte-Kompass-Prinzip: Tauben mit verstellter Inneren Uhr

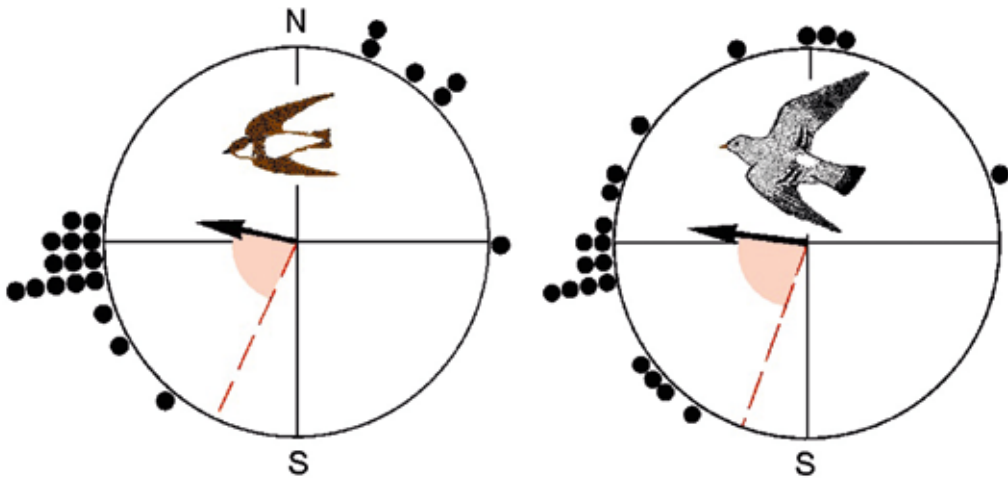


Abb. 10: Uferschwalben und Tauben zeigten an einem über 100km entfernten Ort die gleiche Abweichung von der Heimrichtung im Uhrzeigersinn. Links: Verschwinderichtungen von Uferschwalben aus eine Kolonie nahe des Taubenschlags; recht: Verschwinderichtungen von Tauben aus diesem Schlag. Symbole wie in Abb. 4 (Daten aus Keeton 1973). - *Bank Swallow and pigeons show the same large clockwise deviation from the home direction at a distant site. Left: vanishing bearings of Bank Swallows from a colony near the pigeon loft; right: vanishing bearings of pigeons from that loft. Symbols like in Fig. 4 (data from Keeton 1973).*

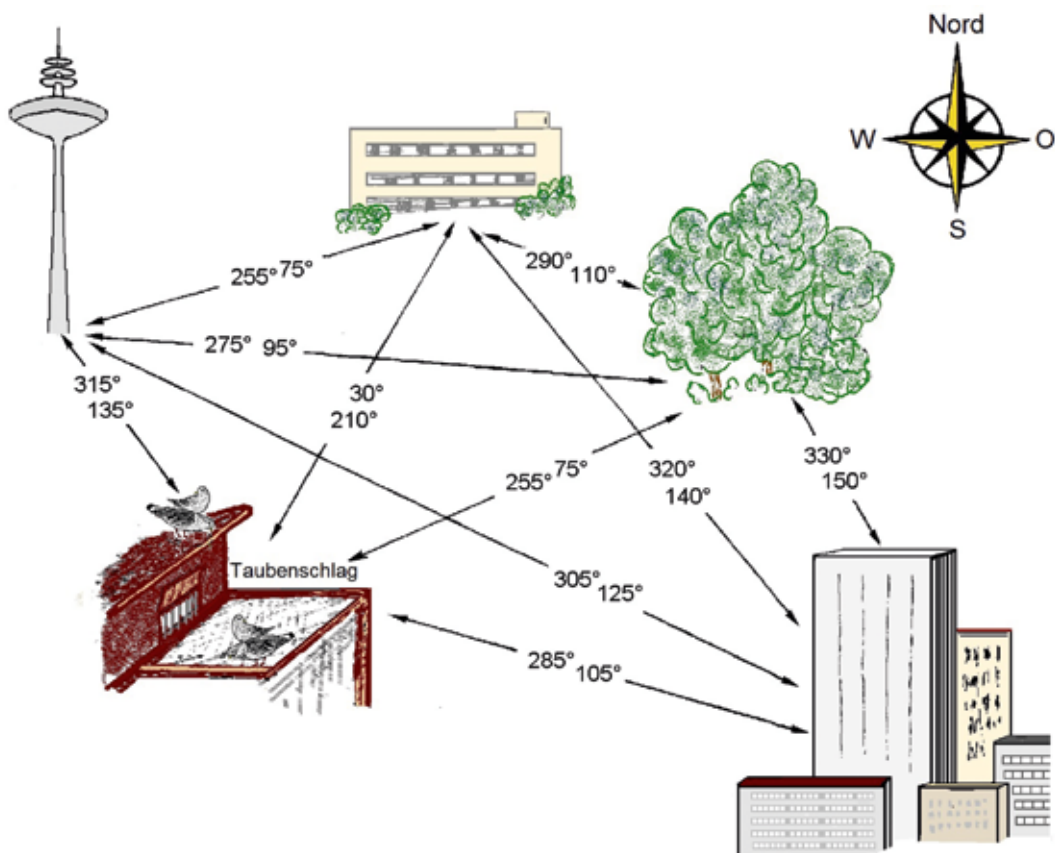


Abb. 11: Schema der "Mosaik-Karte", ein richtungsmäßig ausgerichtetes mentales Bild von der Verteilung prominenter Landmarken im Heimbereich. Die Vögel kennen die Richtung von diesen Landmarken nach Heim und auch die Richtungsbeziehungen zwischen den Landmarken. - *Model of the "Mosaic Map", a directionally oriented mental representation of prominent landmarks within the home range. The birds know the direction from each landmark to home and also the directions between landmarks.*

zeigen die typische Abweichung (z. B. Graue 1963; Biro et al. 2007) – sie bestimmen die Heimrichtung also auch dort als Kompasskurs. Graue (1963) entwickelte daraufhin das Konzept der *Mosaik-Karte*, einer richtungsmäßigen ausgerichteten mentalen Repräsentation der Verteilung prominenter Landmarken um Heim (s. auch Wallraff 1974). Hier zeigen nicht kontinuierliche Faktoren wie Gradienten, sondern einzelne (Land)marken die Heimrichtung an (Abb. 11): Eine Taube „weiß“ z. B., dass ein bestimmtes Gebäude nord-westlich vom Schlag steht und dass sie, wenn sie dort ist, nach Südosten fliegen muss, um heimzukommen.

Die Größe des Bereichs der Mosaik-Karte ist nicht ganz klar – Beobachtungen von Michener & Walcott (1967) und Braithwaite (1993) sprechen für einen Radius von etwa 5 bis 10 km. Es ist aber zu vermuten, dass dieser Bereich stark von den örtlichen Begebenheiten abhängt und deshalb an verschiedenen Orten wahrscheinlich recht unterschiedliche Größen aufweist. Man kann auch davon ausgehen, dass es einen gewissen Überschneidungsbereich von Gradienten-Karte und Mosaik-Karte gibt, der den heimkehrenden Vögeln einen problemlosen Übergang zwischen beiden Systemen ermöglicht.

4.1.2. Wegumkehr und der Aufbau der Karte

Die Mosaik-Karte und die Gradienten-Karte müssen ein möglichst genaues Abbild der Faktoren im Heimbereich der Vögel sein – sie müssen also erlernt werden. Junge Vögel, die noch nicht über die notwendige Erfah-

rung verfügen, müssen den Heimkurs auf andere Weise bestimmen. Sie sind auf ein Verfahren angewiesen, das keine Vorkenntnisse erfordert und leiten ihre Heimrichtung von *Weginformation* ab. Wir gehen davon aus, dass sie die Gesamtrichtung des Hinwegs mit einem Kompass registrieren, indem sie die Richtungen der verschiedenen Wegstücke integrieren – die Umkehr dieser Richtung ergibt dann die Heimrichtung.

Dass junge Tauben bei ihren ersten spontanen Flügen so vorgehen, ist zu vermuten, lässt sich aber leider nicht experimentell nachweisen. Doch sind Jungtauben auch in der Lage, passive Verfrachtungen auf entsprechende Weise zu erfassen und zu verrechnen. Das zeigten Versuche, bei denen junge Brieftauben in einem gestörten Magnetfeld verfrachtet wurden (R. Wiltschko & Wiltschko 1985): Sie waren desorientiert ab (Abb. 12b). Offensichtlich waren sie nicht in der Lage gewesen, die Richtung des Hinwegs zu registrieren. Eine zweite Kontrollgruppe, die nach Ankunft am Auflässort für die Dauer der Verfrachtung in das gestörte Magnetfeld gesetzt wurde, flog dagegen in Heimrichtung (Abb. 12c). Dies macht deutlich, dass das Vorhandensein von Kompassinformation während des Hinwegs entscheidend ist.

Junge Tauben unternehmen in ihren ersten Lebensmonaten oft weite Ausflüge und bleiben gelegentlich für längere Zeit außer Sicht. Wir nehmen an, dass diese Flüge dem Sammeln von Information für den Aufbau der Navigationskarten dienen. Die jungen Tauben stellen fest, wie sich die Navigationsfaktoren in ihrer Flugrichtung ändern, und diese Information wird mit der Flugrichtung

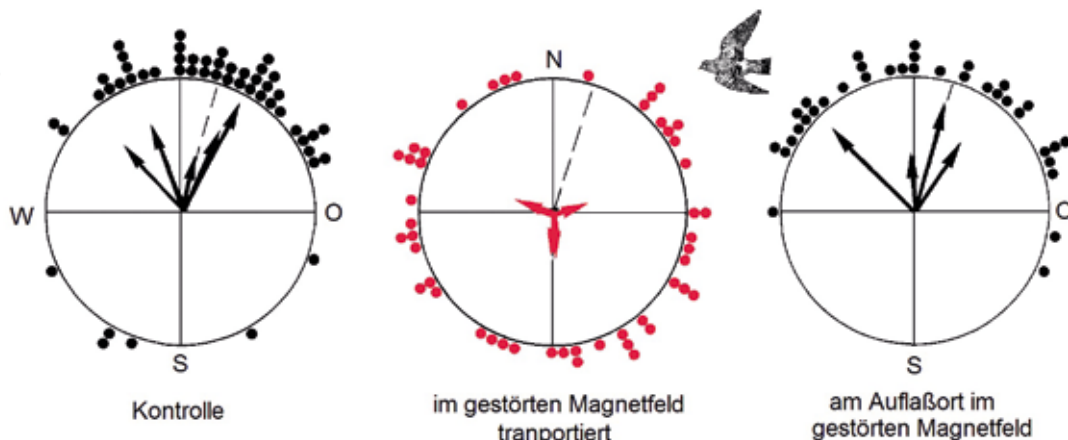


Abb. 12: Sehr junge Brieftauben bestimmen ihre Heimrichtung mit Hilfe von Weginformation. 12a: Verschwinderichtungen von Kontrolltauben, die im Erdmagnetfeld verfrachtet wurden; 12b: Verschwinderichtungen von Tauben, in einem gestörten Magnetfeld verfrachtet wurden; 12c: Verschwinderichtungen einer zweiten Gruppe von Kontrolltauben, die nach Ankunft am Auflässort für die Dauer der Verfrachtung dem gestörten Magnetfeld ausgesetzt waren. Es sind jeweils mehrere Auflässungen zusammengefasst; die mittleren Vektoren sind getrennt dargestellt proportional zum Radius des Kreises. Die Heimrichtung, 16°, ist als gestrichelter Radius angegeben (Daten aus R. Wiltschko & Wiltschko 1985). – *Young homing pigeons determine their home course with the help of route information obtained during the outward journey. 12a: Vanishing bearings of control pigeons transported in the geomagnetic field; 12b: vanishing bearings of pigeons transported in a distorted magnetic field; 12c: vanishing bearings of a second control groups that was exposed to the distorted magnetic field after arrival at the release site for the duration of the displacement. Several releases are pooled, with the mean vectors, proportional to the radius of the circle, given separately. The home direction, 16°, is marked as a dashed radius (data from R. Wiltschko & Wiltschko 1985).*

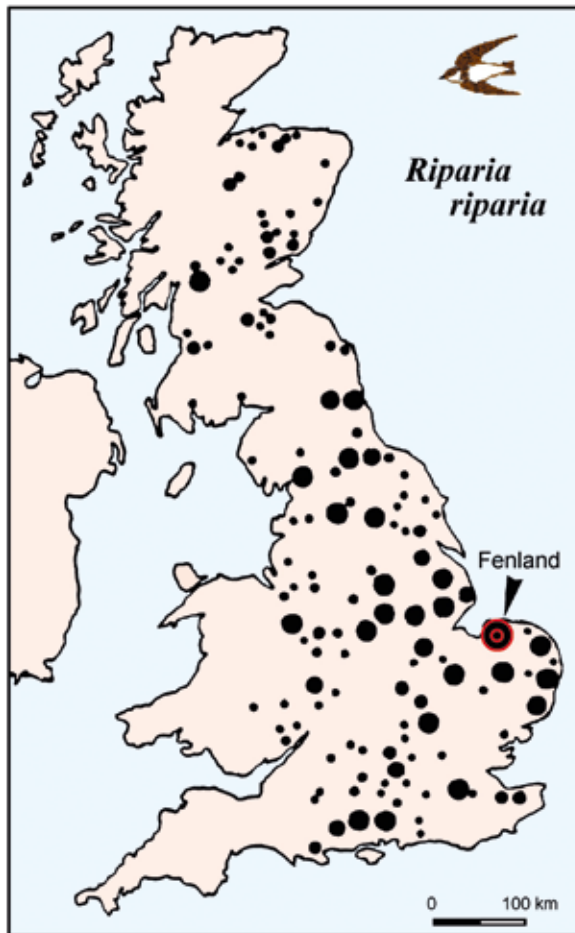


Abb. 13: Junge Uferschwalben streifen vor dem ersten Herbstzug weit umher. Angegeben sind Orte, an denen markierte junge Schwalben aus einer Kolonie an der englischen Ostküste im ersten Sommer gesichtet wurden (Daten von Mead & Harrison 1979). - *Post-fledgling movements of young Bank Swallows. Sightings of marked young birds from a colony at the English East coast during their first summer (data from Mead and Harrison 1979).*

verknüpft, so dass ein richtungsmäßig ausgerichtetes mentales Bild von der regionalen Verteilung der Navigationsfaktoren entsteht. Aber auch bei Verfrachtungen scheinen sie die Gelegenheit zu nutzen, sich in der Gegend des Auflassorts umzuschauen. Aufzeichnungen der Flugwege in dieser „Lernphase“ zeigen, dass die jungen Tauben viel längere Wege zurücklegten als erfahrene Tauben, oft das vier - bis sechsfache der direkten Entfernung. Diese ausgedehnten Flüge lassen sich als Erkundungsflüge interpretieren (s. Schiffner et al. 2011b).

Junge Wildvögel gehen wahrscheinlich auf entsprechende Weise vor. Es ist bekannt, dass junge Vögel nach dem Ausfliegen weit umherstreifen, wie dies z.B. für junge Teichrohrsänger, *Acrocephalus scirpaceus*, gezeigt wurde ((Mukhin et al. 2005). Der umfangreichste Dokumentation dieses Verhaltens stammt aus einer englischen

Studie (Mead & Harrison 1979): Junge Uferschwalben aus einer Kolonie am Wash an der Ostküste Englands wurden in ganz England bis hoch nach Schottland beobachtet, bevor sie ihren Zug nach Süden begannen (Abb. 13), obwohl die weitaus meisten sich später in oder in der Nähe ihrer Geburtskolonie ansiedelten. Das weite Umherstreifen dient unter anderem wohl auch zum Erlernen der Verteilung der Navigationsfaktoren. Eine Untersuchung von Löhrl (1959) macht ebenfalls deutlich, dass Zugvögel nur an Orte zurückkehren können, an denen sie hatten umherfliegen können: In einer großen Voliere handaufgezogene Halsbandschnäpper, *Ficedula albicollis*, wurden in zwei Gruppen freigelassen, und zwar die erste Gruppe kurz nach dem Selbständig-werden, die zweite Gruppe erst, nachdem der Herbstzug schon eingesetzt hatte. Nur Vögel aus der ersten Gruppe kehrten zum Ort des Freilassen zurück; sie hatten vor dem Wegziehen die Gegend erkunden können und so dort Gelegenheit gehabt, eine Karte aufzubauen,

Erfahrene Tauben sind in ihrer Orientierung nicht mehr beeinträchtigt, wenn sie ohne magnetische Richtungsinformation verfrachtet werden (R. Wiltshko & Wiltshko 1985). Sie kommen offensichtlich ohne Weginformation aus. Sie scheinen ihre Navigationsstrategie zu ändern und benutzen später bevorzugt Ortsinformation. Der Grund hierfür wird klar, wenn man die Nachteile der Weginformation bedenkt: Ein aufgrund von Weginformation bestimmter Kurs lässt sich nicht mehr korrigieren, und wenn der Fehler zu groß ist, würde der Vogel am Zielort vorbeifliegen. Das kann vernachlässigt werden, solange junge Vögel im Gebiet um den Zielort bleiben, aber wenn sie weiter umherstreifen oder weiter verfrachtet werden, könnte es eine erfolgreiche Heimkehr verhindern. Wenn dagegen Ortsinformation benutzt wird, können die Vögel die Richtung zum Ziel jederzeit neu bestimmen – Navigation nach Ortsinformation bietet also größere Sicherheit. Hier dürfte auch der Grund für den Aufbau der hochkomplexen Kartensysteme liegen.-

4.2. Der Flug ins noch unbekannte Winterquartier

Eine ganz andere Aufgabe stellt sich jungen Zugvögeln auf dem ersten Herbstzug: Sie müssen in das ihnen noch unbekannte Überwinterungsgebiet ihrer Art gelangen. Manche Arten, wie z. B. Gänse und Kraniche, ziehen im Familienverband, andere in Schwärmen - hier könnten die Jungen die Zugroute von ihren Eltern oder erfahrenen Artgenossen lernen. Viele Arten aber ziehen allein, und oft ziehen die Jungvögel vor den Alten. Hier müssen die Jungen von sich aus das Zielgebiet finden. Sie greifen für den ersten Zug auf angeborene Instruktionen zurück: Junge Zugvögel verfügen über ein *genetisch kodierte Zugprogramm*, das ihnen Richtung und Länge des Zugwegs vorgibt (s. z.B. Berthold 1988; Gwinner 1996).

Die Entfernung wird dabei zeitlich über die Menge der Zugaktivität geregelt: Die Vögel sind so lange und in dem

Maße zugaktiv, wie sie normalerweise zum Erreichen des Winterquartiers brauchen (z.B. Berthold & Querner 1981). Man kann sich jedoch vorstellen, dass das Ende des Zuges flexibel ist und den Vögeln erlaubt, sich ein für die Überwinterung günstiges Gebiet auszusuchen.

4.2.1. Referenzsystem für die angeborene Zugrichtung

Auch die einzuschlagende Richtung ist angeboren (Helbig 1991b). Dabei dienen das Magnetfeld der Erde und die Himmelsrotation als Referenzsysteme, um die angeborene Information in eine aktuelle Flugrichtung umzusetzen. Handaufgezogene Zugvögel verschiedener Arten, die völlig ohne Himmelsicht aufgewachsen waren, schlugen mit dem Erdmagnetfeld als einzigem Orientierungsfaktor ihre normale Zugrichtung ein (z. B. Wiltschko & Gwinner 1974; Bingman 1983; Shumakov 1990, Bletz et al. 1996) (s. Abb. 14). Die Zugrichtung ist also in Bezug zum Magnetfeld angeboren. Die Bedeutung der Himmelsrotation wurde zuerst aufgrund von Planetariumsversuchen beschrieben: Indigofinken haben eine südliche Herbstzugrichtung; handaufgezogene Vögel wurden vor Zugbeginn unter einen Planetariumshimmel gehalten, der sich für die eine Gruppe um den Polarstern, für die andere um Beteigeuze in Sternbild Orion drehte. Später orientierten sich beide Gruppe unter stehendem Planetariumshimmel jeweils von den

Sternen weg, die das Rotationszentrum gebildet hatten (Emlen 1970). - Emlens Planetarium hatte den Himmel recht realistisch abgebildet; es zeigte sich aber, dass handaufgezogene Vögel sich auch nach einen ganz einfachen künstlichen „Himmel“ mit nur 16 Lichtpunkten orientierten, wenn sie ihn vorher mit 1 Umdrehung pro Tag hatten rotieren sehen (z. B. Weindler et al. 1996). Offensichtlich haben die jungen Vögel keine angeborene Vorstellung davon, wie der Sternhimmel aussehen muss - allein die Rotation ist entscheidend. Sie muss zwischen einer und drei Wochen beobachtet werden, um später die Richtung nach den Sternen einschlagen zu können (Michalik et al. 2014).

Die Beziehungen zwischen den beiden Bezugssystemen sind erst bei wenigen Arten untersucht. Die bisherigen Daten sprechen für einen Wandel zwischen der Zeit vor dem Zug, wenn die angeborene Information umgesetzt und die Zugrichtung bereitgestellt werden muss, und dem eigentlichen Zug. Vor dem Zug, zu einer Zeit also, in der die Vögel den Himmel langfristig beobachten können, erwies sich bei amerikanischen Savannenammern und bei Trauerschnäppern die Himmelsrotation als dominant und konnte die Richtung modifizieren, die die Vögel dann während des Zugs zum Magnetfeld einschlugen (z. B. Able & Able 1990, 1993; Prinz & Wiltschko 1992). Auf dem Zug selbst, dagegen, wenn sich der Himmel wegen der Ortsveränderung

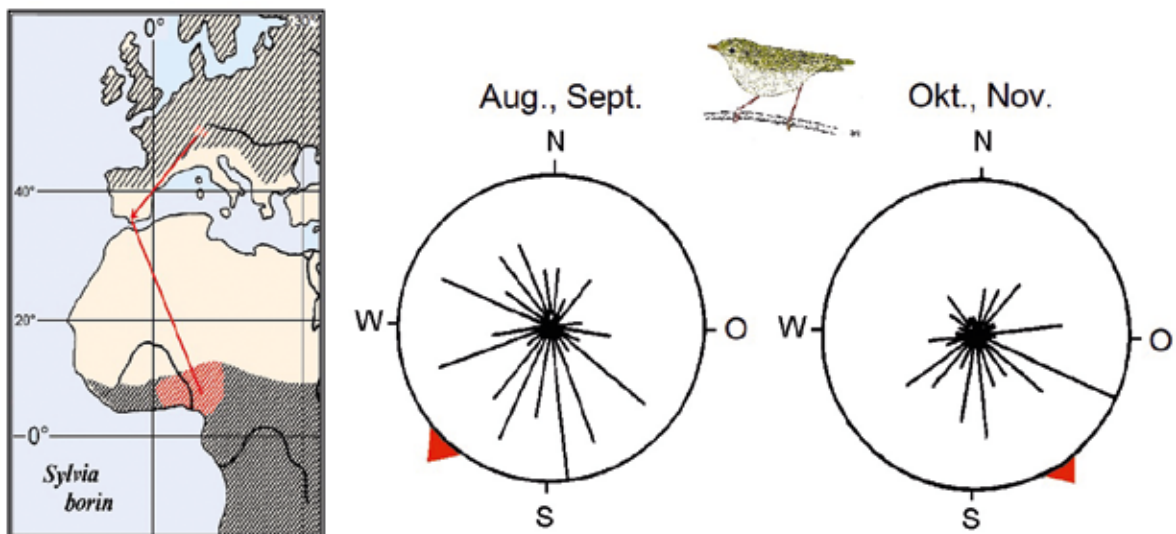


Abb. 14: Das Zugprogramm süddeutscher Gartengrasmücken. Links: Verbreitung und Zug (rot) der süddeutschen Population innerhalb des Verbreitungsgebiets der Art (schwarz). Weitgestreift: Brutgebiet; eng gestreift Überwinterungsgebiet. Rechts: die Orientierung von handaufgezogenen Gartengrasmücken, gehalten und getestet in Süddeutschland unter konstanten Bedingungen ohne Himmelsicht. Die Striche aus der Mitte des Kreises geben die Aktivität in der jeweiligen Richtung an; die roten Dreiecke markieren die Mittelrichtung: die jungen Vögel zeigen die Richtungsänderung von Südwest nach Südost zum richtigen Zeitpunkt (Daten aus Gwinner & Wiltschko 1978). - The migratory program of southern German Garden Warblers. Left: Distribution and migration route of the south German population (red) within the distribution of the species (black). Wide stripes: breeding area; narrow stripes: wintering quarters. Right: Orientation of hand-raised birds kept and tested in constant conditions without access to celestial cues. The black bars originating in the center indicate the amount of activity in the respective direction; the red triangles mark the mean direction: The young birds changed their migratory direction from Southwest to Southeast at the appropriate time (data from Gwinner & Wiltschko 1978).

ändert, scheint das Magnetfeld dominant; es konnte die Richtungsbedeutung der Sterne umeichen (s. 3.3.; eine ausführliche Diskussion ist bei R. Wiltshko & Wiltshko 1999 zu finden).

Bei Gartengrasmücken zeigte sich, dass wichtige Information über die Lage der Zugrichtung, nämlich die Abweichung von der Südrichtung, offenbar nur über das Magnetfeld kodiert ist: Jungvögel, die einen sich drehenden künstlichen Sternhimmel und das Magnetfeld gemeinsam erlebt hatten, hielten später unter den „Sternen“ allein ihre südwestliche Anfangsrichtung ein, während solche, die die Sterne nur im kompensierten Magnetfeld kannten, direkt nach „Süden“, d.h. in die Gegenrichtung zum Rotationspol, strebten (Weindler et al. 1996).

Die angeborene Richtungsinformation für den ersten Herbstzug muss nicht immer einen geraden Zugweg vorgeben, sondern kann – angepasst an die ökologische Situation – zu durchaus komplexen Zugrouten führen. Ein Beispiel ist der Zug der süddeutschen Gartengrasmücken (Abb. 14): sie überwintern in Afrika südlich der Sahara, aber zunächst ziehen sie in südwestliche Richtung nach Spanien und Portugal. Dort ändern sie ihre Zugrichtung in eine süd- bis südöstliche Richtung, um nach Überquerung der Sahara ihr Winterquartier zu erreichen. Auf diese Weise vermeiden sie eine Überquerung der Alpen, des Mittelmeers und der Sahara an breiten Stellen. Versuche mit handaufgezogenen Vögeln aus Süddeutschland, die unter konstanten Bedingungen gehalten wurden, zeigten, dass diese Änderung der Zugrichtung vom Zugprogramm vorgegeben wird (Gwinner & Wiltshko 1978). Ihr Zugprogramm gibt ihnen im übertragenen Sinn offensichtlich folgende Anweisungen „flieg 6 Wochen nach Südwest, dann 6 Wochen nach Südost“. Dagegen ist die Steuerung der Richtungsänderung bei mitteleuropäischen Trauerschnäppern, deren Zugroute weitgehend der der Gartengrasmücken entspricht, auch vom Außenfaktoren abhängig (Beck & Wiltshko 1988): Im Erdmagnetfeld von Frankfurt gehalten, reduzierten handaufgezogene Vögel Anfang Oktober, zu der Zeit, zu der ihre freilebenden Artgenossen die Richtung änderten, ihre Zugaktivität und wurden desorientiert. Als man ihnen dagegen die Änderungen des Magnetfelds, die sie normalerweise auf ihren Zug erleben, im Labor in vier Schritten simulierte, blieben sie aktiv und änderten zeitgerecht ihre Kurs von Südwest auf Südost. Aber auch hier spielt das Zugprogramm offensichtlich eine wichtige Rolle, denn eine dritte Gruppe, der man das Magnetfeld von Nordafrika zu Beginn der Zugzeit anbot, war durchweg desorientiert (Beck & Wiltshko 1988). - Bei australischen Dreistreifenhonigfressern, die auf ihrem Zug dem Verlauf des ostaustralischen Gebirges folgen und in der Höhe von Brisbane ihre Richtung ändern, scheinen ähnliche Bedingungen vorzuliegen wie bei Gartengrasmücken, denn auch sie änderten in konstanten Bedingungen zeitgerecht ihre Zugrichtung (Munro et al. 1993).

Dies sind drei Beispiele, bei denen bekannte nicht-lineare Zugwege im Labor untersucht wurden. Eine Studie mit west-sibirischen Trauerschnäppern (Chernetsov et al. 2008b) zeigte, dass diese Vögel in Käfigversuchen in ihrer Heimatregion im August und September direkt nach Westen zogen. Eine Gruppe, die 4000 km nach Westen nach Rossitten auf die Kurischen Nehrung verfrachtet und dort getestet wurde, war zunächst desorientiert, zeigt aber im Oktober eine südsüdwestliche Richtungsbevorzugung. Auch hier wirkt offenbar das angeborene Zugprogramm mit äußeren Faktoren zusammen. Chernetsov und Kollegen (2008b) vermuten, dass ein solches Zugprogramm die Trauerschnäpper zunächst durch den Waldgürtel nach Westen führt und erst in Europa Kurs auf die afrikanischen Winterquartiere nehmen lässt, so dass sie die Wüsten im südlichen Zentralasien meiden können.

Durch die modernen Trackingmethoden wird es jetzt möglich, die Flugrouten einzelner Individuen aufzuzeichnen. Es begann mit Satelliten-Telemetrie bei größeren Vögeln wie Störchen und Adlern (z. B. Berthold et al. 2004; Meyburg et al. 2004; Alerstam et al. 2006), aber inzwischen können über Geolokatoren auch die Bewegungen von kleineren Vögeln wie Mauersegler und Steinschmätzer, *Oenanthe oenanthe*, aufgezeichnet werden (z. B. Åkesson et al. 2012; Bairlein et al. 2012). Aus den so erhaltenen Flugwegen ergibt sich ein überaus komplexes, variantenreiches Bild vom Ablauf des Vogelzugs. Dieser Reichtum an neuer Information wird unsere Ansichten davon, wie die Vögel ihre Routen den ökologischen Bedingungen anpassen, modifizieren und wohl zu differenzierteren Vorstellungen über das Zuggeschehen führen.

4.2.2. Der Übergang zur Navigation

Der Frühjahrszug ins Brutgebiet und alle weiteren Zugbewegungen sind eine Rückkehr in ein schon bekanntes Gebiet. Zwar steht die angeborene Information über die Zugrichtung weiterhin zur Verfügung (Gwinner & Wiltshko 1980; Helbig 1992), aber die schon erwähnten Verfrachtungsversuche (Perdeck 1958, 1974, 1983; Thorup et al. 2007; Chernetsov et al. 2008a) machen deutlich, dass Vögel ihr Zielgebiet jetzt gezielt ansteuern können (s. Abb. 8). Offensichtlich haben die Vögel während des Herbstzug und später Informationen über den Verlauf möglicher Navigationsfaktoren gesammelt und sich eine Karte aufgebaut, die es ihnen erlaubt, die Richtung zum Ziel auch von Orten außerhalb des normalen Zugwegs zu bestimmen. Die Navigationsfaktoren sind wahrscheinlich die gleichen, die auch für Tauben diskutiert werden (s. 3.1.1); eventuell kommen bei den teilweise sehr großen zurückgelegten Strecken noch weitere hinzu. Navigation dominiert jetzt über die angeborene Zugrichtung, wie die nach Verfrachtung eingeschlagenen, geänderten Richtungen klar zeigen (s. Abb. 8).

Bei der Zugorientierung tritt also das gleiche Prinzip auf wie beim Heimkehren: Zunächst wird die Naviga-

tion über einen vergleichsweise einfachen angeborenen Mechanismus – hier das Zugprogramm – gesichert. Damit erhalten die Vögel Gelegenheit, sich das Wissen anzueignen, das es ihnen ermöglicht, die Mechanismen aufzubauen, die ihnen dann eine großräumige Navigation zu entfernten Zielen ermöglichen.

Zusammenfassung

Das Navigationssystem der Vögel ist heute in groben Zügen bekannt. Der Navigationsvorgang entspricht dem von Kramer beschriebenen Karte-Kompass-Prinzip: die Richtung zum Ziel wird zunächst als Kompassrichtung bestimmt und dann mit einem Kompass aufgesucht. Als Kompassmechanismen stehen den Vögeln ein angeborener Magnetkompass und ein erlernter Sonnenkompass zur Verfügung; Nachtzieher besitzen darüber hinaus einen erlernten Sternkompass. Die Richtung zum Ziel wird bei adulten Vögeln aufgrund von Ortsinformation bestimmt. Sie haben durch Erfahrung eine „Karte“ aufgebaut, eine mentale Vorstellung von der Verteilung der Navigationsfaktoren in der Heimatregion, mit deren Hilfe sie die Heimrichtung ermitteln können, indem sie die lokalen Werte von Umweltfaktoren mit den erinnerten Werten am Zielort vergleichen. Junge Vögel, die noch nicht über eine solche Karte verfügen, benutzen Weginformation, indem sie die Kompassrichtung des Hinwegs bestimmen und umkehren. Über Erkundungsflüge wird dabei die Navigationskarte aufgebaut und ausgebaut. Junge Zugvögel auf dem ersten Zug in ihr noch unbekanntes Winterquartier besitzen ein angeborenes Zugprogramm, das ihnen Richtung und Entfernung vorgibt. Dabei sammeln sie Erfahrung für den Aufbau einer „Navigationskarte“, so dass sie später ihr Brutgebiet oder Winterquartier gezielt ansteuern können. Das Navigationssystem für das Heimkehren und die Zugorientierung entwickelt sich nach dem gleichen Prinzip: die Orientierung wird zunächst durch angeborene Mechanismen gewährleistet. Die jungen Vögel nutzen dabei die Gelegenheit, die notwendige Information über den regionalen Verlauf der Navigationsfaktoren zu sammeln, um sie in die „Karte“ einzubauen, die ihnen dann später eine großräumige Navigation ermöglicht.

Literatur

- Able KP & Able MA 1990: Ontogeny of migratory orientation in the Savannah Sparrow (*Passerulus sandwichensis*): calibration of the magnetic compass. *Anim. Behav.* 39: 903-913.
- Able KP & Able MA 1993: Daytime calibration of magnetic orientation in a migratory bird requires a view of skylight polarization. *Nature* 364: 523-525.
- Able KP & Cherry JD 1986: Mechanisms of dusk orientation in White-throated Sparrows (*Zonotrichia albicollis*): clock-shift experiments. *J. Comp. Physiol. A* 159: 107-113.
- Able KP & Dillon PM 1977: Sun compass orientation in a nocturnal migrant, the White-throated Sparrow. *Condor* 79: 393-395.
- Åkesson S 1994: Comparative orientation experiments with different species of passerine long-distance migrants: effect of magnetic field manipulations. *Anim. Behav.* 48: 1379-1393.
- Åkesson S, Jonzén N, Pettersson J, Rundberg M & Sandberg R 2006: Effect of magnetic manipulations on orientation: comparing diurnal and nocturnal passerine migrants on Capri, Italy, in autumn. *Ornis Svecica* 16: 55-61.
- Åkesson S, Klaassen R, Holmgren J, Fox JW & Hedenström A 2012: Migration routes and strategies in a highly aerial migrant, the Common Swift, *Apus apus*, revealed by light-level geolocators. *PLoS ONE* 7: e41195.
- Åkesson S, Odin C, Hegedüs R, Ilieva M, Sjöholm C, Farkas A & Horvath G 2015: Testing avian compass calibration: comparative experiments with diurnal and nocturnal passerine migrant in South Sweden. *Biology Open* 4: 35-47.
- Alerstam T 1987: Bird migration across a strong magnetic anomaly. *J. Exp. Biol.* 130: 63-86.
- Alerstam T, Hake M & Kjellen N 2006: Temporal and spatial patterns of repeated journeys by Ospreys. *Anim. Behav.* 71: 555-566.
- Bairlein F, Norris DR, Nagel R, Bulte M, Voigt CC, Fox JW, Hüssel DJT & Schmaljohann H 2012: Cross-hemisphere migration of a 25 g songbird. *Biol. Lett.* 8: 505-507.
- Baker RR 1984: Bird navigation: the solution of a mystery? Hodder and Stoughton. London, Sydney.
- Baldacchini NE, Frugis S, Mongigi E & Ragionieri L 1989: Influence of topographical features on the initial orientation of the Sand Martin (*Riparia riparia*). In *Orientation and Navigation – Birds, Humans and other Animals*. paper 16. Royal Institute of Navigation, Cardiff.
- Batschelet, E 1981: Circular Statistics in Biology. Academic Press, London.
- Beason RC 1992: You can get there from here: Responses to simulated magnetic equator crossing by the Bobolink (*Dolichonyx oryzivorus*). *Ethology* 91: 75-80.
- Beason RC & Wiltschko W 2015: Cues indicating location in pigeon navigation. *J. Comp. Physiol. A* 201: 961-967.
- Beck W & Wiltschko W 1981: Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca* PALLAS) orientieren sich nichtvisuell mit Hilfe des Magnetfelds. *Vogelwarte* 31: 168-174.
- Beck W & Wiltschko W 1988: Magnetic factors control the migratory direction of Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*. In: Ouellet H (Hrsg) *Acta XIX Congr. Intern. Ornithol.* 1986 2: 1955-1962. Ottawa.
- Becker J & van Raden H 1986: Meteorologische Gesichtspunkte zur olfaktorischen Navigationshypothese. *J. Ornithol.* 127: 1-8.
- Berthold P 1988: The control of migration in European warblers. In: Ouellet H (Hrsg) *Acta XIX Congr. Internat. Ornithol.* 1986: 251-249. Ottawa.
- Berthold P & Querner U 1981: Genetic basis of migratory behavior in European warblers. *Science* 212: 77-79.
- Berthold P, Kaatz M & Querner U 2004: Long-term satellite tracking of White Stork (*Ciconia ciconia*) migration: constancy vs. variability. *J. Ornithol.* 1245: 356-359.
- Bingman VP 1983: Magnetic field orientation of migratory Savannah Sparrows with different first summer experience. *Behaviour* 87: 43-53.
- Bingman VP 1984: Night sky orientation of migratory Pied Flycatchers raised in different magnetic fields. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 15: 77-80.
- Bingman VP 1987: Earth's magnetism and the nocturnal orientation of migratory European Robins. *Auk* 104: 523-525.
- Bingman VP & Wiltschko W 1988: Orientation of Dunnocks (*Prunella modularis*) at sunset. *Ethology*, 77: 1-9.

- Biro D, Freeman R, Meade J, Roberts SJ & Guilford T 2007: Pigeons combine compass and landmark guidance in familiar route navigation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104: 7471-7476.
- Blaser N, Guskov SI, Entin VA, Wolfer DP, Kanevskiy VA & Lipp HP 2014: Gravity anomalies without geomagnetic disturbances interfere with pigeon homing – a GPS tracking study. *J. Exp. Biol.* 217: 4057-4067.
- Bletz H, Weindler P, Wiltschko R, Wiltschko W & Berthold P 1996: The magnetic field as reference for the innate migratory direction in Blackcaps, *Sylvia atricapilla*. *Naturwissenschaften* 83: 430-432.
- Braithwaite VA 1993: When does previewing the landscape affect pigeon homing? *Ethology* 95: 141-151.
- Chelazzi C & Pardi L 1972: Experiments on the homing behavior of caged pigeons. *Monit. Zool. Ital.* 6: 11-18.
- Chernetsov N, Kishkinev D, Mouritsen 2008a: A long-distance migrant compensates for longitudinal displacement during spring migration. *Curr. Biol.* 18: 188-190.
- Chernetsov N, Kishkinev D, Gashkov S, Kosarrev V & Bolshakov CV 2008b: Migratory programme of juvenile Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*, from Siberia implies a detour around Central Asia. *Anim. Behav.* 75: 539-545.
- Chernetsov N, Kishkinev D, Kosarev V, Bolshakov CV 2011: Not all songbirds calibrate their magnetic compass from twilight cues: a telemetry study. *J. Exp. Biol.* 214: 2540-2543.
- Cochran WW, Mouritsen H, Wikelski, M. 2004: Migrating songbirds recalibrate their magnetic compass daily from twilight cues. *Science*, 304, 405-408.
- Dennis TE, Rayner MJ & Walker MM 2007: Evidence that pigeons orient to geomagnetic intensity during homing. *Proc. R. Soc. B* 274: 1153-1158.
- Deutschlander ME, Phillips JB & Munro U 2012: Age-dependent orientation to magnetically-simulated geographic displacements in migratory Australian Silvereyes (*Zosterops l. lateralis*). *Wilson J. Ornithol.* 124: 467-467.
- Dorst J 1961: *The Migration of Birds*. Heinemann, London
- Duff SJ, Brownlie LA, Sherry DF & Sangster M 1998: Sun compass and landmark orientation by Black-capped Chickadees (*Parus atricapillus*). *J. Exp. Biol.* 24: 243-253.
- Emlen ST 1967a: Migratory orientation in the Indigo Bunting, *Passerina cyanea*. Part I: The evidence for use of celestial cues. *Auk* 84: 309-352.
- Emlen ST 1967b: Migratory orientation in the Indigo Bunting, *Passerina cyanea*. Part II: Mechanisms of celestial orientation. *Auk* 84: 463-489.
- Emlen ST 1970: Celestial rotation: its importance in the development of migratory orientation. *Science* 170: 1198-1201.
- Ericson PG P, Anderson CL; Britton T, Elzanowski A, Johansson US, Källersjö M, Ohlson J I, Parsons TJ, Zuccon D & Mayr G 2006: Diversification of Neoaves: integration of molecular sequence data and fossils. *Biol. Lett.* 4: 543-547.
- Fiaschi V, Farina M & Ioalé P 1974: Homing experiments with Swifts *Apus apus* (L.) deprived of olfactory perception. *Monit. Zool. Ital.* 8: 235-244.
- Freire R, Munro UH, Rogers LJ, Wiltschko R & Wiltschko W. 2005: Chickens orient using a magnetic compass. *Curr. Biol.* 15: R620-R621.
- Gagliardo A 2013: Forty years of olfactory navigation in birds. *J. Exp. Biol.* 216: 2165-2171.
- Gagliardo A, Ioalé P, Fillannino C & Wikelski M 2011: Homing pigeons only navigate in air with intact environmental odours: a test of the olfactory activation hypothesis with GPS data loggers. *PLoS ONE* 6: e22385.
- Gagliardo A, Bried J, Lambardi P, Luschi P, Wikelski M & Bonadonna F 2013: Oceanic navigation in Cory's Shearwater: evidence for a crucial role of olfactory cues for homing after displacement. *J. Exp. Biol.* 216: 2798-2805.
- Ganzhorn JU & Paffrath D 1995: Patterns in air pollution as a model for the physical basis for olfactory navigation in pigeon homing. *J. Ornithol.* 136: 159-165.
- Graue LC 1963: The effect of phase shifts in the day-night cycle on pigeon homing at distances of less than one mile. *Ohio J. Science* 63: 214-217.
- Gwinner E 1996: Circadian and circannual programmes in avian migration. *J. Exp. Biol.* 199: 19-48.
- Gwinner E & Wiltschko W 1978: Endogenously controlled changes in migratory direction of the Garden Warbler, *Sylvia borin*. *J. Comp. Physiol.* 125: 267-273.
- Gwinner E & Wiltschko W 1980: Circannual changes in the migratory orientation of the Garden Warbler, *Sylvia borin*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 7: 73-78.
- Hagstrum JT 2013: Atmospheric propagation modeling indicates homing pigeons use loft-specific infrasonic 'map' cues. *J. Exp. Biol.* 216: 687-699.
- Helbig AJ 1991a: Dusk orientation of migratory European robins, *Erithacus rubecula*: the role of sun-related directional information. *Anim. Behav.* 41: 313-322.
- Helbig AJ 1991b: Inheritance of migratory direction in a bird species: a cross breeding experiment with SE- and SW-migrating Blackcaps (*Sylvia atricapilla*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 28: 9-12.
- Helbig, AJ 1992: Ontogenetic stability of inherited migratory directions in a nocturnal bird migrant: comparison between the first and second year of life. *Ethol. Ecol. Evol.* 4: 375-388.
- Henshaw I, Fransson T, Jakobsson S & Kullberg C 2010: Geomagnetic field affects spring migratory direction in a long distance migrant. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 64: 1317-1323.
- Hoffmann K 1954: Versuche zu der im Richtungsfinden der Vögel enthaltenen Zeitschätzung. *Z. Tierpsychol.* 11: 453-475.
- Holland RA, Thorup K, Gagliardo A, Bisson IA, Knecht E, Mizrahi D & Wikelski M. 2009: Testing the role of sensory systems in the migratory heading of a songbird. *J. Exp. Biol.* 212: 4065-4071.
- Jorge PE, Marques AE & Phillips JB 2009: Activational rather than navigational effects of odors on homing of young pigeons. *Curr. Biol.* 19: 650-654.
- Jorge PE, Marques AE & Phillips JB 2010: Activational effects of odours on avian navigation. *Proc. R. Soc. B* 277: 45-49.
- Katz YB 1985: Sunset and the orientation of European Robins (*Erithacus rubecula*). *Anim. Behav.* 33: 825-828.
- Katz Y & Michelons H 1978: Influence of direction altering of stellar or magnetic meridians on orientation of European Robins in circular cages in a planetarium (in Russian). In: Michelons H, Blüm P & Baumaris J (Hrsg) *Orientazija Ptiz* (Orientation of Birds): 180-193. Zinatne, Riga.
- Keeton WT 1973: Release-site bias as a possible guide to the „map“ component in pigeon homing. *J. Comp. Physiol.* 86: 1-16.
- Keeton WT 1974: The orientational and navigational basis of homing in birds. *Adv. Study Behav* 8: 47-132.
- Keeton WT 1979: Avian orientation and navigation: a brief overview. *Brit. Birds* 72: 451-470.

- Keeton WT, Larkin TS & Windsor DM 1974: Normal fluctuations in the earth's magnetic field influence pigeon orientation. *J. Comp. Physiol.* 95: 95-103.
- Kiepenheuer J 1982: The effect of magnetic anomalies on the homing behavior of pigeons. In: Papi F & Wallraff HG (Hrsg) *Avian Navigation*: 120-128. Springer, Berlin.
- Kishkinev D, Chernetsov N, Pokhomov A, Heyers D & Mouritsen H 2015: Eurasian Reed Warblers compensate for virtual magnetic displacement. *Curr. Biol.* 25: R811-R826.
- Kowalski U 1994: Das Richtungsverhalten verfrachteter Brieftauben (*Columba livia*) im Orientierungskäfig. *J. Ornithol.* 135: 17-35.
- Kramer G 1949: Über Richtungstendenzen bei der nächtlichen Zugunruhe gekäfigter Vögel. In: Mayr E & Schüz E (Hrsg) *Ornithologie als biologische Wissenschaft*: 269-283. Heidelberg.
- Kramer G 1950: Weitere Analyse der Faktoren, welche die Zugaktivität des gekäfigten Vogels orientieren. *Naturwissenschaften* 37: 377-378.
- Kramer G 1953: Wird die Sonnenhöhe bei der Heimfindorientierung verwertet? *J. Ornithol.* 94: 201-219.
- Kramer G 1957: Experiments in bird orientation and their interpretation. *Ibis* 99: 196-227.
- Kramer G. & von Saint Paul U 1952: Heimkehrleistungen von Brieftauben ohne Richtungsdressur. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 16, Suppl.: 172-178.
- Lednor AJ & Walcott C 1984: The orientation of pigeons at gravity anomalies. *J. Exp. Biol.* 111: 259-263.
- Löhl H 1959: Zur Frage des Zeitpunkts der Prägung auf die Heimatregion beim Halsbandschnäpper (*Ficedula albicollis*). *J. Ornithol.* 100:132-140.
- Matthews GVT 1951: The experimental investigation of navigation in homing pigeons. *J. Exp. Biol.* 28: 508-536.
- Mazzotti M, Nacci L & Gagliardo A 1999: Homeward orientation of pigeons confined in a circular arena. *Behav. Proc.* 46: 217-225.
- Mead CJ & Harrison JD 1979: Sand Martin movements within Britain and Ireland. *Bird Study* 26: 73-86.
- Merkel FW, Fromme HG, Wiltshko W 1964: Nichtvisuelles Orientierungsvermögen bei nächtlich zugunruhigen Rotkehlchen. *Vogelwarte* 22:168-173.
- Mewaldt LR 1964: Effects of band removal on a winter population of sparrows. *Bird Banding* 35: 184-202.
- Meyburg BU, Meyburg C, Bělka T, Šreibr O & Vrana J 2004: Migration, wintering and breeding of a Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) from Slovakia tracked by satellite. *J. Ornithol.* 145: 1-7.
- Michalik A, Alert B, Engels S, Lefeldt N & Mouritsen H 2014: Star compass learning: how long does it take? *J. Ornithol.* 155: 225-234.
- Michener M & Walcott C 1967: Homing of single pigeons - analysis of tracks. *J. Exp. Biol.* 47: 99-31.
- Moore FR 1982: Sunset and the orientation of a nocturnal bird migrant: a mirror experiment. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 10:153-155.
- Muheim R, Phillips JB & Åkesson S 2006: Polarized light cues underlie compass calibration in migratory songbirds. *Science* 313: 837-839.
- Mukhin A, Kosarev V, Ktitirov P 2005: Nocturnal life of young songbirds well before migration. *Proc R Soc B* 272: 1535-1539.
- Munro U & Wiltshko R 1993: Clock-shift experiments with migratory Yellow-faced Honeyeaters, *Lichenostomus chrysops* (Meliphagidae), an Australian day migrating bird. *J. Exp. Biol.* 181: 233-244.
- Munro U, Wiltshko W & Ford H 1993: Changes in the migratory direction of Yellow-faced Honeyeaters, *Lichenostomus chrysops* (Meliphagidae), during autumn migration. *Emu* 93: 59-62.
- Nießner, C, Denzau S, Gross JC, Peich, L, Bischof HJ, Fleissner G, Wiltshko W & Wiltshko R 2011: Avian ultraviolet/violet cones identified as probable magnetoreceptors. *PLoS ONE* 6: 20091.
- Perdeck AC 1958: Two types of orientation in migrating *Sturnus vulgaris* and *Fringilla coelebs* as revealed by displacement experiments. *Ardea* 46: 1-37.
- Perdeck AC 1974: An experiment on the orientation of juvenile starlings during spring migration. *Ardea* 62: 190-195.
- Perdeck AC 1983: An experiment on the orientation of juvenile starlings during spring migration: an addendum. *Ardea* 71: 255.
- Prinz K & Wiltshko W 1992: Migratory orientation of pied flycatchers: interaction of stellar and magnetic information during ontogeny. *Anim. Behav.* 44: 539-545.
- Phillips JB & Jorge PE 2014: Olfactory navigation: failure to attempt replication of critical experiments keep controversy alive. Reply to Wallraff. *Anim. Behav.* 90: e7-e9.
- Ritz T, Adem S & Schulten K 2000: A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophys. J.* 7: 707-718.
- Ritz T, Thalau P, Phillips JB, Wiltshko R & Wiltshko W 2004: Resonance effects indicate a radical-pair mechanism for avian magnetic compass. *Nature* 429: 177-180.
- Rodriguez-Tejero JD, Cordero-Tapia PJ & Nadal J 1984: Orientation initiale lors de la rentrée au nid du Puffin Centré (*Calonectris diomedea*) sous conditions de ciel clair et ciel couvert In: Proc d'acquisition Précoce, les Comm. Colloque Intern. d' Ethologie: 483-490. Bellaterra, Barcelona.
- Sandberg R & Pettersson J 1996: Magnetic orientation of Snow Buntings (*Plectrophenax nivalis*), a species breeding in the high arctic: passage migration through temperate-zone areas. *J. Exp. Biol.* 199: 1899-1905.
- Sandberg R, Pettersson J & Alerstam T 1988: Shifted magnetic fields lead to deflected and axial orientation of migrating robins, *Erithacus rubecula*, at sunset. *Anim. Behav.* 36: 865-876.
- Sandberg R, Bäckman J, Moore FR & Lohmus M 2000: Magnetic information calibrates celestial cues during migration. *Anim. Behav.* 60: 453-462.
- Sargent TD 1962: A study of homing in Bank Swallows (*Riparia riparia*). *Auk* 79: 234-246.
- Sauer F 1957: Die Sternorientierung nächtlich ziehender Grasmücken (*Sylvia atricapilla*, *borin* und *curruca*). *Z. Tierpsychol.* 14: 29-70.
- Schiffner I & Wiltshko R 2011: Temporal fluctuations of the geomagnetic field affect pigeons' entire homing flight. *J. Comp. Physiol. A* 197: 765-772.
- Schiffner I, Fuhrmann P & Wiltshko R 2011a: Tracking pigeons in a magnetic anomaly and in magnetically 'quiet' terrain. *Naturwissenschaften* 9: 575-581.
- Schiffner I, Pavcovic, T, Siegmund B & Wiltshko R 2011b. Strategies of young pigeons during 'map' learning. *J. Navig.* 64: 431-448.
- Schmaljohann H, Rautenberg T, Muheim R, Naef-Daenzer B & Bairlein F 2013: Response of free-flying songbirds to an experimental shift of the light polarization pattern around sunset. *J. Exp. Biol.* 216: 1381-1387.

- Schmidt-Koenig K 1958. Experimentelle Einflußnahme auf die 24-Stundenperiodik bei Brieftauben und deren Auswirkungen unter besonderer Berücksichtigung des Heimfindevermögens. *Z. Tierpsychol.* 15: 301-331.
- Schmidt-Koenig K 1961: Die Sonne als Kompaß im Heimorientierungssystem der Brieftauben. *Z. Tierpsychol.* 18: 221-244.
- Shumakov ME 1990: The development of orientation capabilities of young night-migrants under natural and experimental conditions. In: Viksne J & Vilks I (Hrsg) *Baltic Birds* 5: 146-149. Riga.
- Thorup K, Bisson IA, Bowlin MS, Holland RA, Wingfield JC, Ramenofsky M & Wikelski M 2007: Evidence for a navigational map stretching across the continental U.S. in migratory songbird. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 10: 18115-18119.
- Thorup K, Ortvard TE, Rabøl J, Holland RA, Tøttrup AP & Wikelski, M. 2011: Juvenile songbirds compensate for displacement to oceanic islands during autumn migration. *PLoS ONE* 6: e17903.
- Viguier C 1882: Le sens de l'orientation et ses organes chez les animaux et chez l'homme. *Revue Philosophique de la France et de l'Etranger* 14: 1-36.
- von Saint Paul U 1954: Nachweis der Sonnenorientierung bei nächtlich ziehenden Vögeln. *Behaviour* 6: 1-7.
- von Saint Paul U 1956: Compass directional training of Western Meadow Larks (*Sturnella neglecta*). *Auk* 73: 203-210.
- Voss J, Keary N & Bischof HJ 2007: The use of the geomagnetic field for short-distance orientation in zebra finches. *Behaviour* 18: 1053-1057.
- Walcott C 1978: Anomalies in the Earth's magnetic field increase the scatter in pigeons' vanishing bearings. In: Schmidt-Koenig K & Keeton WT (Hrsg) *Animal Migration, Navigation and Homing*: 143-151. Springer. Berlin, Heidelberg.
- Walcott C 2005: Multi-modal orientation cues in homing pigeons. *Integr. Comp. Biol.* 45: 574-581.
- Walcott C & Green RP 1974: Orientation of homing pigeons altered by a change in the direction of an applied magnet field. *Science* 184:180-182.
- Waldvogel JA 1987: Olfactory navigation in homing pigeons: are the current models atmospherically realistic? *Auk* 104: 369-379.
- Wallraff HG 1959: Örtlich und zeitlich bedingte Variabilität des Heimkehrverhaltens von Brieftauben. *Z. Tierpsychol.* 16: 513-544.
- Wallraff HG 1974: Das Navigationssystem der Vögel. Ein theoretischer Beitrag zur Analyse ungeklärter Orientierungsleistungen. Oldenbourg. München, Wien.
- Wallraff HG 2004: Avian olfactory navigation: its empirical foundation and conceptual state. *Anim. Behav.* 67: 189-204.
- Wallraff HG 2014: Do olfactory stimuli provide positional information for home-oriented avian navigation? *Anim. Behav.* 90: e1-e5.
- Wallraff HG, Kiepenheuer J, Neumann MF & Streng A 1995: Homing experiments with Starlings deprived of the sense of smell. *Condor* 97: 20-26.
- Weindler P, Wiltschko R & Wiltschko W 1996: Magnetic information affects the stellar orientation of young migrants. *Nature* 383: 158-160.
- Wikelski M, Arriero E, Gagliardo A, Holland RA, Huttunen MJ, Juvaste R, Mueller I, Tertitski G, Thorup K, Wild M, Alanko M, Bairlein F, Cherenkov A, Cameron A, Flatz R, Hannila J, Hüppop O, Kangasniemi M, Kranstauber B, Penttinen MJ, Safi K, Semashko V, Schmid H & Wistbacka R 2015: True navigation in migratory gulls requires intact olfactory nerves. *Scientific Reports* 5: 17061
- Wiltschko R 1992: Das Verhalten verfrachteter Vögel. *Vogelwarte* 36: 249-310.
- Wiltschko R & Wiltschko W 1981: The development of sun compass orientation in young homing pigeons. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 9: 135-141.
- Wiltschko R & Wiltschko W 1985: Pigeon homing: change in navigational strategy during ontogeny. *Anim. Behav.* 33: 583-590.
- Wiltschko R & Wiltschko W 1989: Pigeon homing: olfactory orientation - a paradox. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 24: 163-173.
- Wiltschko R & Wiltschko W 1990: Zur Entwicklung der Sonnenkompaßorientierung bei jungen Brieftauben. *J. Ornithol.* 131: 1-19.
- Wiltschko R & Wiltschko W 1999: Celestial and magnetic cues in experimental conflict. In: Adams NJ & Slotow R (Hrsg) *Proc. 22 Int. Ornithol. Congr. Durban*: 988-1004. Birdlife South Africa, Johannesburg.
- Wiltschko R. & Wiltschko W 2001. Clock-shift experiments with homing pigeons: A compromise between solar and magnetic information? *Behav. Ecol. Sociobiol.* 49: 393-400.
- Wiltschko R & Wiltschko W 2003: Avian navigation: from historical to modern concepts. *Anim. Behav.* 65: 257-272.
- Wiltschko R & Wiltschko W 2014: Sensing magnetic directions in birds: radical pair processes involving cryptochrome. *Biosensors* 4: 221-242.
- Wiltschko R & Wiltschko W 2015: Avian navigation: a combination of innate and learned mechanisms. *Adv. Study Behav.* 47: 229-310.
- Wiltschko R, Nohr D & Wiltschko W 1981: Pigeons with a deficient sun compass use the magnetic compass. *Science* 214: 343-345.
- Wiltschko R, Kumpfmüller R, Muth R & Wiltschko W 1994: Pigeon homing: The effect of clock-shift is often smaller than predicted. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35: 63-73.
- Wiltschko R, Munro U, Ford H & Wiltschko W 1999: After-effects of exposure to conflicting cues celestial and magnetic cues at sunset in migratory Silvereyes *Zosterops l. lateralis*. *J. Avian Biol.* 30: 56-62.
- Wiltschko R, Walker M & Wiltschko W 2000: Sun-compass orientation in homing pigeons: compensation for different rates of change in azimuth? *J. Exp. Biol.* 203: 889-894.
- Wiltschko R, Munro U, Ford H & Wiltschko W 2008: Contradictory results on the role of polarized light in compass calibration in migratory songbirds. *J. Ornithol.* 149: 607-614.
- Wiltschko R, Schiffner I, Fuhrmann P & Wiltschko W 2010: The role of the magnetite-based receptors in the beak in pigeon homing. *Curr. Biol.* 20: 1534-1538.
- Wiltschko W 1968: Über den Einfluß statischer Magnetfelder auf die Zugorientierung der Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*). *Z. Tierpsychol.* 25: 536-558.
- Wiltschko W 1974: Der Magnetkompaß der Gartengrasmücke (*Sylvia borin*). *J. Ornithol.* 115: 1-7.
- Wiltschko W & Gwinner E 1974: Evidence for an innate magnetic compass in Garden Warblers. *Naturwissenschaften* 61: 406.
- Wiltschko W & Wiltschko R 1972: The magnetic compass of European robins. *Science* 176: 62-64.

- Wiltschko W & Wiltschko R 1975a: The interaction of stars and magnetic field in the orientation system of night migrating birds. I. Autumn experiments with European warblers (Gen. *Sylvia*). Z. Tierpsychol. 37: 337-355.
- Wiltschko W & Wiltschko R 1975b: The interaction of stars and magnetic field in the orientation system of night migrating birds. II. Spring experiments with European robins (*Erithacus rubecula*). Z. Tierpsychol. 39: 265-282.
- Wiltschko W & Wiltschko R 1976: Interrelation of magnetic compass and star orientation on night-migrating birds. J. Comp. Physiol. 109: 91-99.
- Wiltschko W. & Wiltschko R 1992: Migratory orientation: magnetic compass orientation of Garden Warblers (*Sylvia borin*) after a simulated crossing of the magnetic equator. Ethology 91: 70-74.
- Wiltschko W, Wiltschko R & Keeton WT 1976: Effects of a "permanent" clock-shift on the orientation of young homing pigeons. Behav. Ecol. Sociobiol. 1: 229-243.
- Wiltschko W, Wiltschko R, Keeton WT & Madden R 1983: Growing up in an altered magnetic field affects the initial orientation of young homing pigeons. Behav. Ecol. Sociobiol. 12: 135-142.
- Wiltschko W, Wiltschko R. & Keeton WT 1984: The effect of a "permanent" clock-shift on the orientation of experienced homing pigeons. I. Experiments in Ithaca, New York. Behav. Ecol. Sociobiol. 15: 263-272.
- Wiltschko W, Wiltschko R, Munro U & Ford H 1998: Magnetic versus celestial cues: cue-conflict experiments with migrating Silvereyes at dusk. J. Comp. Physiol. A 182: 521-529.
- Wiltschko W, Balda RP, Jahnel M. & Wiltschko R 1999: Sun compass orientation in seed-caching corvids: its role in spatial memory. Anim. Cogn. 2: 215-221.
- Wiltschko W, Gesson M & Wiltschko R 2001: Magnetic compass orientation of European Robins under 565 nm Green light. Naturwissenschaften 88: 387-390.
- Wiltschko W, Stapput K, Thalau P & Wiltschko R 2006: Avian magnetic compass: fast adjustment to intensities outside the normal functional window. Naturwissenschaften 93: 300-304.
- Winklhofer M, Dylida E, Thalau P, Wiltschko W. & Wiltschko R 2013: Avian magnetic compass can be tuned to anomalously low magnetic intensities. Proc. R. Soc. B 280: 20130850.

Wie gut repräsentieren die Ergebnisse des Integrierten Monitorings von Singvogelpopulationen die Population des jeweiligen Untersuchungsgebiets?

Elisabeth Saccavino, Kathrin Jäckel, Dieter Thomas Tietze

Saccavino E et al. 2017: How well do Constant Effort Site results represent the population of the respective study area? *Vogelwarte* 55: 53–62.

Since 2005 small birds have been caught and ringed under a Constant Effort Site (CES) ringing scheme at „Eich-Gimbsheimer Altrhein“ nature reserve, Rheinland-Pfalz, Germany. In addition, morphological and physiological data have been collected. It is debatable how exactly this monitoring represents the bird population of the whole reserve. To answer this question, a second study site was investigated with constant effort parallel to the long-term one in season 2015 and compared regarding number of records, reproduction and diversity together with morphological and physiological parameters. The same comparisons were drawn between parameters of the long-term site to the previous year. The comparisons of sites and the years were then set in relation to a year-wise comparison of earlier years. For a representative monitoring, there should be fewer differences between subpopulations of the two sites in 2015 than between two consecutive years within a long-year comparison. This could be confirmed in general, especially regarding species composition and diversity. Nevertheless, in terms of number of records and reproduction major deviations were found for the subpopulations in the habitats bushes and woods. These can be explained by distinct habitat features and lower sample sizes. There were no considerable differences in morphology. But birds showed a high variation in the score of fat and muscle both between sites and years. This could be a consequence from distinct habitat features affecting the food availability and from natural variability. Overall both subpopulations of the two sites can be regarded belonging to the very same population. Thus the songbird population of the study area is represented by the data collected at the long-term CES.

✉ ES: Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Goethe-Universität, Max-von-Laue-Straße 13, D-60438 Frankfurt am Main. E-Mail: elisabeth.saccavino@gmx.de

KJ: Hindenburgstraße 31, D-55118 Mainz. E-Mail: kathrinjaeckel@gmx.de

DTT: Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie und Heidelberg Center for the Environment, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 364, D-69120 Heidelberg. E-Mail: tietze@uni-heidelberg.de

1. Einleitung

Natürliche Populationen sind durch Zugänge (Geburten und Zuwanderung) und Abgänge (Todesfälle und Abwanderung) gekennzeichnet. Bestände sind nur dann langfristig stabil, wenn diese demographischen Grundelemente im Gleichgewicht stehen (Bairlein 1996; Bairlein et al. 2005). Heute ist dieses Gleichgewicht häufig gestört und viele Arten weisen Bestandsrückgänge auf. Vögel sind davon besonders betroffen, da sie als Endglieder von Nahrungsketten unmittelbar auf Umweltveränderungen reagieren (Bairlein 1996). Um die Veränderungen aufzudecken und Populationen wirksam zu schützen, ist ein integriertes Monitoring der Brutvogelbestände notwendig (Bairlein et al. 2005). Während solche Monitoringprogramme für einige Gruppen wie See- und Küstenvögel (Thyen et al. 2000) oder Greifvögel (Stubbe & Gedeon 1989) bereits viele Jahre in Deutschland existierten, fehlte ein solches Unterfangen für schwieriger zu erfassende Sing- und andere Kleinvogelpopulationen lange Zeit. Daher haben die drei deutschen Vogelwarten Helgoland, Hiddensee, Radolfzell sowie der Dachverband Deutscher Avifaunisten

(DDA) Mitte der 1990-er Jahre das bundesweite „Integrierte Monitoring von Singvogelpopulationen“ (IMS) ins Leben gerufen. Dieses hat zum Ziel, die Brutvogelbestände von Kleinvögeln langfristig zu beobachten und zu erfassen sowie Daten zu jährlichen Fortpflanzungs- und Überlebensraten durch standardisierten Netzfang mit konstantem Aufwand zur Brutzeit und durch Beringung zu erheben (Bairlein et al. 2005, Meister et al. 2016b). Der Fang orientiert sich dabei an dem schon 1981 etablierten Constant-Effort-Site-Verfahren des British Trust for Ornithology in Großbritannien (Baillie et al. 1986). Der Bruterfolg ergibt sich aus der Anzahl der Jungvögel, wohingegen Wiederfänge zur Bestimmung der Überlebensrate und zur Abschätzung der Bestandsgröße herangezogen werden (Bairlein et al. 2005). Die so ermittelten Daten dienen als wichtige Grundlage für den Arten- und Naturschutz und helfen, die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen zu kontrollieren und zu bewerten (Bairlein 1996).

Eine für den Naturschutz wichtige Probefläche, auf der seit 2005 in Zusammenarbeit mit der Vogelwarte

Radolfzell am Max-Planck-Institut für Ornithologie das IMS-Programm durchgeführt wird, ist das Naturschutzgebiet „Eich-Gimbsheimer Altrhein“ (Tietze et al. 2007). Das im Landkreis Alzey-Worms gelegene Gebiet ist momentan die einzige IMS-Fläche in Rheinland-Pfalz (Stand 2015; Meister et al. 2016a) und nimmt damit eine bedeutende Stellung bei der Darstellung der bundesweiten Entwicklung von Vogelpopulationen ein. Andererseits zeigt sie nur einen Ausschnitt der Vogelwelt des Bundeslandes und eventuell sogar des Naturschutzgebietes, wodurch die Vogelpopulation möglicherweise nicht repräsentativ dargestellt wird. Dies ist jedoch Grundvoraussetzung, um eine realistische Abschätzung des Vogelbestandes abzugeben (Bibby et al. 1995). Wir stellten daher die selbstkritische Hypothese auf, dass die Repräsentativität der IMS-Fläche für die Vogelpopulation des Naturschutzgebietes nicht gegeben ist. Dies wäre der Fall, wenn sich Fangzahlen, Diversität, Reproduktion und morphologische sowie physiologische Parameter zwischen zwei Teilpopulationen nahe gelegener Flächen stärker voneinander unterscheiden als zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren innerhalb eines langjährigen Vergleichs. Um dies zu überprüfen, richteten wir in der Fangsaison 2015 parallel zu der bereits existierenden Fläche („Innenbogen“) eine zweite Fläche („Fossiliensee“) ein. Die Unterschiede dieser neuen Fläche zum Innenbogen verglichen wir mit denen von Innenbogen zum Vorjahr und setzten diese Vergleiche in Relation zu den jahresweisen Vergleichen der vorangegangenen Jahre.

2. Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Gebiet liegt westlich des Rheins zwischen den beiden Ortschaften Eich und Gimbsheim, Landkreis Alzey-Worms, und gehört zum Naturraum Nördliche Oberrheinniederung. Es handelt sich dabei um einen bogenförmigen, weitestgehend verlandeten Altrheinarm, der vom Hauptstrom abgeschnitten ist (Dietzen & Henß 2004). Das Gebiet ist mit ca. 274 ha das größte zusammenhängende rheinland-pfälzische Schilfgebiet und wurde 1966 als Naturschutzgebiet mit ornithologischem Schwerpunkt ausgewiesen und 1979 erweitert (Jungbluth 1985). Zudem wird es durch die EG-Vogelschutzrichtlinie und die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie geschützt. Neben den offenen Wasserflächen mit ausgedehnten Schilfbeständen finden sich drei weitere Lebensraumtypen: Au- und Bruchwald entlang des ehemaligen Uferbereichs (vorrangig *Populus*, *Alnus*, *Salix*), Großseggenriede (*Juncus subnodulosus*, *Calamagrostis canescens*) und Streuwiesen mit Gebüsch (*Crataegus*, *Sambucus*). Direkt angrenzend finden sich zudem landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen und Baggerseen (Jungbluth 1985; Dietzen & Henß 2004; Tietze et al. 2007). Die langjährige Fläche des „Integrierten Singvogelmonitorings am Eich-Gimbsheimer Altrhein“ (ISMEGA) befindet sich im Innenbogen (I) des NSG auf der Höhe des Heinrichs-Talaue-Sees (8° 22' 29" E, 49° 45' 6" N). Die Vergleichsfläche befindet sich ca. 1,1 km nordwestlich davon und schließt an den Fossiliensee (F) an (8° 21' 58" E, 49° 45' 39" N). Die Vegetation der

beiden Flächen gleicht sich weitestgehend, jedoch findet man am Fossiliensee im Wald zusätzlich Ahorn (*Acer* spp.). Zudem befindet sich der Wald am Fossiliensee, im Gegensatz zum Innenbogen, zwischen dem See und dem Schilfgürtel. Im Gebüsch kommen zusätzlich Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*) und Gemeine Hasel (*Corylus avellana*) vor. Die Vegetation im Schilf unterscheidet sich nicht. Jedoch liegt die untersuchte Schilffläche am Innenbogen seit 2013 etwas abseits des zusammenhängenden Schilfgürtels und ist von Gebüsch umgeben, während die Vergleichsfläche am Fossiliensee direkt im großen Schilfgürtel liegt.

2.2 Netzfang

Der Fang von Singvögeln wurde nach den IMS-Richtlinien durchgeführt (Meister et al. 2016b). In den ersten acht Untersuchungsjahren (2005–2012) wurden 40 Japannetze (Maschenweite: 1,6 cm) à 6 m mit vier 50 cm hohen Taschen verwendet. Je zwölf von diesen Netzen befanden sich in den Teilhabitaten Wald und Gebüsch, die übrigen im Schilf, um die verschiedenen Lebensraumtypen des Eich-Gimbsheimer Altrheins möglichst gut wiederzugeben. Seit 2013 sind nur noch vier Netze an anderer Stelle im Schilf im Einsatz, da die zuvor genutzte Schilfgasse auf Grund des gestiegenen Wasserstandes nicht mehr begehbar ist. Somit wurden in den letzten drei Jahren sowie auf der Vergleichsfläche am Fossiliensee nur 28 Netze verwendet. Gefangen wurde von Anfang Mai bis Ende August jeweils einmal pro Dekade (zwölf Fangtage) für sechs Stunden ab Sonnenaufgang, wobei zwischen den Fangtagen mindestens fünf Tage Abstand lagen. In der Saison 2015 wurde die Vergleichsfläche am Fossiliensee immer einen Tag nach der ursprünglichen Fläche am Innenbogen bearbeitet. Lockvögel oder Klangattrappen wurden nicht verwendet. Die gefangenen Vögel wurden stündlich den Netzen entnommen, nach Svensson (1992) und Jenni & Winkler (1994) auf Art und – wenn möglich – auf Alter und Geschlecht hin bestimmt sowie mit einem Ring der Vogelwarte Radolfzell individuell markiert. Des Weiteren wurden folgende morphologische und physiologische Parameter in Anlehnung an das Mettnau-Reit-Illmitz-Programm der Vogelwarte Radolfzell (Berthold & Schlenker 1975) und das ESF-Programm (Bairlein 1995) erhoben (Eck et al. 2011): Tarsuslänge (Tar1; Genauigkeit: 0,1 mm), Flügelänge (Wmax; 0,5 mm), Teilfederlänge (P8; 0,1 mm), Schwanzlänge (T1; 1 mm), Körpermasse (Wt; 0,1 g), Ausprägung des Brustmuskels und sichtbare Fettdeposition.

2.3 Auswertung

Für alle Jahre und für beide Vergleichsflächen wurde sowohl die Anzahl der gefangenen Individuen als auch die Artenzahl insgesamt sowie für die drei Teilhabitate Schilf, Wald und Gebüsch getrennt ermittelt und verglichen. Weiter wurden die Anteile der Arten zwischen den aufeinanderfolgenden Jahren und den Vergleichsflächen berechnet und miteinander korreliert. Als Maß für die Diversität diente der Shannon-Weaver-Index, in den sowohl die Artenzahl als auch die relative Häufigkeit mit einfließen (Begon et al. 2006). Um ein Maß für die Gleichverteilung der Individuen innerhalb der Arten zu erlangen, wurde zudem die Evenness berechnet. Diese ergibt sich aus dem Quotienten aus Shannon-Weaver-Index und dem natürlichen Logarithmus der Artenzahl. Je näher der Wert an 1 ist, desto ausgewogener sind die Individuen über die Arten verteilt (Begon et al. 2006). Des Weiteren wurden

für alle Arten, von denen mindestens fünf Jung- bzw. Altvögel (diesjährige bzw. nicht-diesjährige Tiere) gefangen werden konnten, die morphologischen und physiologischen Parameter zwischen den beiden Untersuchungsflächen sowie zwischen allen aufeinanderfolgenden Jahren verglichen. Für die Mönchsgrasmücke wurde zudem eine geschlechtsspezifische Auswertung vorgenommen, da bei dieser Art ausreichend viele nicht-diesjährige Männchen und Weibchen gefangen wurden. Zudem wurde neben der Gesamtproduktion aller Arten auch die Reproduktion dieser Arten getrennt ermittelt. Die Reproduktion ergibt sich aus dem Anteil der Jungvögel an allen altersbestimmten Vögeln der jeweiligen Stichprobe. Durch sie kann der Erfolg der Brutsaison bewertet werden. Für alle Vergleiche wurden die prozentualen Unterschiede zwischen den Jahren bzw. den Flächen berechnet. Alle Berechnungen wurden mit R 3.3.1 (R Core Team 2016) durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Vergleich der Artanteile

Insgesamt nahmen die Arten am Eich-Gimbsheimer Altrhein jeweils verglichen mit dem Vorjahr annähernd die gleichen Anteile an der Artengemeinschaft ein. Die Anteile auf der Vergleichsfläche am Fossiliensee wichen davon nur geringfügig ab (Abb. 1a). Auch im Teilhabitat Schilf korrelierten die Anteile in allen Jahresvergleichen etwa gleich stark, zwischen den Flächen war nur eine geringe Abweichung festzustellen (Abb. 1b). Im Gebüsch zeigte sich zwischen den Flächen dagegen ein deutlicher Unterschied (Abb. 1c). Im Wald wurden die stärksten Schwankungen in den Korrelationen aufeinanderfolgender Jahre festgestellt, der Flächenvergleich fügte sich aber mittig in diese Streuung ein (Abb. 1d).

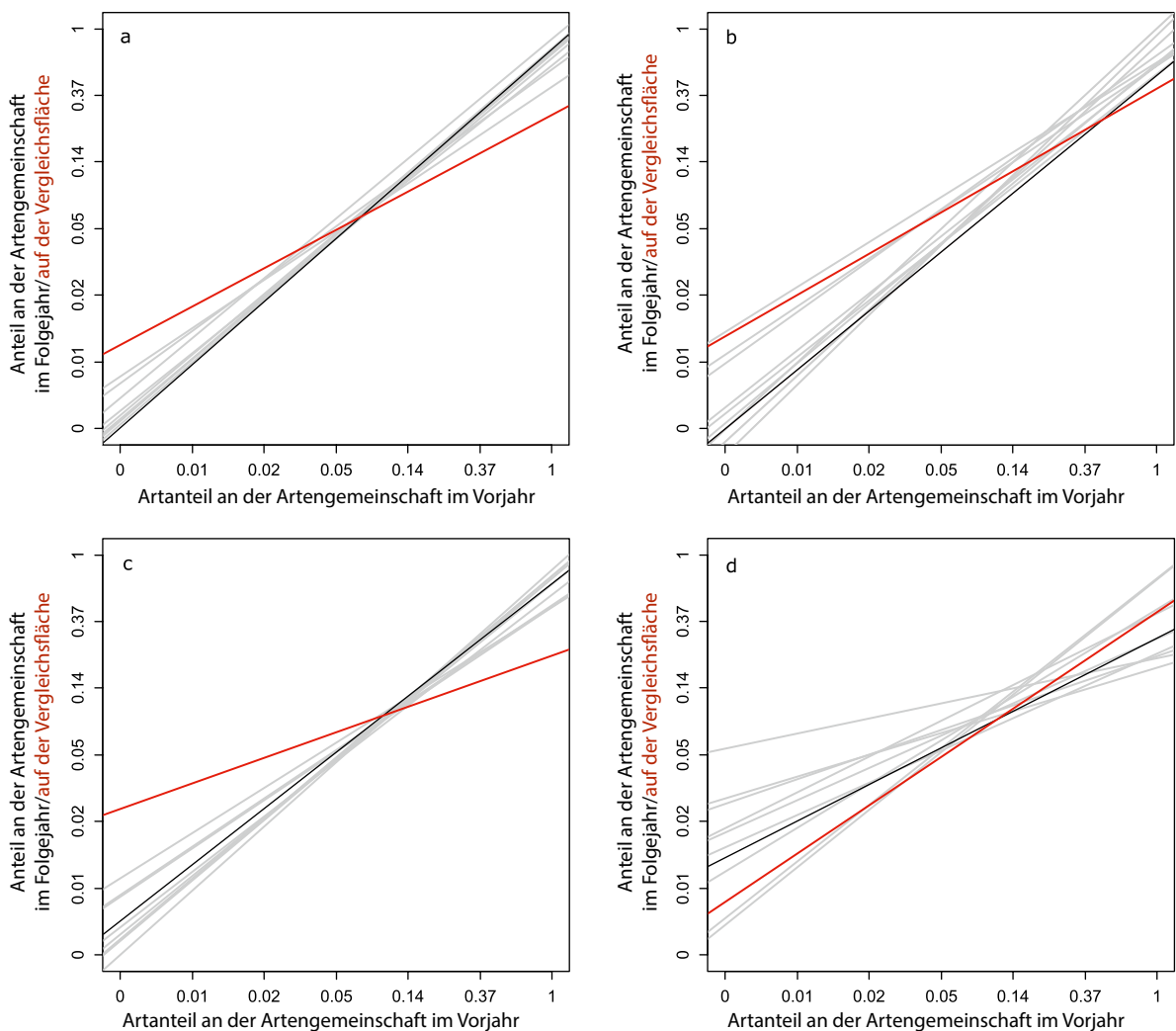


Abb. 1: Korrelationen der logarithmierten Artanteile im Vorjahr gegenüber dem Folgejahr bzw. der Vergleichsfläche für a) das Gesamtgebiet, b) das Schilf, c) das Gebüsch und d) den Wald. Grau: Jahre 2005–2014, schwarz: Vergleich 2014/15, rot: Vergleich Innenbogen und Fossiliensee. – *Correlation of the log-transformed proportion of species in the previous year compared to the following year resp. the second site for a) whole area, b) reed bed, c) bushes, d) woods. Gray: years 2005–2014, black: comparison 2014/15, red: comparison Innenbogen and Fossiliensee.*

3.2 Fangzahlen, Gesamtproduktion und Diversität

Die Anzahl der Arten, der Individuen, die Reproduktion und die Diversität wiesen im Jahresvergleich Unterschiede von bis zu 40% auf, wobei die größten Unterschiede bei der Artenzahl erreicht wurden. Die Werte des Flächenvergleichs wichen dabei zwar zum Teil von denen am Innenbogen für die Jahre 2014 und 2015 ab, aber nicht im stärkeren Maße als von denen im Gesamtjahresvergleich (Abb. 2a). Die Artenzahl zwischen den beiden Flächen veränderte sich mit 32 nachgewiesenen Arten nicht, lag aber etwas niedriger als im Jahr davor ($n = 36$). Auf der neuen Fläche wurden mit 277, im Vergleich zu 378 am Innenbogen, rund 27% weniger Individuen gefangen. Am Innenbogen waren dies jedoch 10% mehr Arten als im Jahr zuvor ($n = 339$). Die

Reproduktion unterschied sich zwischen den Flächen nur um 4%. Die Diversität (I: 2,33; F: 2,61) und die Verteilung der Individuen über die Arten (I: 0,67; F: 0,75) waren auf der neuen Fläche um jeweils 12% höher, wohingegen der Unterschied am Innenbogen zum Vorjahr mit 4% (Shannon-Weaver-Index) und 8% (Evenness) geringer ausfiel. Dies übersteigt die Unterschiede über die Jahre aber wiederum nicht. Im Schilf waren auf der Vergleichsfläche vor allem Unterschiede bei der Anzahl der Arten und der Individuen festzustellen (Abb. 2b). Hier wurden 57% weniger Arten (I: 21; F: 9) und 45% weniger Individuen (I: 147; F: 81) im Vergleich zum Innenbogen gefangen. Dies überstieg sowohl den Unterschied zum Vorjahr als auch die langjährigen Unterschiede zwischen aufeinanderfolgenden

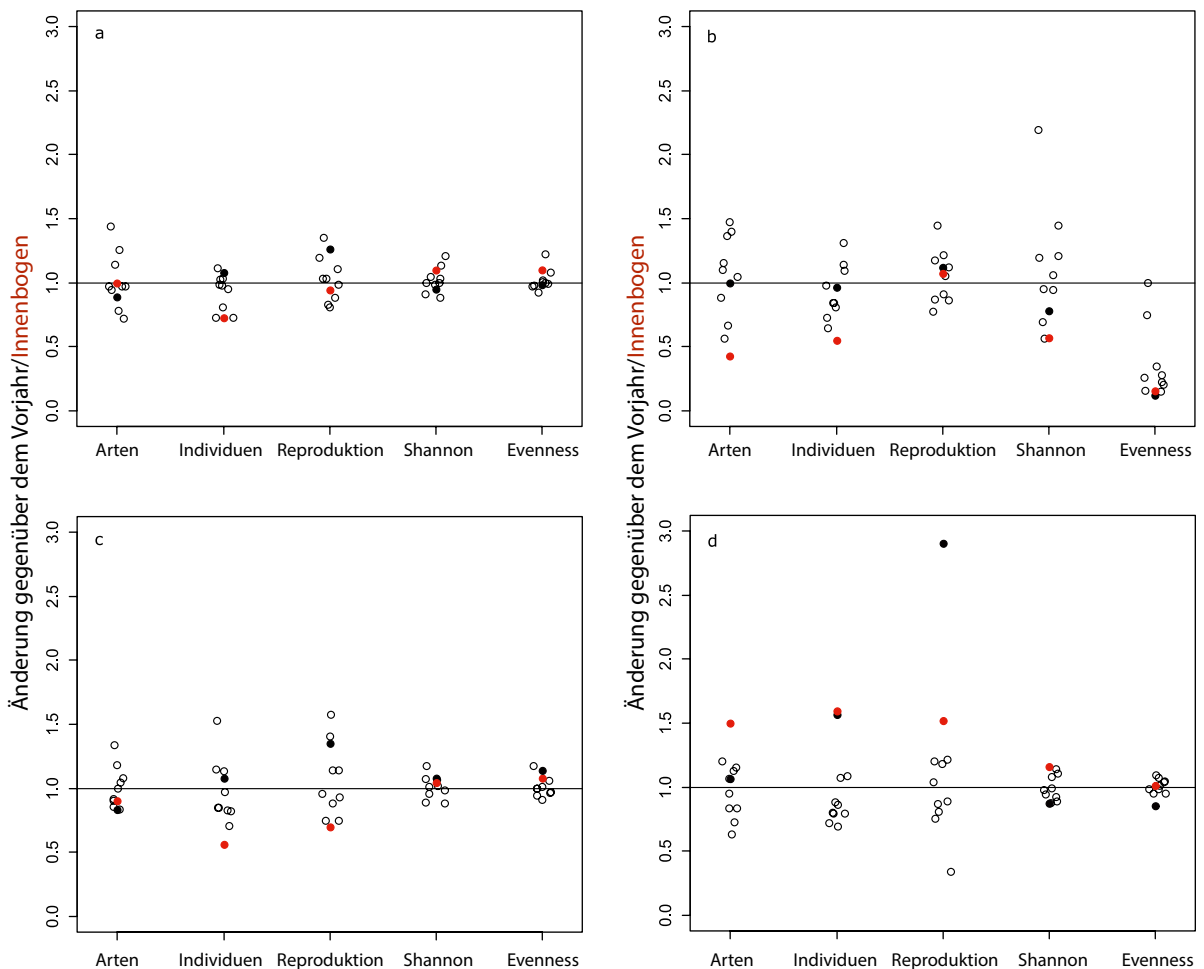


Abb. 2: Prozentuale Unterschiede der Art- und Individuenanzahl, der Reproduktion, des Shannon-Weaver-Index und der Evenness für a) das Gesamtgebiet, b) das Schilf, c) das Gebüsch und d) den Wald. Offene Kreise: Jahre 2005–2014, schwarze gefüllte Kreise: Vergleich 2014/15, rote gefüllte Kreise: Vergleich Innenbogen und Fossiliensee. – *Proportional differences of the number of species, number of individuals, productivity, Shannon-Weaver index and evenness for a) whole area, b) reed bed, c) bushes, d) woods. Open circles: years 2005–2014, black filled circles: comparison 2014/15, red filled circles: comparison Innenbogen and Fossiliensee.*

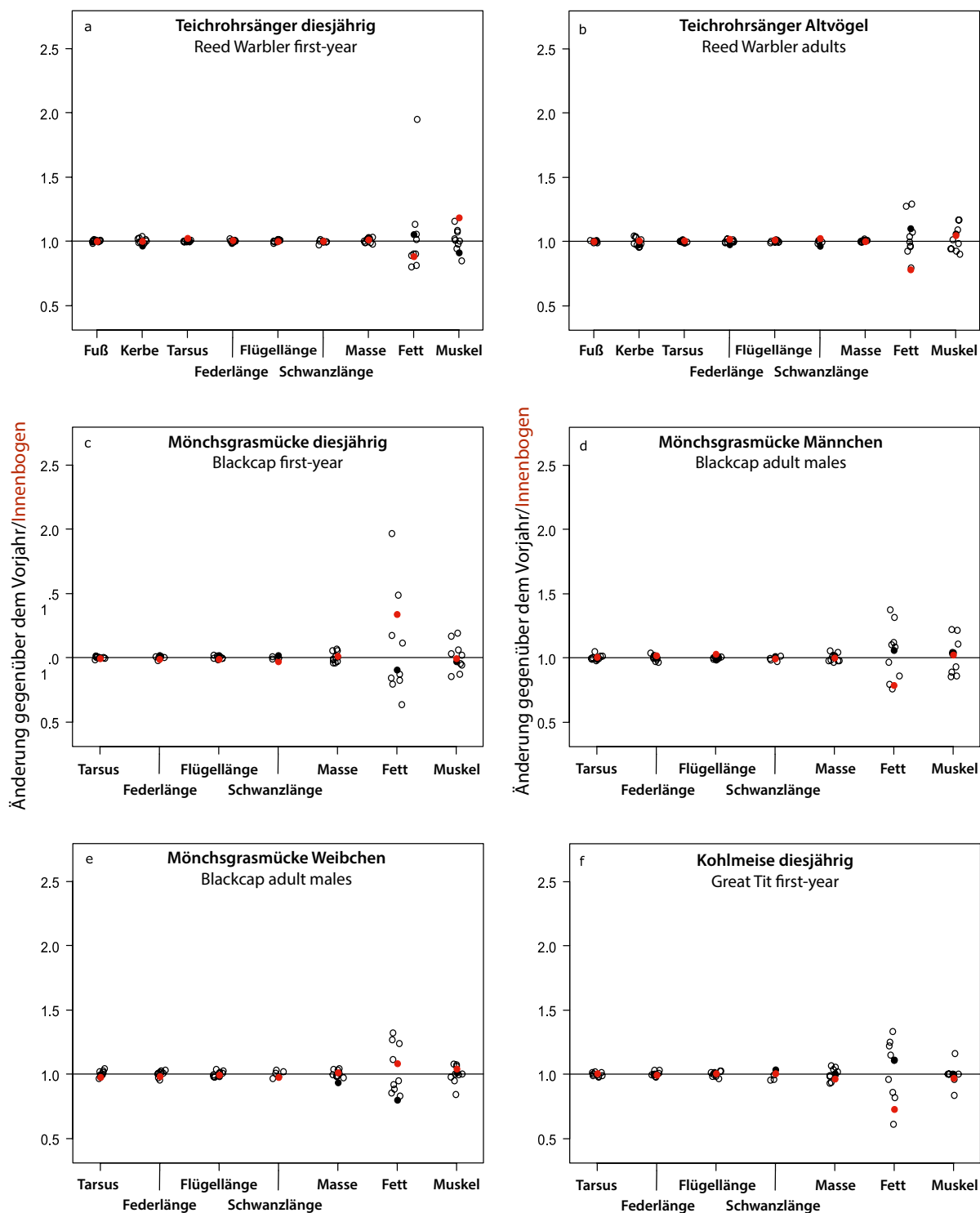


Abb. 3: Prozentuale Unterschiede morphologischer und physiologischer Parameter für Arten mit mindestens fünf gefangenen Individuen. Offene Kreise: Jahre 2005–2014, schwarze gefüllte Kreise: Vergleich 2014/15, rote gefüllte Kreise: Vergleich Innenbogen und Fossiliensee. – *Proportional differences of morphological (foot span, notch, tarsus, feather, wing and tail length) and physiological (mass, fat and muscle score) parameters of species with at least five captured individuals. Open circles: years 2005–2014, black filled circles: comparison 2014/15, red filled circles: comparison Innenbogen and Fossiliensee.*

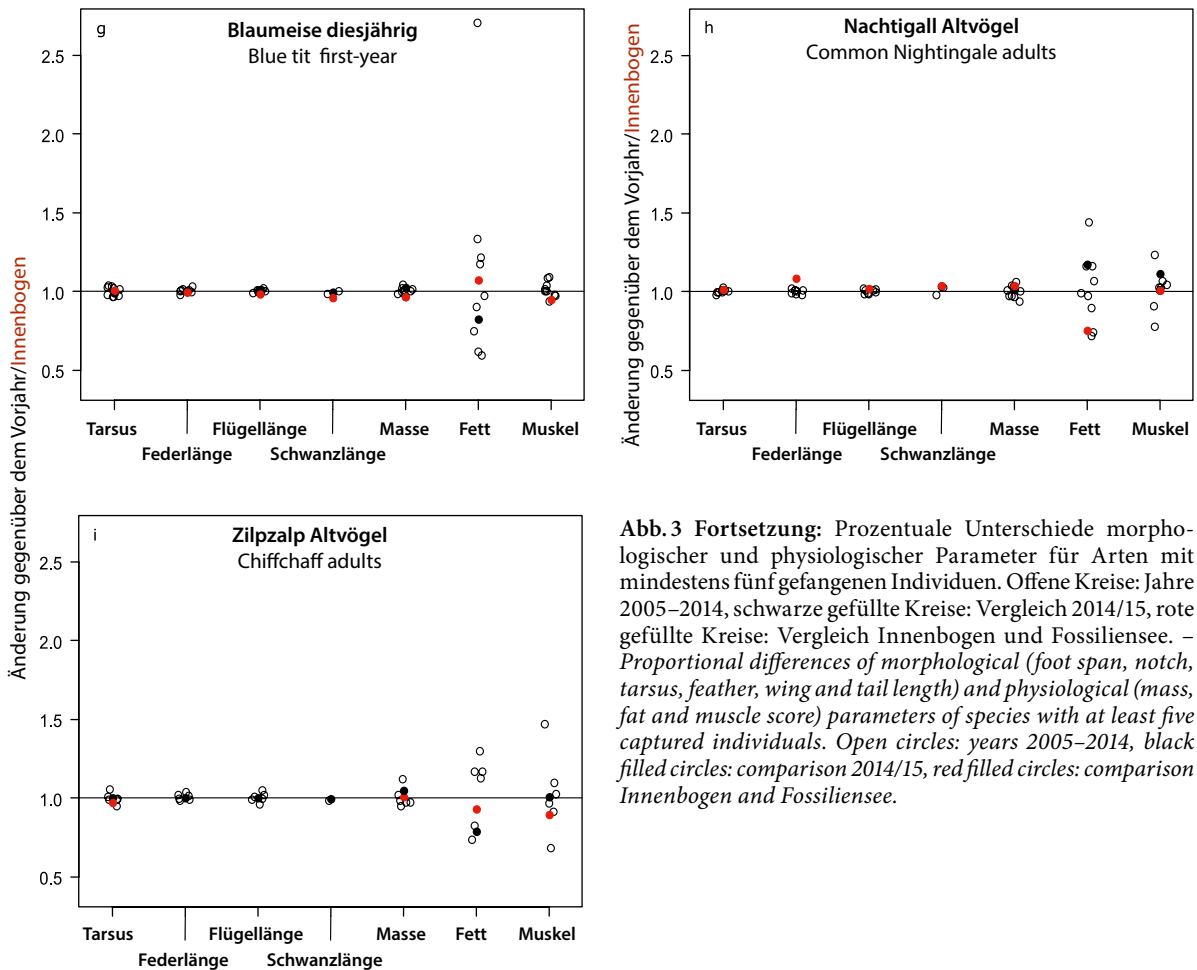


Abb. 3 Fortsetzung: Prozentuale Unterschiede morphologischer und physiologischer Parameter für Arten mit mindestens fünf gefangenen Individuen. Offene Kreise: Jahre 2005–2014, schwarze gefüllte Kreise: Vergleich 2014/15, rote gefüllte Kreise: Vergleich Innenbogen und Fossiliensee. – *Proportional differences of morphological (foot span, notch, tarsus, feather, wing and tail length) and physiological (mass, fat and muscle score) parameters of species with at least five captured individuals. Open circles: years 2005–2014, black filled circles: comparison 2014/15, red filled circles: comparison Innenbogen and Fossiliensee.*

Jahren. Die Reproduktion und die Diversität unterschieden sich zwar zwischen den Flächen, lagen aber auch hier im Bereich der Streuung der Jahresvergleiche. Auch im Gebüsch zeigten sich am Fossiliensee mit 47 % weniger Individuen (I: 188; F: 99) und mit 44 % eine niedrigere Reproduktion und damit eine Abweichung von den Jahresvergleichen. Die übrigen Werte fügten sich dagegen dort ein (Abb. 2c). Im Wald wurden am Fossiliensee 50 % mehr Arten (I: 16; F: 24) und 74 % mehr Individuen (I: 57; F: 99) gefangen. Die Anzahlen liegen wiederum über denen aus den Jahresvergleichen. Hier wurden jedoch am Innenbogen auch schon 37 % mehr Individuen gefangen als im Vorjahr ($n = 36$) und damit mehr als in der langjährigen Betrachtung. Auch bei der Reproduktion konnte dies gezeigt werden (Abb. 2d). Lag diese 2014 noch bei 14 %, verdreifachte sie sich im Folgejahr fast auf 40 % und lag am Fossiliensee mit 61 % nochmal höher. Die Werte für den Shannon-Weaver-Index und die Evenness lagen jedoch im Bereich der Jahresvergleiche, auch wenn die Evenness im Jahresvergleich 2014/15 etwas abweicht.

3.3 Artenvergleich

Für die Betrachtung von morphologischen und physiologischen Unterschieden konnten ausgewertet werden: Jung- und Altvögel von Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) sowie Jungvögel und – aufgeschlüsselt nach Geschlecht – Altvögel der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*), Jungvögel von Kohlmeise (*Parus major*) und Blaumeise (*Cyanistes caeruleus*) und Altvögel von Nachtigall (*Luscinia megarhynchos*) und Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*). Über alle Gruppen hinweg konnten keine größeren Unterschiede in den morphologischen Parametern festgestellt werden. Sowohl die Werte zwischen den beiden Vergleichsflächen als auch im Vergleich zum Vorjahr lagen nah beieinander und wichen nicht von denen der Gesamtjahresvergleiche ab (Abb. 3). Eine Ausnahme hiervon war die Federlänge bei adulten Nachtigallen. Hier lag der Wert auf der Vergleichsfläche etwas über denen der Jahresvergleiche (Abb. 3h). Die physiologischen Parameter Fettdeposition und Ausprägung des Brustmuskels zeigten im Allgemeinen viel stärkere Schwankungen. Die Werte des Flächenver-

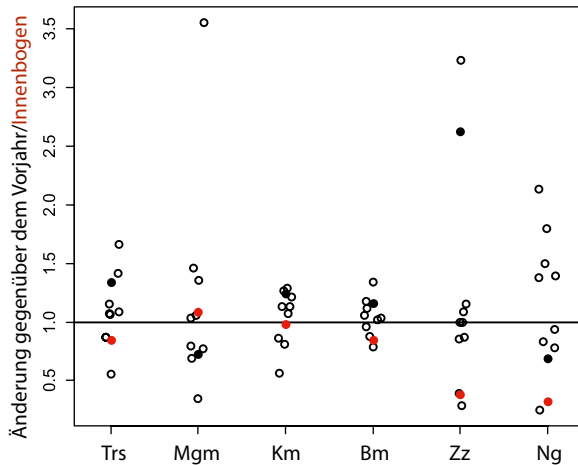


Abb. 4: Prozentuale Unterschiede der Reproduktion von Arten mit mindestens fünf gefangenen Individuen. Trs = Teichrohrsänger, Mgm = Mönchsgrasmücke, Km = Kohlmeise, Bm = Blaumeise, Zz = Zilpzalp, Ng = Nachtigall. Offene Kreise: Jahre 2005–2014, schwarze gefüllte Kreise: Vergleich 2014/15, rote gefüllte Kreise: Vergleich Innenbogen und Fossiliensee. – *Proportional differences of productivity of species with at least five captured individuals. Trs = Reed Warbler, Mgm = Blackcap, Km = Great Tit, Bm = Blue Tit, Zz = Chiffchaff, Ng = Common Nightingale. Open circles: years 2005–2014, black filled circles: comparison 2014/15, red filled circles: comparison Innenbogen and Fossiliensee.*

gleichs lagen aber immer im Bereich der Jahresvergleiche. Betrachtet man die Reproduktion der einzelnen Arten, so liegen auch hier die Werte für die Vergleichsfläche am Fossiliensee und diejenigen für das Vorjahr im Jahrestrend (Abb. 4). Die Mönchsgrasmücke zeigte in einem, der Zilpzalp in zwei Jahresvergleichen eine überdurchschnittliche Reproduktion.

4. Diskussion

Die gefundenen Unterschiede zwischen den beiden Flächen fügten sich meist in die Streubreite der Jahresvergleiche ein. Vor allem die zum Großteil übereinstimmenden Korrelationen von Artanteilen und die fehlenden Unterschiede in der Morphologie deuten darauf hin, dass die Teilpopulationen der beiden Untersuchungsflächen vergleichbar sind und unsere eingangs gestellte Hypothese verworfen werden kann. Gefundene Unterschiede beruhen sehr wahrscheinlich auf abweichender Habitatausstattung, natürlicher Variabilität und Stochastizität.

Die unterschiedlichen Individuenzahlen zeigen einen sukzessiven Anstieg nach einem Einbruch der Population in der Fangsaison 2012, der vermutlich eine Folge des Usutu-Ausbruchs war (Bosch et al. 2012; Schwarz et al. 2015). Zudem weist Bairlein (1996) darauf hin, dass jährliche Schwankungen der Populationsdichte nichts Ungewöhnliches sind. Die Gründe für die deutlich geringere Anzahl auf der neuen Fläche im gleichen Untersuchungsjahr sind dagegen bei der Ausstattung und Lage der Teilhabitate zu suchen. Zunächst muss beachtet werden, dass sich die Anzahl und der Standort der Schilfnetze am Innenbogen mit der Fangsaison 2013 verringert und verändert hat (Schwarz et al. 2015), was eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse in diesem Habitat über alle Jahre hinweg erschwert. Doch selbst wenn man dies außer Acht lässt, fällt auf, dass sowohl die Lage als auch die Zusammensetzung der Vegetation am Fossiliensee anders ist als am Innenbogen. Das Schilfhabitat

am Innenbogen befindet sich etwas abseits des großen zusammenhängenden Schilfgürtels des Naturschutzgebietes, weist eine sehr gut ausgeprägte Krautschicht auf und ist von Gebüsch umgeben. Dadurch ergibt sich eine hohe Strukturvielfalt, die wiederum zu mehr Nischen und erhöhter Nahrungsdiversität und damit zu einer höheren Vogelvieleit mit hohen Besiedlungsdichten führt (Bairlein 1996). Am Fossiliensee findet sich diese Diversität dagegen nicht, wodurch hier auch weniger Arten und Individuen zu finden waren. Beispielsweise kommt der Teichrohrsänger im Schilf am Fossiliensee zu einem deutlich höheren Anteil vor als am Innenbogen, auch wenn er dort ebenfalls die häufigste Art ist (Schwarz et al. 2015). Dies liegt v. a. daran, dass Schilf mit seinen vorwiegend vertikalen Strukturen einen „extremen“ Lebensraum darstellt, der spezielle morphologische Anpassungen erfordert (Bairlein 1996), welche der Teichrohrsänger mitbringt (Bauer et al. 2005). Am Innenbogen sind durch das umgebende Gebüsch jedoch auch ausreichend horizontale Strukturen vorhanden, die andere Arten beherbergen und das Schilf für diese leichter zugänglich machen. Die Korrelation der Artanteile zeigt jedoch, dass dieser Effekt nicht allzu stark ist. Die geringe Abweichung zu den Jahresvergleichen ist sehr wahrscheinlich auf den höheren Anteil des Teichrohrsängers zurückzuführen.

Die hohe Strukturvielfalt durch die Nähe zum Schilf ist auch der Grund für die höheren Individuenzahlen im Gebüsch am Innenbogen. Durch die höhere Diversität ist vermutlich auch die Nahrungsverfügbarkeit erhöht, was die etwas höhere Reproduktion im Vergleich zur Fläche am Fossiliensee erklären könnte. Beim Gebüsch macht sich am Innenbogen die Nähe zum Schilf bemerkbar. Die höheren Arten- und Individuenzahlen sowie die Korrelation der Artanteile lassen sich wiederum auf die hohe Strukturvielfalt in Verbindung mit dem Schilf zurückführen. Daher dominierte am Innenbogen wieder der Teichrohrsänger, wohingegen am Fossiliensee Mönchsgrasmücke, Nachtigall und

Amsel (*Turdus merula*) als typische gebüschbewohnende Arten (Bauer et al. 2005) deutlich häufiger vorkamen. Am Innenbogen konnte zudem der Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*) als Bewohner von Mischvegetation (Bauer et al. 2005) nachgewiesen werden, der am Fossiliensee durch die fehlende Vielfalt im Gebüsch nicht nachgewiesen werden konnte. Dadurch fiel die Korrelation der Artanteile zwischen den Flächen deutlich schwächer aus. Im Wald am Fossiliensee konnten im Gegensatz zum Schilf und Gebüsch deutlich mehr Arten und Individuen als am Innenbogen gefangen werden. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch die Lage hier eine höhere Vielfalt existiert als im Wald am Innenbogen. Dazu kommt, dass in der Fangsaison 2015 vergleichsweise viele Blau- und Kohlmeisen gefangen wurden. Gingen im Vorjahr keine einzige Blaumeise und nur zwei Kohlmeisen ins Netz, waren es 2015 am Innenbogen vier Blau- und 23 Kohlmeisen und am Fossiliensee 13 Blau- und 31 Kohlmeisen. Dabei handelt es sich zum Großteil um junge Meisen, welche nach dem Flüggewerden noch im Familienverbund verbleiben. Dadurch gehen oft ganze Familien auf einmal ins Netz. Andererseits verbringen die Schwärme auch sehr viel Zeit hoch in den Bäumen, wodurch sie nicht zwangsläufig erfasst werden (Du Feu & McMeeking 1991). Nach Peach et al. (1996) würde dies auch die Variabilität zwischen den Jahren erklären. Weiter liefert dies einen Anhaltspunkt für die geringere Evenness im Jahresvergleich 2014/2015. Die sehr hohen Abweichungen bei der Reproduktion können zum einen ebenfalls auf die Jungmeisentrupps zurückzuführen sein. Zum anderen können auch andere Arten von der höheren Strukturvielfalt profitieren und eine höhere Reproduktion aufweisen. Generell gehen aber in Wäldern deutlich weniger Vögel in die Netze, wodurch einzelne Arten mehr ins Gewicht fallen und dadurch die Schwankung der Artanteile zwischen den Jahren zustande kommt.

Der morphologische Vergleich zeigte nur geringfügige Unterschiede, welche sich vermutlich auf natürliche Variabilität zurückführen lassen. Die Abweichungen bei der Federlänge von adulten Nachtigallen lassen sich durch die geringe Stichprobengröße erklären. Die Nachtigall erreichte am Innenbogen in den Jahren 2014 und 2015 gerade so die Mindestanzahl von fünf Tieren, wodurch ein einzelner höherer Wert viel mehr ins Gewicht fällt. Bei den physiologischen Parametern zeigten dagegen die Fettdeposition und die Ausprägung des Brustmuskels deutlichere Unterschiede. Auch dies lässt sich vermutlich durch die unterschiedliche Nahrungsverfügbarkeit erklären, die durch die unterschiedliche Ausstattung der Teilhabitate bedingt ist. Auch die Schwankungen in der Reproduktion der Arten wird dadurch erklärt. Der Zilpzalp als typische Waldvogelart (Bauer et al. 2005) ist für die hohe Reproduktion im Wald im Jahresvergleich 2014/2015 verantwortlich, die wiederum mit sehr guten Bedingungen (z. B. Nahrungs-

verfügbarkeit) im Jahr 2015 zusammenhängen könnten. Dies würde auch den weiteren hohen Wert sowie die einmalig sehr hohe Reproduktion der Mönchsgrasmücke erklären, da auch diese ein typischer Waldvogel ist (Bauer et al. 2005). Die genauen Ursachen sind jedoch unklar. Andererseits handelt es sich bei der Fettdeposition und der Brustmuskelausprägung um äußerst grobe Einteilungen in ganzzahlige Kategorien, die nach persönlicher Erfahrung erhoben werden und daher am stärksten zwischen den Untersuchern schwanken.

Insgesamt deutet keiner der gefundenen Unterschiede darauf hin, dass sich die Vogelpopulationen der beiden Flächen Innenbogen und Fossiliensee in stärkerem Maße voneinander unterscheiden als die des Innenbogens zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren innerhalb des mehrjährigen Vergleichs. Alle gefundenen Abweichungen lassen sich viel mehr auf die unterschiedliche Habitatausstattung, natürliche Variabilität, überregionale Faktoren (Situation im Überwinterungsgebiet, Klima; Dietzen & Henß 2004) und auf natürliche Populationsschwankungen zurückführen. Denn nach Bauer (2005) verändern sich Vogelpopulationen sehr häufig schnell in Raum und Zeit. Zudem könnten die gefundenen Unterschiede auch methodisch bedingt sein, da keine bekannte Erfassungsmethode eine genaue Ermittlung von Beständen zulässt (Bauer 2005). Damit können die beiden Teilpopulationen der Untersuchungsflächen als vergleichbar bewertet werden und die langfristige Untersuchungsfläche des ISMEGA als repräsentativ für die Vogelpopulation des gesamten Schutzgebietes angesehen werden. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass ein Flächenvergleich einer einzelnen Fangsaison noch keine endgültig gesicherten Aussagen über die Repräsentativität liefern kann. Um dies zu erreichen, wäre es nötig, die vergleichende Untersuchung noch mehrere Jahre durchzuführen, weitere Flächen hinzuzunehmen oder die eigenen Ergebnisse noch mit weiteren IMS-Flächen in der Umgebung zu vergleichen. Da die meisten IMS-Stationen im Umkreis von wenigen Hundert Kilometern während der Laufzeit des ISMEGA den Fangbetrieb (vorübergehend) eingestellt hatten oder erst später eingerichtet wurden (Meister et al. 2016a, 2016b), ist ein solcher Vergleich jedoch gegenwärtig nicht sinnvoll durchführbar.

Dank

Mehr als 100 ehrenamtliche und studentische Mitarbeiter beteiligten sich an der Sammlung der Daten in den elf Jahren der Projektzeit. Martin Stankalla führte im Rahmen seiner Bachelorarbeit eine Voranalyse durch. Franzisca Haffner half bei der Datenauswertung. Jochen Martens, Gerhard Eisenbeis, Eva Maria Griebeler, Martin Plath, Sebastian Klaus und Michael Wink ermöglichten Studenten der Universitäten Mainz, Frankfurt am Main und Heidelberg die Mitarbeit im Rahmen ihres Studiums. Die Vogelwarte Radolfzell un-

terstützte das Projekt in vielfältiger Weise. Die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd und die Gemeinde Eich erlaubten seine Durchführung. Die Universität Mainz, das rheinland-pfälzische Umweltministerium, die Mitglieder des ISMEGA-Vereins sowie die NABU-Gruppen Mainz und Worms-Wonnegau finanzierten das Projekt. All diesen natürlichen und juristischen Personen sei herzlichst gedankt.

5. Zusammenfassung

Seit 2005 werden im Naturschutzgebiet „Eich-Gimbsheimer Altrhein“ in Rheinland-Pfalz nach den Vorgaben des bundesweiten Arbeitsprogramms Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen (IMS) Kleinvögel unter standardisierten Bedingungen gefangen und beringt. Zudem werden morphologische und physiologische Parameter erhoben. Es ist zu hinterfragen, wie genau dieses Monitoring den Zustand der Vogelpopulation des gesamten Gebietes darstellt. Um diese Frage näher zu beleuchten, wurde in der Fangsaison 2015 eine weitere Untersuchungsfläche parallel zu der bereits langjährig genutzten mit gleichem Aufwand bearbeitet und beide Flächen hinsichtlich Fangzahlen, Diversität, Reproduktion sowie morphologischen und physiologischen Parametern miteinander verglichen. Analog dazu wurden die Parameter der Ursprungsfläche zum vorangegangenen Jahr verglichen und der Flächen- wie der Jahresvergleich in Relation zu den jahresweisen Vergleichen früherer Jahre gesetzt. Für eine repräsentative Darstellung sollten sich die Teilpopulationen beider Flächen weniger voneinander unterscheiden als zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren innerhalb eines langjährigen Vergleichs. Dies konnte vor allem hinsichtlich der Artzusammensetzung und der Diversität größtenteils bestätigt werden. Allerdings konnten in Bezug auf Fangzahlen und Reproduktion größere Unterschiede in den Habitaten Gebüsch und Wald gefunden werden. Diese lassen sich jedoch auf eine unterschiedliche Habitatausstattung und natürliche Populationsschwankungen zurückführen. Hinsichtlich der Morphologie konnten keine Auffälligkeiten gefunden werden. Jedoch zeigten die Fettdeposition und die Ausprägung des Brustmuskels größere Schwankungen sowohl zwischen den Flächen als auch den Jahren. Dies kann durch die verschiedene Habitatausstattung, welche sich in der Nahrungsverfügbarkeit niederschlägt, und durch natürliche Variabilität erklärt werden. Insgesamt können die Teilpopulationen der beiden Flächen trotz einiger Abweichungen als zu ein und derselben Population gehörig angesehen werden. Damit wird die Singvogelpopulation des Untersuchungsgebietes durch die Ergebnisse der langjährigen IMS-Fläche repräsentativ dargestellt.

6. Literatur

- Baillie SR, Green RE, Boddy M & Buckland ST 1986: An evaluation of the Constant Effort Site Scheme. BTO Research Report No. 21. BTO Thetford, Norfolk, UK
- Bairlein F 1995: Manual of field methods. European-African songbird migration network. Wilhelmshaven.
- Bairlein F 1996: Ökologie der Vögel: Physiologische Ökologie – Populationsbiologie – Vogelmenschen – Naturschutz. 149 S. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Bairlein F, Fiedler W & Köppen U 2005: Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen (IMS). In: Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder K & Sudfeldt C (Hrsg.): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands: 94–96.
- Bauer H-G 2005: Feldornithologische Erfassungsmethoden – eine Übersicht. In: Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder K & Sudfeldt C (Hrsg.): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands: 26–39.
- Bauer H-G, Bezzel E & Fiedler W 2005: Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Bd. 2: Passeriformes – Sperlingsvögel. 2. Auflage. 622 S. Aula, Wiebelsheim.
- Begon M, Townsend CA & Harper JL 2006: Ecology: from individuals to ecosystems. 4. Auflage. 738 S. Wiley-Blackwell, Malden.
- Berthold P & Schlenker R 1975: Das „Mettnau-Reit-Ilmlitz-Programm“ – ein langfristiges Vogelfangprogramm der Vogelwarte Radolfzell mit vielfältiger Fragestellung. Vogelwarte 28: 97–123.
- Bibby CJ, Burgess ND & Hill DA 1995: Methoden der Feldornithologie: Bestandserfassung in der Praxis. 270 S. Neumann, Radebeul.
- Bosch S, Schmidt-Chanasit J & Fiedler W 2012: Das Usutu-Virus als Ursache von Massensterben bei Amseln *Turdus merula* und anderen Vogelarten in Europa: Erfahrungen aus fünf Ausbrüchen zwischen 2001 und 2011. Vogelwarte 50: 109–122.
- Eck S, Fiebig J, Fiedler W, Heynen I, Nicolai B, Töpfer T, van den Elzen R, Winkler R, Woog F 2011: Measuring Birds / Vögel vermessen. Christ Media Natur, Minden.
- Dietzen C & Henß E 2004: Brutzeitbeobachtungen am Eich-Gimbsheimer Altrhein, Landkreis Alzey-Worms, Rheinland-Pfalz, im Frühjahr und Sommer 2003. Fauna Flora Rheinland-Pfalz 10: 397–414.
- Du Feu C & McMeeking J 1991: Does constant effort netting estimate juvenile abundance? Ringing & Migration 12: 118–123.
- Jenni L & Winkler R 1994: Moults and ageing of European passerines. 224 S. London.
- Jungbluth JH 1985: Die Naturschutzgebiete in Rheinland-Pfalz – I. die Planungsregion Rheinhessen-Nahe. Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv. Beiheft 6: 12–17.
- Meister B, Köppen U, Bairlein F, Geiter O & Fiedler W 2016a: Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen (IMS) in Deutschland 2015. 20. Mitteilung.
- Meister B, Köppen U, Geiter O, Fiedler W & Bairlein F 2016b: Brutbestand, Bruterfolg und jährliche Überlebensrate von Kleinvogelarten – Ergebnisse des Integrierten Monitorings von Singvogelpopulationen in Deutschland (IMS) 1998 bis 2013. Vogelwarte 54: 90–108.
- Peach WJ, Buckland ST & Baillie SR 1996: The use of constant effort mist-netting to measure between-year changes in the abundance and productivity of common passerines. Bird Study 43: 142–156.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien. <http://www.r-project.org/>.

- Schwarz L, Jäckel K, Trautmann S, Griebeler EM & Tietze DT 2015: Zehn Jahre Integriertes Singvogelmonitoring am Eich-Gimbsheimer Altrhein. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 13: 173–200.
- Stubbe M & Gedeon K 1989: Jahresbericht 1988 zum Monitoring Greifvögel und Eulen der DDR. *Jahresber. Monitoring Greifvögel Eulen DDR* 1: 1–35.
- Svensson L 1992: Identification guide to European passerines. 4. Aufl. Stockholm.
- Thyen S, Becker PH, Exo K-M, Hälterlein B, Hötker H & Südbek P 2000: Monitoring breeding success of coastal birds in the Wadden Sea 1996 and 1997. *Vogelwelt* 121: 269–280.
- Tietze DT, Ellrich H, Neu A & Martens J 2007: Zwei Jahre Integriertes Singvogelmonitoring am Eich-Gimbsheimer Altrhein. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 11: 151–174.

Forschungsmeldungen

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

Ornithologie, Wissenschaft und Gesellschaft

Mitgliedschaftstrends in der Amerikanischen Ornithologen-Gesellschaft (AOU) und die sich wandelnde Rolle professioneller ornithologischer Gesellschaften

Die AOU wurde 1883 gegründet und gehört damit zu den ältesten ornithologischen Gesellschaften der Neuen Welt. Wie in vielen anderen Gesellschaften auch hat es jedoch trotz erfolgreicher Förderung der wissenschaftlichen Vogelkunde über mehr als 130 Jahre in letzter Zeit einen Rückgang der Mitgliederzahlen gegeben. Aus diesem Anlass hat die AOU eine Online-Umfrage unter Mitgliedern, ehemaligen Mitgliedern und Nicht-Mitgliedern erstellt. Nur einige wenige Ergebnisse können hier kurz wiedergegeben werden. Mitglieder aus späten Karrierephasen nannten die Identität mit den Zielen der Gesellschaft sowie Empfehlungen ihrer früheren Betreuer als Gründe, warum sie in die AOU eintraten. Als wertvollster Vorteil der Mitgliedschaft wurde der freie Zugang zu *Birds of North America* (BNA; bna.birds.cornell.edu/bna) angesehen. Für Studierende waren reduzierte Konferenzbeiträge sowie Reise- und Forschungsförderungen besonders wichtig. Mitglieder aus späten Karrierephasen bzw. emeritierte Mitglieder schätzen die gedruckte Version der Mitgliederzeitschrift. Um über die neuesten ornithologischen Entwicklungen auf dem Laufenden zu bleiben, wird vor allem der zweimonatliche Newsletter der ornithologischen Gesellschaften Nordamerikas (OSNA) genutzt, während soziale Medien (Facebook, Twitter) weniger bedeutend erschienen – allerdings mit Unterschieden je nach Karrierephase. Zahlreiche Bemerkungen und Kommentare betrafen die Mitgliederzeitschrift *The Auk: Ornithological Advances*, inklusive der inhaltlichen Ausrichtung. Vorgeschlagen wurde außerdem eine stärkere Förderung von Postdocs sowie der außeruniversitären Forschung. Gegenstand der Kritik war auch die Repräsentanz von „Minderheiten“, Vorwürfe des Elitismus und hohe Mitgliedsbeiträge. Gewünscht wurde eine verstärkte Kooperation mit der Ornithologie außerhalb der USA und Kanadas, insbesondere mit Regionen Lateinamerikas. Für Mitglieder mit institutionellem Zugang zur Mitgliederzeitschrift gewinnen andere Funktionen der Gesellschaft („Networking“, Fortbildung und Karriereförderung) zunehmend an Bedeutung. Die AOU hat die Staffeln der Mitgliedsbeiträge neu geordnet und es gibt reduzierte Beiträge für Ornithologinnen und Ornithologen in

frühen Karrierephasen, aber auch für pensionierte Mitglieder. Die stärkere Einbeziehung von Frauen oder bisher unterrepräsentierten Ethnien war bereits Gegenstand von Workshops auf Tagungen. Maßnahmen zur Transparenzsteigerung wurden ebenfalls ergriffen. Um Mitglieder besser über Vorteile der Mitgliedschaft zu informieren und Möglichkeiten aufzeigen, wie sie sich in der Gesellschaft engagieren können, wurde eine entsprechende Homepage eingerichtet (americanornithology.org). Um eine bessere Außenwirkung zu erreichen, wurde ein Blog, u.a. mit Artikelzusammenfassungen, eingerichtet (aoucospubsblog.org) und die Gesellschaft hat nun aktive Twitter- und Facebook-Seiten, die zusammen mit dem OSNA-Newsletter über ornithologische Entwicklungen und Neuigkeiten informieren sollen. (ds)

Mason, A, Butker MW & Owen JC 2016. Membership trends in the American Ornithologists' Union. *Auk* 133: 806-811.

Sprachen stellen immer noch ein Hindernis in der Wissenschaft dar

Englisch wird heutzutage als globale Standardsprache in der Wissenschaft angesehen. Alle wichtigen wissenschaftlichen Zeitschriften publizieren auf Englisch, auch wenn die Untersuchungen aus der ganzen Welt stammen. Trotzdem konnte in einer Studie der Universität Cambridge nun festgestellt werden, dass mehr als ein Drittel aller wissenschaftlichen Dokumente über den Schutz der Artenvielfalt im Jahr 2014 nicht auf Englisch verfasst wurde. Von mehr als 75.000 untersuchten Dokumenten waren 35,6 % nicht auf Englisch, sondern unter anderem auf Spanisch (9.520 Dokumente, 12,6 %), Portugiesisch (7.800 Dokumente, 10,3 %), Chinesisch (4.540 Dokumente, 6 %) und Französisch (2.290 Dokumente, 3 %). Die Autoren der Studie fanden Tausende neu publizierte Dokumente mit Naturschutzbezug in anderen Sprachen als Englisch, darunter jeweils mehrere hundert auf Deutsch, Italienisch, Japanisch, Koreanisch oder Schwedisch. Nur etwa die Hälfte der nicht englischsprachigen Dokumente enthielten Titel oder Zusammenfassungen auf Englisch, so dass etwa die Hälfte der nicht englischsprachigen Dokumente mithilfe von englischen Stich- oder Schlagwörtern nicht gefunden werden kann. Viele wichtige Ergebnisse können auf diese Weise leicht übersehen werden und unser Verständnis von Studiensystemen verfälschen. Da Studien mit positiven

oder statistisch signifikanten Ergebnissen häufiger in hochrangigen englischen Zeitschriften publiziert werden, könnten sie dort überrepräsentiert sein. Umgekehrt verhindert die Sprache, dass neue Erkenntnisse zu Praktikern und Entscheidungsträgern durchdringen. Die Autoren rufen dazu auf, Zusammenfassungen in mehreren Sprachen zu publizieren, damit neues, bisher nur auf Englisch verfügbares Wissen auch zu den Anwendern und Nutzern dieses Wissens gelangt. Die Forschungsmeldungen liefern dazu hoffentlich bereits einen kleinen Beitrag! (ks)

Amano T, González-Varo JP & Sutherland WJ 2016: Languages are still a major barrier to global science. *PLoS Biol.* 14: e2000933. doi:10.1371/journal.pbio.2000933.

Ökologie und Evolution

Größeres Gehirn verringert das Risiko, geschossen zu werden

Jedes Jahr werden Hunderte Millionen von Tieren durch die Jagd getötet. Dies führt vermutlich zu einem hohen Selektionsdruck auf die gejagten Arten. Die Fähigkeit, zwischen gefährlichen und ungefährlichen Menschen unterscheiden zu können, ist dabei vermutlich ein Selektionsvorteil, und Individuen mit größeren Gehirnen sind wahrscheinlich besser darin zu entkommen. Um herauszufinden, ob die Größe des Gehirns einem solchen Selektionsdruck durch Bejagung unterliegt, wurden in einer dänischen Studie fast 3.800 Vögel aus 197 Arten daraufhin untersucht, ob geschossene Individuen kleinere Gehirne als nicht geschossene Vögel besaßen. Nach Ausschluss möglicherweise kovariierender Faktoren wie Alter, Körpermasse, Geschlecht und Artzugehörigkeit ergab die Analyse, dass Vögel, die durch Jäger getötet worden waren, eine viel geringere Gehirnmasse besaßen als Individuen, die die Jagd überlebt hatten. Auch wurden größere Vögel häufiger geschossen als kleinere. Dies mag einerseits daran liegen, dass größere Vögel längere Zeit benötigen, bis sie bei Annäherung eines Jägers abgehoben haben. Andererseits bieten sie Jägern auch ein größeres Ziel und unterliegen damit einer größeren Wahrscheinlichkeit, getötet zu werden. Für weitere Untersuchungen der Gehirngröße ergeben sich daraus einige Implikationen: Bejagte und unbejagte Populationen derselben Art sollten sich in ihrer Gehirngröße unterscheiden. Sollten mit der Zunahme der Hirngröße bei bejagten Arten erhöhte Kosten etwa im Stoffwechsel oder in der Verwendung von Antioxidantien bei der Gehirnentwicklung verbunden sein, könnte dies die Verhältnisse in der Gehirnmasse bei bejagten und unbejagten Arten auch wieder verändern. (ks)

Møller AP & Erritzøe J 2016: Brain size and the risk of getting shot. *Biol. Lett.* 12: 20160674.

Größere Gehirne entstehen unter variablen Umweltbedingungen

Schon vor mehr als 20 Jahren entstand die Hypothese, dass große Gehirne das Überleben unter sich verändernden Bedingungen erleichtern. Beweise für diese Hypothese zu finden, ist jedoch schwierig. In einer Studie an 4.744 Individuen aus 1217 Vogelarten von fünf Kontinenten ist es nun gelungen zu zeigen, dass im Verhältnis zur Körpergröße größere Gehirne vor allem bei den Arten auftreten, die in ihrem Verbreitungsgebiet umfangreicher Umweltvariation ausgesetzt sind. Dazu wurden Informationen über das Gehirnvolumen mit Fernerkundungsdaten kombiniert, die die zeitliche Variation in der Produktivität von Ökosystemen abschätzen. Demnach entstanden größere Gehirne immer dann, wenn Arten saisonale Regionen besiedelten. Allerdings konnte die Alternativhypothese, nach der die Arten bereits größere Gehirne hatten, als sie die saisonalen Regionen erreichten, nicht vollständig ausgeschlossen werden. Obwohl also der genaue Mechanismus immer noch nicht bekannt ist, ist eine Verbindung zwischen Gehirngröße und Umweltvariabilität doch sehr wahrscheinlich. (ks)

Sayol F, Maspons J, Lapiedra O, Iwaniuk AN, Székely T & Sol D 2016: Environmental variation and the evolution of large brains in birds. *Nat. Commun.* doi: 10.1038/ncomms13971.

Die passende Habitatwahl bei nomadischen Kreuzschnäbeln findet vor allem bei Nahrungsmangel statt

Von den unterschiedlichen Formen nicht zufälliger Bewegungsmuster findet die passende Habitatwahl – bei der Individuen bevorzugt jene Habitate aufsuchen, an die sie am besten angepasst sind – den geringsten empirischen Beleg. Mithilfe von Fang-Wiederafang-Daten wurde diese nun an zwei nomadischen Ökotypen nord-amerikanischer Kreuzschnäbel (*Loxia curvirostra*-Komplex) näher untersucht. Kreuzschnäbel sind bekanntermaßen daran angepasst, sich von Samen von Nadelbäumen zu ernähren. Im betreffenden Untersuchungsgebiet in Idaho, USA weichen diese Samen jedoch von der Norm ab, sodass Kreuzschnäbel mit längeren Schnäbeln diese besser erreichen können. Innerhalb einer Periode des Futtermangels konnten nur die größten Individuen im Gebiet verbleiben und sich von diesen Samen über den Sommer hinweg ernähren. Im Gegensatz dazu verblieben auch kleinere Individuen über den gesamten Sommer im Untersuchungsgebiet, wenn keine Nahrungsknappheit herrschte. Wenn gleich die passende Habitatwahl schwer zu demonstrieren ist, hat diese wohl zu den beobachteten Ergebnissen geführt. Andernfalls wären sehr kurzfristige Selektionseffekte nötig gewesen, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Aufgrund des noma-

dischen Verhaltens der Kreuzschnäbel und der heterogenen Verbreitung verschiedener Samentypen bei Nadelbäumen sollte die passende Habitatwahl als Erklärungsansatz favorisiert werden und trägt womöglich zu weiterer Anpassung und der schnellen Diversifizierung dieser Vögel bei. (joe)

Benkman CW 2016: Matching habitat choice in nomadic crossbills appears most pronounced when food is most limiting. *Evolution*. doi: 10.1111/evo.13146.

Vogelzug

Graubrust-Strandläufer legen für Weibchen enorme Distanzen zurück

Bei vielen polygynen Vogelarten, bei denen die Männchen um den Zugang zu fortpflanzungsfähigen Weibchen konkurrieren, ohne sich an der Brutpflege zu beteiligen, ist die Konkurrenz um Weibchen besonders intensiv. Häufig können sich nur wenige Männchen paaren, so dass starke sexuelle Selektion vorherrscht. Eine Möglichkeit für Männchen, ihre Chancen auf Reproduktion zu erhöhen, besteht darin, eine Vielzahl an Brutgebieten abzusuchen. Doch über ein solches Verhalten war bisher wenig bekannt. In einer Studie des Max-Planck-Institutes für Ornithologie in Seewiesen wurden nun 120 männliche Graubrust-Strandläufer *Calidris melanotos* mit Satellitensendern ausgestattet und ihre Flugbewegungen verfolgt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass die meisten Männchen einen Großteil des gesamten Brutgebietes der Art in der nordamerikanischen und russischen Arktis abflogen. Sie legten dabei bis zu 13.000 km zurück und besuchten bis zu 24 verschiedene Gebiete. In jedem Gebiet blieben die Vögel im Mittel nur 1,2 Tage. Die

mittlere Distanz zwischen nacheinander besuchten Bereichen betrug 178 km, die längste 2.415 km. Nimmt man an, dass die Vögel auf dem Weg aus den Überwinterungsgebieten in die Brutgebiete bereits Tausende von Kilometern zurückgelegt haben, so sind ihre Flugstrecken bemerkenswert und eher als kontinuierlich denn als saisonal zu bezeichnen. Die Männchen haben nach der Zugzeit kein endgültiges Zielbrutgebiet, sondern führen nomadische Bewegungen durch, so dass sie innerhalb einer Brutsaison an zahlreichen Orten balzen und Nachwuchs produzieren können. Dieses Verhalten führt zu Populationen mit unbeschränktem Genfluss und ohne lokale Anpassungen oder Bildung von Unterarten. (ks)

Kempenaers B & Valcu M 2017: Breeding site sampling across the Arctic by individual males of a polygynous shorebird. *Nature*. doi:10.1038/nature20813.

Verhalten

Honiganzeiger und Menschen rufen sich gegenseitig zur Arbeit

Ein seltenes Beispiel einer mutualistischen Partnerschaft zwischen Menschen und freilebenden Tieren sind die afrikanischen Schwarzkehl-Honiganzeiger *Indicator indicator*, die menschliche Honigsammler zu Nestern von Wildbienen führen. In einer experimentellen Studie konnte nun gezeigt werden, dass eine bestimmte Lautäußerung von mosambikanischen Honigsammlern auf der Suche nach Bienennestern kooperatives Verhalten bei den Honiganzeigern auslöst. Die Äußerung dieses Lautes – ein tiefes trillerartiges Geräusch, gefolgt von einem Gurren – erhöhte die Wahrscheinlichkeit, von einem Honiganzeiger geführt zu werden, von 33 auf 66 % und die Wahrscheinlichkeit, dann auch ein Bienenest zu finden, von 17 auf 54 %. Umgekehrt äußern auch Honiganzeiger, die einen menschlichen Mitarbeiter suchen, einen spezifischen Ruf, der sich von revieranzeigenden Rufen unterscheidet. Die Ergebnisse liefern den Nachweis, dass freilebende Tiere in ihrer natürlichen Umwelt adaptiv auf menschliche Signale der Zusammenarbeit reagieren. (ks)

Spottiswoode CN, Begg KS & Begg CM 2016: Reciprocal signaling in honeyguide-human mutualism. *Science* 353: 387-389.

Unerwartete Vielfalt im Brutrhythmus von Watvögeln

Freilebende Organismen müssen besonders zur Brutzeit ihre Aktivitäten zeitlich auf andere Individuen abstimmen, sei es auf potentielle Paarungspartner, Konkurrenten oder Beutetiere und Prädatoren. Die dadurch



Schwarzkehl-Honiganzeiger *Indicator indicator* und Menschen rufen sich zur Honigsuche. Foto: Darius Stiels



Kleine Gelbschenkel *Tringa flavipes* (Hintergrund) wechseln sich alle 24 Stunden mit dem Brutgeschehen ab, Graubrust-Strandläufer *Calidris melanotos* (Vordergrund) fliegen Tausende Kilometer auf der Suche nach einem Weibchen. Das Bild entstand in einem Rastgebiet während des Wegzuges. Foto: Darius Stiels

entstehenden Verhaltensweisen unterliegen vermutlich einer starken Selektion, die zugrundeliegenden evolutionären und ökologischen Treiber sind jedoch weitgehend unbekannt. In einer Studie an 32 Limikolenarten, bei denen beide Elternteile brüten, wurde das Verhalten während der Bebrütung untersucht, einer besonders empfindlichen Phase der sozialen Synchronisation. Dabei stellte sich heraus, dass es eine bemerkenswerte Vielfalt in der Rhythmik der Bebrütung gibt. Die Unterschiede traten sowohl innerhalb derselben Art als auch zwischen Arten auf, und zwar selbst dann, wenn sie im selben Gebiet brüteten. Zwischen unterschiedlichen Arten variierte die mittlere Länge einer Bebrütungsphase eines Elternteils zwischen 1 und 19 Stunden. Bei einigen Paaren, z.B. des Amerikanischen Sandregenpfeifers *Charadrius semipalmatus*, wechselten sich die Partner etwa 20 Mal am Tag mit der Bebrütung ab. Bei anderen Paaren brütete ein Partner dagegen regelmäßig 24 Stunden lang, z.B. beim Großen Schlammläufer *Limnodromus scolopaceus*, in Ausnahmefällen dauerte eine Bebrütungsphase bis zu 50 Stunden. Arten wie der Kleine Gelbschenkel *Tringa flavipes* folgten einem strikten 24-Stunden-Rhythmus, während viele andere deutlich davon abwichen. Die Länge der Brutphasen ist offenbar mit der Verteidigungsstrategie gegenüber Prädatoren korreliert. Arten, die sich darauf verlassen, dass ihr Nest gut getarnt ist, hatten längere Brutphasen als solche, die ihr Nest aktiv verteidigen. In hohen Breitengraden war die Bebrütung seltener an einen 24-Stunden-Rhythmus gebunden. Obwohl viele Limikolen unter ähnlichen Umweltbedingungen

brüten und obwohl viele Organismen sich an 24-Stunden-Rhythmen orientieren, ist bei Watvögeln durch die soziale Synchronisation eine erstaunliche Vielfalt an Verhaltensweisen entstanden. Das Prädationsrisiko ist dabei vermutlich der entscheidende Faktor. (ks)

Bulla M et al. (75 Koautoren) 2016: Unexpected diversity in socially synchronized rhythms of shorebirds. Nature. doi: 10.1038/nature20563.

Flusseeschwalben bevorzugen bisherigen Partner auch bei schlechtem Bruterfolg

Viele Vogelarten sind monogam und bleiben ein Leben lang mit einem Partner zusammen. Dies bietet viele Vorteile und verbessert häufig den Bruterfolg eines Paares. Besonders langlebige Arten, bei denen sich beide Partner an der Jungenaufzucht beteiligen, gehen lebenslange Partnerschaften ein. Nach gängigen Life-History-Theorien sollte dies Vorteile bei der Reproduktion mit sich bringen. In einer Langzeitstudie (1992-2009) an 1.340 individuell markierten Flusseeschwalben *Sterna hirundo* am Banter See in Wilhelmshaven wurde die Paarbildung sowie der Einfluss der Länge der Paarbindung und des Alters auf das Brutergebnis untersucht. Die Ergebnisse bestätigen, dass das Alter beider Partner wichtig für den Reproduktionserfolg ist, nicht jedoch die Länge der Paarbindung. Die Seeschwalben wählten unabhängig vom Bruterfolg wieder eher denselben Partner aus, als sich einen neuen zu suchen. Selbst wenn sie in der vorhergehenden Brutsaison gar keinen Bruterfolg hatten, blieben Paare dennoch zusammen. Dies liegt wohl auch daran, dass die Chancen, in einer Seeschwalbenkolonie einen neuen Partner zu finden, sehr gering sind. Falls zu Beginn der Brutsaison noch einige Vögel einen Partner suchen, dann deshalb, weil sie gerade erst geschlechtsreif geworden sind oder weil ihr Partner gestorben ist. Die Wahl des Brutpartners erfolgt demnach nur einmal zu Beginn der Brutkarriere, danach bleiben Flusseeschwalben lebenslang beim selben Partner. (ks)

Rebke M, Becker PH & Colchero F 2017: Better the devil you know: common terns stay with a previous partner although pair bond duration does not affect breeding output. Proc. R. Soc. B 284: 20161424.

Wieviel wissen wir über die Brutbiologie der Vögel der Welt?

Auch in Zeiten von modernsten molekularen Methoden der x-ten Generation bleiben Kenntnisse über die Brutbiologie von Vogelarten die Grundbausteine für alle „Life-History-Theorien“ in der Ornithologie. Vor diesem Hintergrund hat das Autorenteam die verfügbaren Informationen zu diesem Thema zusammengetragen,

um Wissenslücken und Schwerpunkte möglicher zukünftiger Forschung zu identifizieren. Gegenstand der Recherche waren drei basale Parameter der Brutbiologie: Gelegegröße, Bebrütungs- und Nestlingsdauer. Informationen wurden für die knapp 10.000 bekannten bzw. von den Autoren anerkannten Vogelarten zusammengetragen und taxonomische, geographische und lebensraum-bezogene Lücken identifiziert. Nur für etwa ein Drittel der untersuchten Taxa sind alle drei untersuchten brutbiologischen Parameter bekannt, bei allen anderen fehlen Informationen oder sind nur teilweise vorhanden. Die größten Kenntnislücken gibt es bei Vogelarten, die in tropischen Wäldern brüten. Die geographischen Lücken liegen dementsprechend im Amazonasbecken, in Südostasien, im äquatorialen Afrika und in Madagaskar – den Orten, die auch die weltweit höchste Vogeldiversität beherbergen. Die fehlende Kenntnis grundlegendster ökologischer Daten zur Brutbiologie verhindert daher möglicherweise ein vertieftes Verständnis von „life histories“ in der Ornithologie. Die ornithologische Forschungsgemeinschaft ist demnach dazu aufgerufen, sich stärker wenig bekannten Arten zu widmen und die identifizierten Wissenslücken zu schließen. (ds)

Xiao H, Hu Y, Lang Z, Fang B, Guo W, Zhang Q, Pan X & Lu X 2017: How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? J. Avian Biol. doi: 10.1111/jav.00934.

„Schatz, Du klammerst!“ Partnerbegleitung und Kopulationshäufigkeit bei Vögeln und wie dies mit der Vaterschaft und der Männlichkeit zusammenhängt

Bei vielen Vogelarten wird angenommen, dass Männchen ihre Vaterschaft dadurch schützen, dass sie ihrem Partner nicht von der Seite weichen (Bewachung) oder sehr häufig Sex haben. Beide Verhaltensweisen sind zwar sehr kostspielig, verringern wohl jedoch das Risiko oder die Intensität von Spermienkonkurrenz. Allerdings ist trotz der zahlreichen Untersuchungen zu Fremdvaterschaften immer noch unklar, wie stark diese Verhaltensweisen mit der Fitness oder der Lebensvergangenheit zusammenhängen. Diese Metastudie soll hierzu zwei Fragen klären: Ist die Bewachung des Weibchens durch das Männchen beziehungsweise die Kopulationshäufigkeit positiv mit der Vaterschaft seines Nests assoziiert? Führt die „Männlichkeit“ – also phänotypisch messbare Eigenschaften, die für die Attraktivität eines Männchens stehen – dazu, dass sich diese Verhaltensweisen reduzieren? Die Untersuchung zeigte eine signifikante, wenn auch schwache Assoziation beider Verhaltensmuster und der Nestvaterschaft ($r = 0,08-0,23$). Dies lässt sich womöglich durch die Männlichkeit der jeweiligen Individuen erklären, da attraktivere Männchen weniger Grund zur Sorge haben,

dass der Partner fremdgeht. Und dieses Bild bestätigt sich zum Teil bei genauerer Untersuchung der zweiten Frage. Neben diesen werden jedoch noch weitere Erklärungsansätze diskutiert. Letzten Endes scheint es also nicht nur auf die Männlichkeit alleine anzukommen – sie spielt aber eine nicht unbeträchtliche Rolle. (joe)

Harts AMF, Booksmythe I & Jennions MD 2016: Mate guarding and frequent copulation in birds: A meta-analysis of their relationship to paternity and male phenotype. Evolution 70: 2789-2808.

Vogelschutz

Verkehrslärm reduziert Jagderfolg bei Eulen

Menschlicher Lärm nimmt weltweit immer weiter zu. Laborexperimente deuten darauf hin, dass Lärm das Nahrungssuchverhalten einer Reihe von Arten stört, aber um das gesamte Ausmaß des Einflusses von Lärm aufzuzeigen, ist es nötig, diesen auch bei wildlebenden Arten zu untersuchen. In einer Studie an wildlebenden Sumpf- und Waldohreulen *Asio flammeus* und *A. otus* in Japan wurde der Effekt von Verkehrslärm auf die Fähigkeit von Eulen untersucht, Beute zu entdecken. Eulen sind weitverbreitete nächtliche Topprädatoren, die das Geraschel von Beutetieren nutzen, um diese aufzuspüren. Die Ergebnisse zeigen, dass die Effektivität bei der Jagd durch akustische Überdeckung und Ablenkung mit zunehmendem Verkehrslärm abnimmt. Der Einfluss des Verkehrslärms reichte bis zu einer Entfernung von 120 m von der Straße. Die Fähigkeit der Eulen, Beute zu entdecken, wurde auch noch beim niedrigsten gemessenen Lärmpegel von 40 dB negativ beeinflusst. Der negative Einfluss von Lärm auf die Effizienz der Nahrungssuche wildlebender Tiere wird in dieser Studie zum ersten Mal gezeigt und hebt die Bedeutung des möglicherweise allgegenwärtigen Einflusses von Lärm auf Wildtiere hervor. (ks)

Senzaki M, Yamaura Y, Francis CD & Nakamura F 2016: Traffic noise reduces foraging efficiency in wild owls. Sci. Rep. doi: 10.1038/srep30602.

Profitieren Wachtelkönige von ungemähten Schutzstreifen?

Wachtelkönige *Crex crex* brüten hauptsächlich in Grünland, in dem sie durch zu frühe Mahd bedroht sind. Schutzmaßnahmen erfordern eine verzögerte Mahd oder veränderte Mahdmethoden, wie z.B. ein Mähen vom Inneren des Feldes nach außen, so dass die Vögel in den Randbereichen entkommen können. Bei großen Feldern ist dies jedoch nicht möglich, so dass hier stattdessen Schutzstreifen vorgeschlagen werden, in denen die Wachtelkönige die Mahd abwarten können, bis sie

in ungemähte Felder wechseln können. Die Wirksamkeit solcher Schutzstreifen ist bisher jedoch kaum überprüft worden. In einer Untersuchung im Nationalpark Unteres Odertal, wo die größte Wachtelkönigpopulation Deutschlands mit 50-250 rufenden Männchen pro Jahr lebt, wurde nun die Wirksamkeit von zehn Meter breiten Schutzstreifen getestet und das Fluchtverhalten von adulten und jungen Wachtelkönigen dokumentiert. Noch nicht flugfähige Jungvögel überquerten dabei kürzere Strecken bereits gemähter Bereiche als Altvögel. Wurde von außen nach innen gemäht, konnten die Jungvögel nicht erfolgreich entkommen, wenn der Abstand zum Feldrand mehr als 31 m betrug, bei Altvögeln mehr als 60 m. 23 % der Adulten, 30 % der Familien und 49 % der unabhängigen Jungvögel überlebten in den 10-m-Streifen. Die Altvögel verließen die Streifen am nächsten Tag, unabhängige Jungvögel blieben jedoch bis zu 22 Tage nach dem Mähen in Streifen von 15-30 m Breite. Die Autoren empfehlen, Schutzstreifen anzulegen, wenn keine wirksameren Maßnahmen angewendet werden können. Gegenüber einer Verschiebung der Mahd bedeuten Schutzstreifen für die Landwirte weniger Aufwand und geringere finanzielle Verluste. Eine Breite von zehn Metern sollte dabei das absolute Minimum sein. (ks)

Arbeiter S, Helmecke A & Bellebaum J 2017: Do corncrakes *Crex crex* benefit from unmown refuge strips? Bird Conserv. Int. doi. 10.1017/S0959270916000447.

Vom Aussterben bedrohter Galapagosalbatros wird aus Unwissenheit und Langeweile getötet

Wegen des Rückgangs in der Überlebensrate der Altvögel während der 1990er und frühen 2000er Jahre in seinem geographisch beschränkten Verbreitungsgebiet gilt der Galapagosalbatros *Phoebastria irrorata* als vom Aussterben bedroht. Bisher dachte man, dass der Rückgang auf unbeabsichtigten Beifang peruanischer Fischer-Kleinbetriebe zurückgehe sowie auf direkte Verfolgung zum menschlichen Verzehr. Bei einer systematischen Befragung von Fischern aus Kleinbetrieben im Hafen von Salaverry im Norden von Peru gaben jetzt aber 69 % der Befragten an, gelegentlich Albatrosse zu erlegen. Dies würde bei angenommenen zwei bis drei Schiffen, die regelmäßig Albatrosse fangen, eine jährliche Mortalität von 16-24 Individuen seit 2006 bedeuten. Als Gründe für den Fang von Albatrossen wurden unzureichender Proviant an Bord, das Sammeln von Ringen beringter Vögel, das Entwickeln einer Vorliebe für das Fleisch der Albatrosse und Langeweile angegeben. Die Fischer waren sich des Schutzstatus der Vögel kaum bewusst. Die Autoren empfehlen, die Rolle der lokalen Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen zu stärken, die sich mit Monitoring, Bildungsarbeit und Naturschutz befassen. (ks)

Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Valenzuela K & Arias-Schreiber M 2016: The intentional harvest of waved albatrosses *Phoebastria irrorata* by small-scale offshore fishermen from Salaverry port, Peru. Pan-Am. J. Aquat. Sci. 11: 70-77.

Weltweiter Handel dezimiert vom Aussterben bedrohte Vogelarten

Die Nachfrage nach Elfenbein bedroht nicht nur Elefanten, sondern auch den vom Aussterben bedrohten Schildschnabel *Rhinoplax vigil*, den größten Hornvogel Asiens. Die Mehrzahl der Hornvögel wird auf den indonesischen Inseln Borneo und Sumatra getötet und nach China geschmuggelt, wo die Hornschnäbel geschnitzt und verkauft werden. Zwischen März 2012 und August 2014 wurden mindestens 2.170 Köpfe oder Schnäbel aus dem illegalen Handel konfisziert. Anekdotische Hinweise deuten darauf hin, dass Schildschnäbel nun selten in Indonesien sind, aber die Nachfrage wird gemessen an den hohen festgestellten Preisen wohl nicht so schnell nachlassen. Der illegale Handel muss daher dringend beendet und Käufer auf das Verbot des Handels hingewiesen werden. Gleichzeitig werden weitere Daten zum Umfang des Populationsrückgangs und Habitatverlustes des Schildschnabels benötigt.

Auch der vom Aussterben bedrohte Schwarzflügelmaina *Acridotheres melanopterus*, eine nur auf den indonesischen Inseln Java und Bali lebende Vogelart aus der Familie der Stare, wird durch die ständige Nachfrage von Vogelhaltern und die fehlende Umsetzung nationaler Gesetze zum Schutz der Art an den Rand des Aussterbens gebracht. Der Handel beschränkt sich hauptsächlich auf den Binnenmarkt Indonesiens, allerdings gibt es auch internationale Nachfrage unbekannten Ausmaßes. Bei fünf Überprüfungen der drei größten indonesischen Vogelmärkte konnten bis zu 14 Vögel gleichzeitig festgestellt werden. Die durchschnittliche Zahl der gefundenen Vögel pro Erfassung lag allerdings nur noch bei etwa einem Viertel der Vögel, die in den 1990er Jahren angeboten wurden. Diebstähle aus Nachzuchtprogrammen offenbaren jedoch die extreme Seltenheit der Vögel in freier Wildbahn. Der durchschnittliche Preis pro Vogel betrug 220 US-Dollar, der Handel auf den Märkten erfolgte offen und unverhohlen. Die Händler ignorierten dabei die nationalen Gesetze und zeigten keine Angst vor Strafverfolgung. Maßnahmen, die den illegalen Handel beenden und es den freilebenden Beständen erlauben, sich zu erholen, sind dringend erforderlich. Die Autoren empfehlen außerdem, Schwarzflügelmainas in Appendix III des Washingtoner Artenschutzabkommens (CITES) aufzunehmen. (ks)

Beastall C, Shepherd CR, Hadiprakarsa Y & Martyr D 2016: Trade in the Helmeted Hornbill *Rhinoplax vigil*: the 'ivory hornbill'. Bird Conserv. Int. 26: 137-146.

Shepherd CR, Nijman V, Krishnasamy K, Eaton JA & Chng SCL 2016: Illegal trade pushing the critically endangered black-winged Myna *Acridotheres melanopterus* towards imminent extinction. *Bird Conserv. Int.* 26: 147-153.

Mögliche Ursachen für den Bestandsrückgang des Stars *Sturnus vulgaris*

Zwei aktuelle Artikel (Heldbjerg et al. 2016, Versluijs et al. 2016) beschäftigen sich mit dem Rückgang des Starenbestandes in Teilen Europas. In Dänemark hat es von 1976 bis 2015 einen Rückgang um 60 % gegeben. In 13 Regionen war dabei der Starenbestand positiv mit der Milchviehdichte korreliert. Regionale Bestandsrückgänge zwischen 2001 und 2014 standen in engem Zusammenhang mit einem Wandel weg von der intensiven Weidewirtschaft hin zu vermehrter Stallhaltung. Auch der negative Langzeittrend hing eng mit der Zahl der auf Weiden gehaltenen Milchkühe zusammen. Nicht nur die Verfügbarkeit von Grünland, sondern auch die Intensität der Beweidung beeinflusst also die relative Häufigkeit von Staren.

Mit einem anderen Ansatz hat ein Team in den Niederlanden versucht, die Ursachen der negativen Bestandsveränderungen zu analysieren. Hier standen demographische Veränderungen im Forschungsfokus: Über 52 Jahre (1960-2012) wurde die Produktivität pro Brutversuch und die Überlebensrate der Jungvögel analysiert. Die Überlebensrate der Altvögel fluktuierte zwar über

den Zeitraum, war in den letzten Jahren (1990-2012) aber nur nicht signifikant niedriger als im Rest des Untersuchungszeitraumes. Dagegen nahm die Überlebensrate der Jungvögel signifikant ab. Einem Populationsmodell zufolge ist die reduzierte Überlebenswahrscheinlichkeit im ersten Lebensjahr junger Stars der wichtigste demographische Faktor, der den Bestandsrückgang des Stars in den Niederlanden erklärt. (ds)

Heldbjerg H, Fox AD, Levin G & Nyegaard T 2016: The decline of the Starling *Sturnus vulgaris* is related to changes in grassland extent and intensity of cattle grazing. *Agric. Ecosyst. Environ.* 230: 24-31.

Versluijs M, van Turnhout CAM, Kleijn D & van der Jeugd HP 2016: Demographic changes underpinning the population decline of Starlings *Sturnus vulgaris* in The Netherlands. *Ardea* 104: 153-165.

Wie schlägt sich der Geierschutz in Spanien?

Schutzgebiete sind das zentrale Werkzeug des Artenschutzes – allerdings wird dessen Wirksamkeit nur selten überprüft. Nach dem Ausbruch von BSE („Rinderwahnsinn“) in Europa trat eine EU-Verordnung in Kraft, die den Verbleib von Kadavern in der Landschaft bei extensiver Viehhaltung untersagte (EC 1774/2002). Dieser Nahrungsmangel hatte enorme Auswirkungen auf die Geierpopulationen u.a. in Spanien und führte beispielsweise zu Masseneinflügen hungernder Mönchs- und Gänsegeier bis nach Deutschland. Als Gegenmaß-



Mönchsgeier *Aegypius monachus* über der spanischen Extremadura.

Foto: Darius Stiels

nahme wurde einige Jahre später eine Ausnahmeregelung von der EU verabschiedet (EC 142/2011), welche es Viehzüchtern erlaubte, Kadaver aus der extensiven Viehzucht in besonders dafür ausgewiesene Schutzgebiete auszubringen. Die Wirksamkeit dieser Schutzgebiete für aassfressende Großvögel wurde nun überprüft. Im Vergleich zur übrigen Avifauna haben sich die Geierbestände überproportional erholt. Die verfügbare Biomasse von Aas, die in den Schutzgebieten ausgebracht wird, entspricht etwa einem Drittel der jährlich produzierten Biomasse extensiver Viehhaltung in Spanien. Dabei zeigte sich auch, dass Aktionsräume von mit GPS-Sendern ausgestatteten Geiern eine starke Überlappung mit den Schutzgebieten aufweisen, was deren Nutzung und Bedeutung für die Geier belegt. Hinzu kommt eine Reduktion der Treibhausgasproduktion nach der Einrichtung dieser Schutzgebiete von über 50 % gegenüber den Emissionen vor deren Einrichtung. Zusammenfassend lässt sich diese Schutzmaßnahme also als Erfolg verbuchen, die nicht nur den Geiern zugutekommt, sondern auch die Treibhausgasemissionen in erheblichem Umfang senkt. (joe)

Morales-Reyes Z, Pérez-García JM, Moleón M, Botella F, Carrete M, Donázar, Cortés-Avizanda A, Arrondo E, Moreno-Opo R, Jiménez J, Margalida A & Sánchez-Zapata JA 2016: Evaluation of the network of protection areas for the feeding of scavengers in Spain: from biodiversity conservation to greenhouse gas emission savings. *J. Appl. Ecol.* doi: 10.1111/1365-2664.12833.

Szenarien über Möglichkeiten des Habitatmanagements zur Reduktion von Prädation brütender Wiesenlimikolen

Feuchtgrünland-Ökosysteme sind ebenso wie die daran angepassten Vogelarten weltweit durch Trockenlegung und intensive Landwirtschaft bedroht. In Westeuropa hat die Zahl brütender Wiesenlimikolen infolge dieses Schwunds an geeigneten Habitaten stark abgenommen, doch hoher Prädationsdruck verhindert, dass sich Populationen in gepflegten oder renaturierten Flächen wieder erholen. Dies hängt damit zusammen, dass sich das Pflegemanagement zwar sehr auf die Herrichtung von Bruthabitaten konzentriert hat, jedoch Pflegemaßnahmen, die das Prädationsrisiko senken, weitestgehend unerforscht sind. In einer siebenjährigen Studie an Kiebitzen *Vanellus vanellus* und Rotschenkeln *Tringa totanus* sollten die Umstände, die Prädation beeinflussen können, näher untersucht werden, um in zukünftige Managementkonzepte einzufließen. Da bei Kiebitzen das Prädationsrisiko dann besonders hoch war, wenn Nester weiter von hohem Gras entfernt liegen, sich in Randlage vernässter oder zentraler in trockenen Flächen befinden oder in Gebieten geringer Nestdichte errichtet werden, wurden verschie-

dene Managementszenarien modelliert, die bestmöglich für diese Effekte durch gezielte Maßnahmen korrigieren können. Eine ca. 20-prozentige Steigerung des Bruterfolges kann erwartet werden, wenn ein Flächenmanagement für Bereiche höherer Vegetation mit konzentrierten Flutungen sorgt, die zu einer Erhöhung der lokalen Nestdichte durch Verlagerung bestehender Bestände führt. Hierdurch ließen sich die nicht nachhaltigen Prädationsraten senken, welche für die Erholung lokaler Bestände meist verantwortlich sind. (joe)

Laidlaw RA, Smart J, Smart MA & Gill JA 2016: Scenarios of habitat management options to reduce predator impacts on nesting waders. *J. Appl. Ecol.* doi: 10.1111/1365-2664.12833.

Genomik

„A field ornithologist's guide to genomics“ – Praktische Anregungen für Ökologie und Naturschutz

Der vorliegende Übersichtsartikel ist nicht der erste über Vogelgenomik (vgl. z.B. Kraus & Wink 2015). Er richtet sich jedoch vor allem an Feldornithologen/-innen mit wenig oder keiner Erfahrung mit molekularen Techniken, die tiefer in die Materie einsteigen möchten bzw. genomische Methoden für ihre eigene Forschung in Erwägung ziehen. Die großen Fortschritte und Verbesserungen bei der Technologie zur Sequenzierung der DNA machen es nun möglich, gleichzeitig Millionen Basenpaare über das ganze Genom hinweg zu sequenzieren. Damit steht die Tür offen, genomische Studien an quasi jeder Art durchzuführen. Ornithologische Forschung kann davon in drei großen Bereichen profitieren: Erstens können simultan neutrale und nicht-neutrale genomische Regionen betrachtet werden und damit sind Einblicke in adaptive Evolutionsprozesse möglich. Zweitens erlaubt die schiere Menge an Daten grundsätzlich eine höhere Präzision und Auflösung der Analysen. Drittens sind die verbesserten Techniken („high-throughput sequencing“) im Vergleich zu traditionellen Methoden effizienter, da für entsprechende Informationen ungleich höherer Zeit- und Geldaufwand geleistet werden müsste. So können in genomischen Studien beispielsweise viel mehr Loci betrachtet werden (103 bis 105 Einzelnukleotidpolymorphismen [SNPs]), während vergleichsweise „traditionelle“ Mikrosatellitenstudien sich oft auf 10-20 Loci konzentrieren. Das Vogelgenom ist mit seinen immer noch unglaublich vielen, gerundet etwa 1,45 Milliarden Basenpaaren deutlich kleiner als das anderer Artengruppen und die Anzahl „komplett“ sequenzierter Vogelgenome steigt beständig an. Anwendungsbereiche umfassen evolutive Prozesse wie Artbildung und lokale Anpassungen, aber

praktische Anwendungen sind in nahezu jedem Bereich denkbar. Genannt werden Populationsökologie, Vogelzugforschung, Naturschutzplanung, Nahrungsanalysen und bestimmte ökologische Aspekte der Medizin („disease ecology“). Im vorliegenden Review stehen also phylogenetische Analysen nicht im Vordergrund (vgl. Wink 2015), vielmehr wollen die Autoren eine Einführung mit Definitionen in das Thema geben, einen Überblick über Anwendungsmöglichkeiten und die verschiedenen Methoden vorstellen und diskutieren praktische Überlegungen. Ein Glossar von wichtigen genomischen bzw. molekularbiologischen Fachbegriffen schließt den Übersichtsartikel ab. (ds)

Kraus RHS & Wink M 2015: Avian genomics: fledging into the wild! J. Orn. 156: 851-865.

Oyler-McCance SJ, Oh KP, Langin KM & Aldridge CL 2016: A field ornithologist's guide to genomics: Practical considerations for ecology and conservation. Auk 133: 626-648.

Wink M 2015: Der erste phylogenomische Stammbaum der Vögel. Vogelwarte 53: 45-50.

Haben Zugvögel kürzere Telomere?

Telomere sind schützende repetitive DNA-Abschnitte (und assoziierte Proteine) an den Enden der Chromosomen. Das Autorenteam untersuchte, ob Vögel einer ziehenden und einer nicht-ziehenden Unterart der Winterammer *Junco hyemalis* sich in der Telomerlänge unterscheiden. Die Ausgangshypothese war, dass Zugverhalten zu oxidativem Stress und damit kürzeren Telomeren führt. Tatsächlich fanden sich Unterschiede bei einjährigen Vögeln, die im gleichen Gebiet überwinterten und noch nicht gebrütet hatten. Zugverhalten ist also mit kürzeren Telomeren assoziiert, ob es aber ursächlich verantwortlich ist oder die Unterschiede zwischen den Unterarten auf andere Ursachen zurückzuführen sind, konnte in dieser Initialstudie noch nicht abschließend geklärt werden. (ds)

Bauer CM, Heidinger BJ, Ketterson ED & Greives TJ 2016: A migratory lifestyle is associated with shorter telomeres in a songbird (*Junco hyemalis*). Auk 133: 649-653.

Artbildung in Aktion: schnelle postglaziale Diversifizierung und Langzeit-Stasis bei Winterammern

Eine weitere Studie widmet sich ebenfalls mithilfe genetischer und genomischer Methoden der nordamerikanischen Gattung *Junco*. Innerhalb der Winterammern gibt es erstaunliche Färbungsunterschiede, ziehende und nicht-ziehende Populationen und allopatrisch sowie parapatrisch verbreitete „Morphotypen“. Mithilfe von Kern-DNA, mitochondrialer DNA und genomwei-

ten SNPs (s.o.) wurde nun die Phylogeographie dieser Gruppe rekonstruiert. Ein erstaunliches Ergebnis ist, dass allopatrische, vor allem südlich verbreitete Gruppen trotz Hunderttausender Jahre getrennter Evolution sich morphologisch kaum auseinanderdivergiert haben. In krassem Gegensatz dazu sind die nördlichen Gruppen oft erst wenige Tausend Jahre alt und unterscheiden sich teilweise deutlich in der Gefiederfärbung. Diese haben weite Teile Nordamerikas erst nach Rückzug der großen Eismassen nach der letzten Eiszeit besiedeln können. Winterammern stellen also ein faszinierendes Beispiel für Artbildung in Aktion dar, bei der historische wie selektive Faktoren eine der schnellsten bekannten Radiationen innerhalb der Wirbeltiere beeinflussen. (ds)

Friis G, Aleixandre P, Rodríguez R, Navarro-Sigüenza AG & Milá B 2016: Rapid postglacial diversification and long-term stasis within the songbird genus *Junco*: phylogeographic and phylogenomic evidence. Mol. Ecol. 25: 6175-6195.

Selektion auf MHC-Gene korreliert mit Zug- und Sozialverhalten

Der Haupthistokompatibilitätskomplex (MHC) umfasst eine Gruppe von Genen, die für Proteine kodieren, die eine Schlüsselrolle im Immunsystem von Wirbeltieren spielen. In einer vergleichenden Studie an 34 Nicht-Singvogelarten aus 13 Ordnungen wurde nun untersucht, ob das Ausmaß an balanciertem Polymorphismus („balancing selection“) mit dem Zug- und Sozialverhalten in Verbindung steht. Als Maß für „balancing selection“ wurden nicht-synonyme Nukleotidsubstitutionen verwendet. Koloniebrüter könnten dabei in engerem Kontakt zu Angehörigen derselben Art stehen und dadurch einer erhöhten Übertragung von Pathogenen unterliegen. Zugvögel sollten dagegen mit einer diverseren Fauna an Krankheitserregern konfrontiert sein als Standvögel. Die Ergebnisse entsprechen den Erwartungen und deuten darauf hin, dass grundlegende ökologische Parameter die Diversität des MHC beeinflussen. (ds)

Minias P, Whittingham LA & Dunn PO 2016: Coloniality and migration are related to selection on MHC genes in birds. Evolution. doi: 10.1111/evo.13142.

Vollständige mitochondriale Genome von elf ausgestorbenen Vogelarten

Naturkundliche Sammlungen in Museen sind eine riesige Quelle von DNA-Material ausgestorbener Taxa und damit von genetischer und phylogenetischer Information dieser Arten. Den Autoren der Universität Oslo gelang die vollständige Rekonstruktion des mitochondrialen Genoms von elf Vogelarten aus kurzen DNA-Abschnit-

Porträt des Bonner Exemplars des Riesenalks *Pinguinus impennis* im Zoologischen Forschungsmuseum A. Koenig. Foto: Till Töpfer



ten, die aus dem Gewebe der Zehensohlen sequenziert wurden: Für Wandertaube *Ectopistes migratorius* und Südinsel-Piopia *Turnagra capensis* lag bereits jeweils ein komplettes Mitogenom als Vergleich vor, für fünf andere – Riesenalk *Pinguinus impennis*, Kaiserspecht *Campephilus imperialis*, Huia *Heteralocha acutirostris*, Schuppenkehlmohe *Moho braccatus* und „Südinsel-Graulapenvogel“ *Collaeas cinereus* – waren Abschnitte mitochondrialer DNA bekannt und für alle sieben Arten lag die Sequenzähnlichkeit bei >98 %. Für weitere vier Arten – Kauaiklarino *Myadestes myadestinus*, Paradiessittich *Psephotellus pulcherrimus*, Gelbkopf-Kleidervogel *Psittirostra psittacea*, Akialoa *Akialoa obscura* – waren keine Sequenzinformationen verfügbar. Hier erfolgten eine BLAST-Suche („Basic Local Alignment Search Tool“) und eine phylogenetische Analyse, um die systematische Position zu untersuchen und nächstverwandte Arten zu bestimmen. Die Autoren hoffen, dass die präsentierten Daten wichtig für zukünftige phylogenetische Untersuchungen sind und unterstreichen die Bedeutung von Museen mit ihren Sammlungen genomischer Ressourcen. (ds)

Anmarkrud JA & Liffield JT 2016: Complete mitochondrial genomes of eleven extinct or possibly extinct bird species. Mol. Ecol. Resour. doi: 10.1111/1755-0998.12600.

Rotbraune Bündelnister *Phacellodomus ruber* gehören zu den Töpfervögeln (Furnariidae) und haben einen angeborenen Gesang.

Foto: Darius Stiels



Wann und wie kamen die Singvögel aus Australien? – Tektonische Kollisionen und die Hebung Wallaceas leiten die globale Radiation der Singvögel ein

Dass die Singvögel - die größte Radiation innerhalb der Vögel - ursprünglich in Australien entstanden, gilt als weitgehend gesichert. Aber wie und auf welchem Weg ein einzelner Vorfahr der meisten rezenten Singvögel den isolierten Kontinent verlassen konnte, ist stark umstritten. Selbst die Hypothese, dass untergegangene Inseln im Indischen Ozean eine Ausbreitung nach Afrika erlaubt hätten, wurde aufgestellt. Der neuen Studie zufolge sind Singvögel jedoch sehr viel jünger als in den letzten Jahren angenommen. Sie verließen Australien, als sich nördlich des Kontinents Inseln formten, die eine Ausbreitung nach Südostasien und von dort über nahezu den ganzen Globus er-

laubten. Methodisch wurden genomweite DNA-Sequenzdaten mit fossilbasierten Kalibrierungen und geologisch-biogeographischen Informationen verschnitten, um die Geschichte der Singvögel zu rekonstruieren. Die große Diversifizierung der Gruppe begann demnach im Oligozän und beschleunigte sich vor allem im frühen Miozän – in bisherigen Schätzungen ging man von einem doppelt so hohen Alter aus. Die neue Rekonstruktion stimmt zeitlich jedoch mit der Entstehung der Inselwelt des heutigen Wallacea (des Bereichs zwischen orientalischer und australischer Faunenregion, benannt nach Alfred Russel Wallace) überein. Damit war der Weg frei für mehrere unabhängige Wellen, in denen sich ausgehend vom zuvor isolierten australischen Kontinent Singvögel via Asien über den Rest des Globus ausbreiten konnten. (ds)

Moyle RG, Oliveros CH, Andersen MJ, Hosner PA, Benz BW, Manthey JD, Travers SL, Brown RM & Faircloth BC 2016: Tectonic collision and uplift of Wallacea triggered the global radiation of songbirds. *Nat. Commun.* doi: 10.1038/ncomms12709.

Bioakustik

Gesangsevolution fällt mit Artbildung zusammen

Es ist bekannt, dass phänotypische Divergenzen zu reproduktiver Isolation und Artbildung führen können. Somit könnte auch ein Zusammenhang zwischen der Rate phänotypischer Evolution und der Geschwindigkeit bei der Bildung neuer Arten bestehen. Während diese phänotypische Komponente meistens mittels morphologischer Vergleiche gemessen wird, sind Unter-

schiede auf der Verhaltensebene bislang nur selten berücksichtigt worden. Dabei spielen bestimmte Verhaltensmuster bei vielen Arten eine spezielle Rolle bei der Partnerwahl – wie etwa der Vogelgesang. Anhand zweier Vogelgruppen mit erlerntem (Tangaren, Thraupidae) und angeborenem (Töpfervögel, Furnariidae) Gesang konnte nun gezeigt werden, dass Änderungen in den Raten der Entwicklung von Lautäußerungen mit der Artbildung korrespondieren. Die Gesamtrate der Gesangsevolution lag dabei bei den Tangaren höher als bei den Töpfervögeln. Der Vogelgesang kann somit als geeignete Variable für makroevolutionäre Studien angesehen werden. (joe)

Mason NA, Burns KJ, Tobias JA, Claramunt S, Seddon N & Derryberry EP 2017: Song evolution, speciation, and vocal learning in passerine birds. *Evolution*. doi: 10.1111/evo.13159.

Sprachensterben auch bei Goldammern

Gebietsfremde Arten werden zumeist als problematisch angesehen. Jedoch stellen diese sogenannten Bioinvasionen einmalige Experimente dar, um evolutive Prozesse zu verstehen. Hierzu zählt auch die kulturelle Entwicklung, wie etwa die Ausbildung von Dialekten beim Vogelgesang. Die Goldammer *Emberiza citrinella* wurde vor über hundert Jahren von Großbritannien nach Neuseeland eingeführt, wo sie der dortigen Gesangkulisse einen heimatischen Touch für die europäischen Siedler hinzufügen sollte. Eine vergleichende Untersuchung der lokalen Dialekte vom Ursprungsort in England mit jenen aus Neuseeland zeigt heute allerdings nur wenige Gemeinsamkeiten. Mit sieben unterschiedlichen Dialekten war die Bandbreite sogar höher als an den Ursprungsorten. Fünf dieser Dialekte konnten in England nicht nachgewiesen werden – sind jedoch aus anderen Teilen Europas dokumentiert. Hieraus ergeben sich zwei gegensätzliche Theorien: Entweder sind diese Dialekte nach der Etablierung in Neuseeland neu entstanden, was einen Hinweis auf eine konvergente kulturelle Evolution liefern würde; oder aber die entsprechenden Dialekte sind aus der Ursprungspopulation in Großbritannien verschwunden, während sie in Neuseeland überdauerten. Die



Goldammern *Emberiza citrinella* sind bekannt für ihre verschiedenen Gesangs-dialekte. Foto: Darius Stiels

weite Verbreitung dieser Dialekte in Teilen Europas deutet indirekt jedoch stark auf die zweite Theorie hin. Somit zeigen sich deutliche Parallelen zu menschlichen Sprachmustern, wo sich vielerorts der Sprachgebrauch der Siedlergeneration über die Zeit hinweg im neu besiedelten Gebiet erhalten hat (z.B. bei Namibiern deutscher Herkunft). (joe)

Pipek, P, Petrusková T, Petrusek A, Biblíková L, Eaton M & Pyšek P 2016: Dialects of an invasive songbird are preserved in its invaded but not native source range. *Ecography*. doi: 10.1111/ecog.02779.

Ein DIY-Audiorecorder ermöglicht günstiges bioakustisches Monitoring

Audiorecorder sind ein essentielles Werkzeug für ein bioakustisches Monitoring und eine Vielzahl von kommerziellen Produkten ist auf dem Markt verfügbar. Jedoch sind diese Systeme recht teuer in der Anschaffung und eine Wartung ist oftmals nicht selbst machbar. Mit dem „Solo audio recorder“ wurde nun ein Audiorecorder für Bastler vorgestellt. Er basiert auf dem Raspberry Pi Minicomputer und nutzt gänzlich nutzerfreundliche Open-Source-Software. Die Kosten für die Grundausstattung mitsamt Speicherkarte und Batterie liegen bei etwa 190 €. Damit ist man in der Lage, Audioaufnahmen von bis zu 40 Tagen zu speichern. Das Gerät hat bereits eine ausgiebige Testphase von über 50.000 Stunden in tropischen und gemäßigten Regionen hinter sich. Dieses günstige und nach eigenen Wünschen modifizierbare System könnte zukünftig viele bioakustische Studien zulassen, die bislang aus Kostengründen nicht möglich waren. (joe)

Whytock RC & Christie J 2016: Solo: an open source, customizable and inexpensive audio recorder for bioacoustic research. *Methods Ecol. Evol.* doi: 10.1111/2041-210X.12678.

Gefiederkunde

Auf die Größe kommt es an – auch bei Federläusen

Körpergröße ist eins der bedeutsamsten Merkmale aller Organismen. Sie beeinflusst Physiologie, Morphologie, Verhalten und auch interspezifische Interaktionen wie die zwischen Parasiten und ihren Wirten. Entsprechend zweier Konzepte, der sogenannten Harrison-Regel und Poulins Hypothese, wonach die Körpergröße des Wirts sowohl Umfang als auch Variabilität der Größe seiner Parasiten beeinflusst, wurden Parasit-Wirt-Größen für

581 Vogellausarten (Familien Ricinidae, Menoponidae, Philopteridae) und ihrer Wirte untersucht. Die meisten Familien folgen den grundlegenden Konzepten mit Ausnahme der Ricinidae (für Poulins Hypothese) sowie die „Hautläuse“-Gilde der Philopteridae (für die Harrison-Regel und Poulins Hypothese). Inwiefern diese Zusammenhänge tiefergehende Rückschlüsse auf weitere ökologische Faktoren zulassen, wird im Artikel diskutiert. (joe)

Harnos A, Land Z, Petrás D, Bush SE, Szabó K & Rózsa L 2016: Size matters for lice on birds: Coevolutionary allometry of host and parasite body size. *Evolution*. doi: 10.1111/evo.13147.

Hungerstreifen bei Federn: Eignen sie sich wirklich als Fitnessmaß?

Biomarker, die Fitnessmerkmale beschreiben, sind immens wichtig für unser Verständnis, wie sich Umwelteinflüsse auf Organismen auswirken. Allerdings können Merkmale, die stark von der individuellen Entwicklung abhängig sind, schlechte Prädiktoren für Fitness sein und umgekehrt. Diese Effekte wurden nun anhand sogenannter Hungerstreifen an Nestlingen näher untersucht. Hungerstreifen sind quer zum Kiel stehende lichte Streifen in den Federn, die bei deren Wachstum entstehen, wenn eine kurzfristige Unterversorgung mit Nahrung vorherrscht, während die Federn gebildet werden. Zunächst wurden unter kontrollierten Bedingungen die Hungerstreifen frei lebender Dohlen *Coloeus monedula* an ihrem Deckgefieder am Schwanz und Flügel verglichen. Die Anzahl der Hungerstreifen beider Gefiedertypen korrelierte nicht, was für zwei unterschiedliche Merkmale spricht. Anschließend wurde das Überleben der Vögel untersucht und inwieweit die beiden Merkmale einen Zusammenhang zwischen Entwicklung und Fitness herstellen. Hungerstreifen der Schwanzdecken bildeten Entwicklungsbedingungen besser ab als jene in den Flügeldecken. Im Gegensatz dazu zeigten die Hungerstreifen in den Flügeln einen klareren Zusammenhang mit dem lokalen Überleben als bei den Schwanzdecken. Somit scheinen Hungerstreifen in unterschiedlichen Gefiederpartien für unterschiedliche Merkmale zu stehen, die jedoch unabhängig voneinander agieren und keinen Kausalzusammenhang zwischen Entwicklungsbedingungen und zukünftiger Überlebenswahrscheinlichkeit herstellen.

Boonekamp JJ, Dijkstra R, Dijkstra C & Verhulst S 2016: Canalization of development reduces the utility of traits as fitness biomarkers: feather fault bars in nestling birds. *J. Funct. Ecol.* doi: 10.1111/1365-2435.12765.

Digitales Gezwitscher in der Ornithologie: Eine Einführung in den Kurznachrichtendienst Twitter

Jan O. Engler & Robert H. S. Kraus

Engler JO & Kraus RHS 2017: Twitter 101 for Ornithologists. Vogelwarte 55: 75-80.

Social media are more and more stepping into our daily lives. But also in academic life, social media receive mounting attention. In this contribution we want to give a vivid illustrative introduction into the online news and social networking service Twitter for ornithologists and birdwatchers. We illustrate the use of Twitter as a tool for accessing information, building networks, reporting from conferences or field trips, and professional outreach. Our aim is to provide an easy entry point and provide tips & tricks from our perspective as long-time users. To this end, we hope to interest a broader audience in this useful tool.

✉ JOE: Terrestrial Ecology Unit, Universität Gent, Belgien & Center for Computational and Theoretical Biology, Universität Würzburg, E-Mail: JEngler@gmx.de, Twitter: @engler_j
RHSK: Universität Konstanz und Max Planck Institut für Ornithologie, Tierwanderungen und Immun-Ökologie, Radolfzell, E-Mail: robert.kraus@uni-konstanz.de, Twitter: @rhskraus

Soziale Medien als Kommunikationsplattform für Forschende und Forschungsinteressierte

Soziale Medien sind heute ein fester Bestandteil der Kommunikation im Internet. Unter einer Vielzahl bekannter oder weniger bekannter Plattformen stehen hierbei einige besonders im Fokus. Neben Plattformen wie Facebook oder Google+ ist der im März 2006 eröffnete kostenlose Kurznachrichtendienst Twitter seit Jahren eine feste Größe in diesem Bereich. Mit Twitter lassen sich Kurznachrichten mit bis zu 140 Zeichen, inspiriert von der heute selten gewordenen SMS, über einen eigenen Benutzernamen verschicken, empfangen oder teilen. Auch Bilder und Videos lassen sich in eine Nachricht einbauen. Die Empfänger eines solchen **Tweets** bzw. **Retweets** (s. Glossar) sind hierbei andere Nutzer, die einem entweder direkt folgen (sog. **Follower**) oder nach bestimmten, in den Nachrichten verbauten Schlagwörtern (**Hashtags**), suchen. Die Nachrichten, die man in seiner **Timeline** erhält, sind abhängig von den Nutzern, denen man folgt, und deren Aktivitäten auf Twitter. Diese Flexibilität in der Informationsverarbeitung macht Twitter zu einem attraktiven Werkzeug für Wissenschaftler (Priem et al. 2012).

Vor allem in der schnellen und aktuellen Wissenschaftskommunikation findet Twitter unter Akademikern weite Beachtung. Hierbei geht es nicht nur um die Kommunikation nach außen – etwa mit Journalisten oder interessierten Laien – sondern vor allem auch um die globale Vernetzung von Wissenschaftlern untereinander. Der folgende Beitrag soll leicht verständlich die Vorzüge des Kurznachrichtendienstes für Ornithologen darstellen, um den Einstieg für neue Nutzer zu erleichtern.

Im Wesentlichen kann man den Nutzen von Twitter für Ornithologen auf drei Argumente herunterbrechen. Der Dienst eignet sich zur: a) Beschaffung und Verbreitung von Information, b) zur Vernetzung, sowie c) zur Darstellung der eigenen Forschung.

Twitter als Informationswerkzeug

Twitter liefert eine Fülle an Informationen. Folgt man erst einmal einer größeren Zahl (je nach Aktivität derer, denen man folgt, in etwa ab 50) anderer Nutzer wird man buchstäblich mit Informationen überschüttet. Daher sollte man nicht die Ambitionen hegen, alles zu lesen, was in der **Timeline** auftaucht. Dies ist schlichtweg nicht möglich und auch nicht der Sinn und Zweck von Twitter. Twitter ist vielmehr dazu gedacht, spontan in diesen Informationsstrom einzutauchen. Der Inhalt der Timeline wird allein durch die Auswahl jener bestimmt, denen man folgt. Will man spezifische Informationen erhalten, lässt sich der Informationsstrom neben einer üblichen Volltextsuche auch über die strukturierte Suche nach Hashtags (etwa für eine spezielle Konferenz) filtern oder bestimmte **Accounts** (Konten) gezielt auswählen, um in deren Timeline zu stöbern.

Neben Einzelpersonen, die als individuelle Nutzer auftreten, gibt es noch eine Reihe weiterer Accounttypen. Bestimmte Accounts twittern ausschließlich neue Artikel zu bestimmten Themenbereichen. Dies findet oft voll- oder teilautomatisiert über sogenannte **Bot-Accounts** statt, bei denen letztlich Computer Zeitschriften nach bestimmten Schlagwörtern und passenden Artikel durchsuchen und diese dann direkt über Twitter



Abb. 1: Twitter-Account der DO-G Fachgruppe DNA Analytik. Hier werden seit 2015 Informationen über genetische und genomische Forschung in der Ornithologie verbreitet.

verbreiten (s. z. B. für molekulargenetische Studien @_introgression oder @Popgen_Papers). Seit 2015 hat auch die DO-G Fachgruppe DNA Analytik einen offiziellen Twitter Account, welcher Artikel und andere Informationen mit Fokus auf Vogelgenetik und -genomik twittet (Abb. 1). Dieser Account wird derzeit

ne Inhalte neu eingestellt.

Daneben legen auch immer mehr Zeitschriften sowie ganze Forschungsgruppen eigene Twitter Accounts an, um über ihre neuesten Publikationen zu informieren. Auf diese Weise wird die eigene Forschungsarbeit oder andere wichtige Neuigkeiten, wie z. B. Stellenausschreibungen, über zusätzliche Kanäle verbreitet. Die Einbindung von Bildern oder Infografiken erlaubt einen zusätzlichen Blickfang in der Timeline der Follower (Abb. 2 & 3). In der Ornithologie sind dies unter anderen die Journale: Journal of Avian Biology (@AvianBiology), IBIS (@IBIS_journal), oder The Auk (@AukJournal); Fachgesellschaften oder Organisationen wie der British Trust for Ornithology (@_BTO), Europäische Ornithologen Union (@EOUnion), BirdLife (@BirdLife_News); oder Forschergruppen wie die von Martin Wikelski (@animaltracking) oder die Vogelwarte Sempach (@Vogelwarte_scie). Jedoch lassen sich auch Inhalte aus Journalen oder Fachgesellschaften über Twitter verbreiten, die selbst bislang keine eigenen Accounts haben, wie z. B. Beiträge im Journal of Ornithology (Abb. 3).

Darüber hinaus eignet sich Twitter auch sehr gut für Vogelbeobachter. Da es Twitter auch als App für das eigene Smartphone gibt, lassen sich Beobachtungen von Seltenheiten schnell und vor allem kostenlos von unterwegs verbreiten. Beispielsweise lassen sich unter dem Hashtag #birdCP aktuelle Informationen zu interessanten Vogelbeobachtungen im Central Park, New York, finden. Manche Accounts sind ganz oder teilweise spezialisiert, solche Nachrichten zu verbreiten (Abb. 4). In Europa berichten zum Beispiel @TarsigerTeam, @RareBirdAlertUK oder @dutchbirding über aktuelle Vogelraritäten. Gegenüber exklusiven Netzwerken wie dem Club300 oder privaten Gruppenchats vom Smartphone Messaging-Dienst WhatsApp erlaubt die Verwendung von Twitter auch externen Personen direkten Zugang zu diesen aktuellen Beobachtungen. So ließe sich beispielsweise ein Hashtag #birdingHEL für Seltenheitsmeldungen auf Helgoland jederzeit und kostenfrei verwenden.



Abb. 2: Ein Tweet eines Forschungsartikels aus der Fachzeitschrift Ecography des durch die DO-G geförderten Projektes an Orpheusspöttern (*Hippolais polyglotta*). Neben dem eigentlichen Link zum Artikel wird eine weitere Verbreitung durch die Verwendung von Hashtags und weiterer Accounts erreicht. Ein Foto der Art zieht zusätzliche Aufmerksamkeit auf sich.



Durch das Folgen all dieser verschiedenen Accounts und Hashtags lässt sich ein nützlicher, individueller Informationsfluss zu Forschungsarbeiten, Blogs oder wissenschaftsjournalistischen Beiträgen in nationalen und internationalen Nachrichtenseiten zusammenstellen. Hierfür muss man selbst nicht aktiv Beiträge produzieren. Man spricht hier von passiver Nutzung.



Abb.4: Der Twitter Account der finnischen Webseite für Seltenheitsmeldungen, @TarsigerTeam, twittet über aktuelle Seltenheiten in der Westlichen Paläarktis. Im Oktober/November 2016 u.a. mit täglichen Updates zum Einflug von Bergbraunellen (*Prunella montanella*) nach Europa.

Abb.3: Tweet von Ruedi Nager (@RuediNager) über einen aktuell erschienenen Artikel im Journal of Ornithology. Er enthält einen direkten Link zum Artikel. Dieser Tweet wurde außerdem mit dem Hashtag #ornithology markiert und erreicht somit eine höhere Reichweite bei den Nutzern. Die Verwendung einer Fotografie zum Thema als Blickfang rundet den Tweet ab.

Twitter als Vernetzungswerkzeug

Nutzt man Twitter darüber hinaus auch aktiv, erweitern sich die Möglichkeiten. Durch eigene Tweets erhöht sich langfristig die Anzahl der eigenen Follower, die sich für die eigenen Beiträge interessieren. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten: Das Weiterverbreiten von Tweets anderer Nutzer, also ein Retweet, oder Erstellung eines originären eigenen Tweets. Ersteres lässt den Tweet eines anderen Nutzers in den Timelines der eigenen Follower erscheinen. Nutzer, die gut darin sind, Informationen zu finden und diese weiterzuverbreiten, sind oft willkommene Multiplikatoren und erfreuen sich größerer Beliebtheit, denn sie bündeln Informationen, mit denen man eben diesen Nutzer assoziiert. Das spart einem etwas Arbeit. Die zweite Möglichkeit ist allerdings effektiver, um sich auf Twitter als aktiver Nutzer zu etablieren. Das Neuerstellen und Absetzen von eigenen Tweets trägt zur Generierung neuer Nachrichten bei, die die Netzwerke mit zusätzlichen Informationen versorgen. Es ermöglicht auch die direkte Interaktion mit Nutzern aus der ganzen Welt. Man kann etwa direkt einen oder mehrere Nutzer öffentlich durch einen Tweet unter Verwendung des jeweiligen Benutzernamens ansprechen, was zur Diskussion auch anderer Nutzer einlädt. Oder man kann, wenn sich beide Nutzer gegenseitig folgen, auch Privatnachrichten (ohne Zeichenlimitierung) schicken.

Weitere Interaktionsmöglichkeiten liefern bestimmte Hashtags. Benötigt man beispielsweise ein PDF zu einer bestimmten Publikation, kann man einen kurzen Tweet mit Link zur Publikation unter dem Hashtag #icanhazPDF absetzen. Bei Fragen oder Problemen mit Statistikprogrammierung mit R hilft #Rhelp. Und Diskussionen rund um das Thema Doktorarbeit können unter #phdChat gestartet werden. Diese Tweets sind öffentlich und erreichen zunächst alle eigenen Follower, die direkt und öffentlich darauf antworten können, und/oder die Nachfrage durch retweeten ihren eigenen Followern präsentieren. Jeder Follower dient sozusagen als Multiplikator. Hat ein Nutzer selbst nur 100 Follower, können seine Tweets trotzdem potentiell von tausenden anderen Nutzern gesehen werden, sobald er in einen neuen Follower-Kreis retweetet wurde. Nur ein

einzigster Retweet durch einen Follower mit 1000 eigenen Followern hätte in diesem Fall den Effekt, dass bis zu 1100 Nutzer den originalen Tweet zu sehen bekämen (natürlich abzüglich der Personen, die in beiden Follower-Listen gleichermaßen vorkommen). Zusätzlich wird ein Tweet, der einen bestimmten Hashtag enthält, auch schnell von Personen außerhalb des eigenen Netzwerkes gefunden, die eben gerade nach genau diesem Hashtag suchen.

Twittern auf Konferenzen

Eine beliebte Form der aktiven Kommunikation bei Twitter ist das „live-tweeting“ von Konferenzen (Bombaci et al. 2015). Hier twittern die Zuhörer aus den Vorträgen und berichten über interessante Ergebnisse oder Erkenntnisse mit einem konferenzeigenen Hashtag. Dieser besteht meist aus dem Kürzel der Tagung sowie dem Jahr oder der Auflage (z. B. bei der 149. DO-G Tagung lautete der Hashtag #DOG149).

Neuerdings nutzen auch die Tagungsveranstalter aktiv Twitter, etwa um Fragen aus dem Publikum zu stellen. Dies erlaubt vor allem nicht anwesenden Zuhörern die aktive Teilnahme an der Diskussion – etwa wenn Veranstaltungen auch live im Internet übertragen werden (wie zum Beispiel beim Symposium des Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, @umweltstiftung, s. #uwp16). Allerdings muss hierbei erwähnt werden, dass das live-tweeting von Konferenzen durchaus auch kritisch gesehen wird, was zu einer Debatte über eine „Twittiquette“ (also Regeln) für das Twittern von Konferenzen führte (Woolston 2015). Insbesondere wird von manchem befürchtet, dass unpublizierte Forschungsergebnisse, über Twitter verbreitet, die Chancen einer späteren Publikation verhindern – vor allem wenn die Ergebnisse für hoch angesehene Journale vorgesehen sind. Allerdings verhindert die Zeichenlimitierung bei Twitter die Kommunikation komplexer Zusammenhänge und beschränkt sich vielmehr auf „Take-home messages“ (Abb. 5). Andererseits können Aufnahmen von Folien durchaus auch komplexere Sachverhalte über Twitter verbreiten. Ein „Nicht-twittern“ Logo vor einem

Vortrag, oder auf sensiblen Folien kann hier jedoch Abhilfe schaffen – und wird von vielen Nutzern als Kernstück einer guten Twittiquette angesehen.

Ganz grundsätzlich steht die Frage im Raum, wo genau die Unterschiede liegen zwischen einem öffentlichen Vortrag vor Fachpublikum oder dem Verbreiten von Kernaussagen hieraus an ein breiteres Fachpublikum. Gemessen an der erhöhten Reichweite liegen die Vorteile von Twitter klar auf der Hand, wie konkrete Beispiele aus der Naturschutzbiologie eindrucksvoll zeigen (Parsons et al. 2013, Bombaci et al. 2015). Bei der internationalen Naturschutzbiologietagung von 2011 in Auckland, Neuseeland, twitterten 176 Nutzer über die Konferenz, die von rund 1000 Teilnehmern besucht wurde. Allerdings waren nur rund 10 % der Twitter-Nutzer tatsächlich auch anwesend auf der Tagung. Der überwiegende Teil folgte somit der Tagung außerhalb des Tagungsorts. Die insgesamt über 1700 Tweets zur Tagung erreichten, gemessen an der Anzahl der Follower der Tweeter und Retweeter, zwischen 110.000 und 150.000 Nutzer (für Details siehe Parsons et al. 2013 und Quellen darin). Allerdings zeigt sich auch, dass durch Twitter nicht unbedingt jene Zielgruppen erreicht werden, die ein Vortragender gerne erreichen würde (Bombaci et al. 2015). Zudem zeigte eine systematische Analyse der Twitter Nachrichten der internationalen Naturschutzbiologiekonferenz 2013 in Baltimore, USA – wenngleich sich die Twitteraktivitäten gegenüber der Konferenz von 2011 mehr als verdoppelt hatten – dass viele Tweets die erwünschte Botschaft entweder falsch oder verzerrt wiedergegeben haben (Bombaci et al. 2015). Bombaci und Kollegen schlugen daraufhin vor, für zukünftige Tagungen neben eines Abstracts auch eine Kurzzusammenfassung zur Verfügung zu stellen, die für Twitter geeignet ist, um mögliche Missverständnisse zukünftig zu verhindern.

Twitter als Forschungswerkzeug

Viele, wenn nicht gar die meisten internationalen, wissenschaftlichen Fachzeitschriften haben auf ihren Webseiten kleine Schaltflächen etabliert, die es sehr einfach machen, einen ihrer Artikel über die Sozialen Medien zu teilen – und Twitter ist auch hierbei eine feste Größe. Laut einer Studie von



Abb. 5: Beispiel eines live-tweets von Christian Hof (@redkite79) von der Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ) 2016 in Marburg über einen Vortrag vom Israelischen Ornithologen Ran Nathan. Unter Verwendung des Tagungseigenen Hashtags #gfoe2016 sowie weiterer relevanter hashtags ist dieser Beitrag leicht zu finden. Und die Erwähnung des Vortragenden lässt den Verweis seiner Take-home Message leicht zuordnen.

Gunther Eysenbach (2011, 2012) sind Artikel, welche eine große Aufmerksamkeit bei Twitter erreichen (also viele Tweets und Retweets), mit einer bis zu 11-fach höheren Wahrscheinlichkeit auch viel zitierte Beiträge in der Zukunft. Aus Eysenbach's Beiträgen entbrannte eine Diskussion über die Indikatorwirkung zum Einfluss eines Artikels, der deutlich frühzeitiger auszuwerten ist als Zitationsraten, die meist mit erheblicher Zeitverzögerung auftreten (Bower 2012, Saughnessy 2012). Dies bildet nicht zuletzt auch eine Grundlage für das sogenannte Altmetrics System (Adie & Roe 2013, s. jedoch Thelwall et al. 2013) – also die Erfassung der Kommunikation über wissenschaftliche Artikel in den gesellschaftsrelevanten Medien (Nachrichten, Blogs, Soziale Medien). Eine weiterführende Auswertung von knapp 28.000 Artikeln aus dem Journal PLoS one zeigte hingegen, dass die Zitierrete unabhängig von der Aktivität eines Artikels auf Twitter ist (de Winter 2015).

Doch auch bereits vor der Veröffentlichung eines Artikels kann Twitter eine hilfreiche Ergänzung im Forscheralltag sein und eine Quelle der Inspiration und des Austauschs auf allen Ebenen des Lebenszyklus eines Forschungsprojektes darstellen. Eine aktuelle Publikation zu diesem Thema von Emily Darling und Kollegen führt diese Thematik weiter aus (Darling et al. 2013). Danach ermöglicht die Nutzung von Twitter als „virtuelle Arbeitsgruppe“ die Diskussion neuer Ideen oder Ergebnisse sowohl mit Fachkollegen, als auch mit Laien (s. Abb. 4 in Darling et al. 2013). Diese unterschiedlichen Perspektiven können die Reflektion der eigenen Arbeit fördern, die so in physischen Arbeitsgruppen am eigenen Arbeitsplatz oft nicht vorhanden oder nur sehr einseitig sind. Dies ist nicht zuletzt auch darin begründet, dass sich in der virtuellen Arbeitsgruppe ein Vielfaches an potentiellen Feedbackgebern befindet (Darling et al. 2013).

Tipps & Tricks

Twitter ist für Nutzer, die damit bisher noch keine Erfahrung sammeln konnten, sicherlich zunächst eine Herausforderung. Wir möchten Ihnen daher zum Abschluss dieses Beitrags Hilfestellungen geben, die Ihnen den Einstieg erleichtern. Wie bereits erwähnt, ist zur Nutzung von Twitter das Anlegen eines Nutzerprofils unter einer bestimmten E-mail-Adresse nötig; Kosten entstehen dabei aber keine. Daher ließe sich zum Beispiel zunächst ein Account eröffnen, um Twitter erst mal auszuprobieren. Diesen könnte man, wenn man einen ersten Eindruck bekommen hat, nach ein paar Tagen schließen und einen neuen eröffnen, den man dann offiziell startet und pflegt.

Zunächst ist es wichtig zu verstehen, dass Twitter ein sehr schnelllebiges Medium ist. Man wird in der Regel in seiner Timeline nicht darauf achten, was sich in den letzten Wochen so abgespielt hat. Vielmehr lässt sich dort der Informationsfluss der letzten Minuten/Stunden

(je nach Anzahl und Aktivität der Accounts, denen man folgt) überblicken. Bei dieser passiven Nutzung kann man aber auch nach Hashtags Ausschau halten, die dann zu einem bestimmten Thema (z. B. #ornithology) auch längere Zeiträume abdecken. Man folgt dann einfach den Accounts, die man bereits persönlich oder aus Publikationen kennt; oder auch Personen, die interessante Nachrichten verbreiten. Dabei ist es, anders als bei anderen Sozialen Medien, zum Beispiel Facebook, unerheblich, ob man sich bereits kennt oder direkten Kontakt sucht. Die Information steht im Vordergrund, nicht der Informant.

Twitter sieht eine Obergrenze bei der Anzahl an Accounts vor, denen man folgen kann. Diese liegt zurzeit bei 5000. Das klingt nach viel, ist aber auch durch private Nutzer zu erreichen, wenn man eine hohe Aktivität an den Tag legt. Oft gilt das Prinzip „Folgst du mir, folge ich dir“. Und so lässt Twitter ab der Marke von 5000 Nutzern, denen man folgt, mehr zu, solange man selbst auch mehr hat. Das Verhältnis liegt hier bei 1:1,1; wer also selbst 5000 Follower hat, kann bis zu 5500 Accounts folgen.

Eine große Zahl an Followern erreicht man allerdings nur, wenn man neben Retweets auch selbst viele originale Tweets absetzt, sodass man für andere Nutzer auch gute Inhalte anbieten kann. So braucht es bei Twitter zwar kaum Zeit, um gelegentlich in den Informationsfluss einzutauchen. Man sollte aber durchaus mehrmals wöchentlich ein paar Minuten veranschlagen, wenn man Twitter noch professioneller nutzen möchte, um Nachrichten nicht nur zu folgen, sondern auch selbst Einfluss zu erreichen. So bleibt es jedem Nutzer selbst überlassen, wie viel Zeit er investieren und was er damit erreichen möchte.

Ein wichtiger Hinweis bezüglich der Zielgruppe, die man erreichen will, ist die Sprache in der man twittert. Will man sich als Wissenschaftler primär auf den Austausch und die Vernetzung mit internationalen Kollegen konzentrieren, wird die Kommunikation meist auf Englisch stattfinden. Will man dagegen ein deutschsprachiges Publikum erreichen – etwa im Rahmen der Kommunikation von Forschungsergebnissen mit Entscheidungsträgern aus Politik und Gesellschaft oder Journalisten – würden englischsprachige Tweets wohl zumeist ungehört verhallen. Die eigene Erfahrung mit ausländischen Forschern denen man selbst folgt, die jedoch fast ausschließlich in ihrer Heimatsprache twittern lehrt, dass die Aufmerksamkeitsspanne schnell schwindet und man diesen Nutzern schnell nicht mehr weiter folgt. Vor diesem Hintergrund kann es sinnvoll sein, einen zweiten Account zu haben der Sprachbarrieren überwindet und effizienter verschiedene Zielgruppen erreicht.

Wer an diesen ersten Schritten Gefallen findet und Twitter stärker nutzen möchte, sei vor allem auch an die zahlreichen Leitfäden im Internet verwiesen. Unter Suchbegriffen wie „Twitter for Scientists“ gibt es sehr aktuelle, weiterführende Kurzanleitungen, um Twitter

nicht nur zu entdecken, sondern auch in kürzester Zeit effizient und effektiv zu nutzen, allerdings hoffen wir sehr, dass Ihnen der Einstieg bereits nach der Lektüre dieses Beitrags gelingt und wir Ihr Interesse geweckt haben. In jedem Fall sind wir gerne bereit, weitere Fragen zum Thema persönlich zu beantworten. Twittern Sie einfach mit uns unter @engler_j und @rhskraus.

Glossar

Twitter Account: Jeder, der Twitter aktiv nutzen möchte, braucht einen eigenen Benutzerzugang. Dieser Account beginnt mit einem „@“ gefolgt von einem Benutzernamen; z. B. @ornithomics für den offiziellen Twitter-Account der DO-G Fachgruppe DNA Analytik.

Tweet: Ein selbst-verfasster Beitrag auf Twitter. Er kann bis zu 140 Zeichen enthalten, sowie Verknüpfungen (Links), Grafiken/Fotos oder Videos, wobei diese zusätzliche Medien eine festgelegte Anzahl an Zeichen „kosten“.

Follow: Ein Twitter-Nutzer, der einem folgt, und damit die eigenen Beiträge (Tweets) sieht.

Retweet: Die Weiterleitung eines Beitrages an die eigenen Follower, der auf Twitter von einem anderen Nutzer erstellt wurde. In anderen sozialen Medien spricht man hier vom „teilen“ eines Beitrags.

Timeline: Das Hauptfenster von Twitter, in dem Tweets und Retweets von Nutzern, denen man folgt, aufgeführt werden. Neueste Tweets anderer Nutzer erscheinen immer ganz oben. Wird ein Tweet, der bereits in der eigenen Timeline erschienen ist, durch einen Follower retweetet, rutscht dieser auf der eignen Timeline erneut nach oben.

Hashtag (#): Stellt man einem Wort ein Doppelkreuz voran wird es von Twitter indexiert (suchbar). Hierdurch kann man Twitter nach interessanten Themen durchsuchen (z. B. Beiträgen von Konferenzen; #dog149 für die 149. DO-G Tagung in Stralsund). Die Erstellung eines Hashtags erfolgt unter keinen besonderen Vorgaben, sollte jedoch kurz gehalten werden. Einige Hashtags sind unter den Twitternutzern bekannt und feste Schlagwörter zu bestimmten Themen, z. B. #ornithology, wenn es im englischen Sprachraum um vogelkundliche Themen geht. Durch geschickte Verknüpfung von informativen und oft verwendeten Hashtags lässt sich die Sichtbarkeit eines Tweets vereinfachen.

Bot: Von „RoBOTer“; (Teil-)Automatisierter Twitter-Account.

Dank

Wir danken Michael Wink für die Anregung zu diesem Artikel und für die Durchsicht des Manuskripts sowie Stefan Garthe, Ommo Hüppop, Karl Falk, Thomas Tietze und Friederike Woog für viele konstruktive Diskussionen zur Nutzung sozialer Medien in der DO-G.

Zusammenfassung

Soziale Medien sind nicht nur im Alltag allgegenwärtig, sondern können insbesondere in der Forschung sinnvoll eingesetzt werden. Allerdings wird über die Möglichkeiten und Hürden nicht berichtet. In diesem Beitrag möchten wir eine anschauliche Einführung in den Kurznachrichtendienst Twitter geben. Mit einem Fokus auf Ornithologie illustrieren wir die Verwendung von Twitter als sprudelnde Informationsquelle, als professionelles Vernetzungswerkzeug, sowie seine Verwendung auf Tagungen und im Forschungsalltag. Tipps und Tricks sollen hierbei helfen den Einstieg in die akademische und avifaunistische Nutzung von Twitter zu erleichtern. Wir hoffen, nicht zuletzt auch als aktive Nutzer von Twitter, mögliche Berührungspunkte abzubauen und freuen uns auf neue Nutzer aus den Reihen der DO-G.

Literatur

- Adie E, Roe W 2013: Altmetric: enriching scholarly content with article-level discussion and metrics. *Learned Publishing* 26: 11–17. Verfügbar: http://figshare.com/articles/Enriching_scholarly_content_with_article_level_discussion_and_metrics/105851
- Bombaci SP, Farr CM, Gillo HT, Mangan AM, Stinson LT, Kaushik M, Pejchar L 2015: Using twitter to communicate conservation science from a professional conference. *Conservation Biology*: doi:10.1111/cobi.12570.
- Bower C 2012: Twimply factors: can tweets really predict citations? *BMJ Web Development Blog*. *BMJ Blogs*. 6. Jan. 2012. Web. 4. Oct. 2016. <http://blogs.bmj.com/bmj-journals-development-blog/2012/01/06/twimply-factors-can-tweets-really-predict-citations/>
- Darling ES, Shiffman D, Côté IM, Drew JA 2013: The role of twitter in the life cycle of a scientific publication. *PeerJ Pre-Prints* 1:e16v1.
- Eysenbach G 2011: Can Tweets Predict Citations? Metrics of Social Impact Based on Twitter and Correlation with Traditional Metrics of Scientific Impact. *J Med Internet Res* 13: e123
- Eysenbach G 2012: Correction: Can Tweets Predict Citations? Metrics of Social Impact Based on Twitter and Correlation with Traditional Metrics of Scientific Impact. *J Med Internet Res* 14: e7
- Priem J, Costello K, Dzuba T 2012: Prevalence and use of twitter among scholars. *figshare*. <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.104629.v1> Retrieved: 4. Oct, 2016
- Saughnessy H 2012: How Could Twitter Influence Science (And Why Scientists Are on Board). *Forbes*. Tech. 15. Jan. 2012. Web. 4. Oct. 2016. <http://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2012/01/15/how-could-twitter-influence-science-and-why-scientists-are-on-board/#5b4a5a8925f4>
- Thelwall M, Haustein S, Larivière V, Sugimoto CR 2013: Do Altmetrics work? Twitter and ten other social web services. *PLoS one* e64841.
- De Winter JCF 2015: The relationship between tweets, citations, and article views for PLOS ONE articles. *Scientometrics* 102: 1773–1779.
- Woolston C 2015: Conference tweeting rule frustrates ecologists. *Nature* 524, 391 doi:10.1038/524391f

Spannendes im "Journal of Ornithology"

Wie Gebirgsvögel auf den Klimawandel reagieren

Mittlerweile gibt es zahlreiche Belege, dass der Klimawandel Vögel auf vielerlei Weise beeinflussen kann. Bei etlichen Arten ist beispielsweise eine Verfrühung des Brutbeginns oder eine Änderung des Zugverhaltens dokumentiert worden. Doch auch die geographische Verbreitung einer Art kann sich verändern. In Bergregionen wird beispielsweise häufig eine Verschiebung in höhere Lagen beobachtet (z. B. Auer & King 2014), was das Verbreitungsgebiet einer Art einschränken kann. Dies ist alarmierend, da Bergregionen wegen der durch den Höhengradienten bedingten Vielfalt in Klimabedingungen und Lebensräumen besonders artenreich sind.

Derartigen Verschiebungen können verschiedene Mechanismen zugrunde liegen. Einerseits kann das Klima die Verbreitung einer Art direkt beeinflussen, wenn diese wegen ihrer physiologischen Anpassungen nur unter gewissen Temperatur- oder Niederschlagsbedingungen überleben kann. Ändert sich also das Klima in einer Region zu sehr, muss die Art in eine andere Region ausweichen, die günstigere klimatische Bedingungen bietet. Das Klima kann sich allerdings auch indirekt auf die Verbreitung einer Art auswirken, indem es z. B. die Habitatstruktur, die Nahrungsverfügbarkeit oder das Auftreten von Krankheitserregern, Räubern oder Konkurrenten beeinflusst.

Zwei amerikanische Forscher haben langfristige Veränderungen der Höhenverbreitung von Vogelarten in den Wäldern der nördlichen Appalachen untersucht (DeLuca & King 2016), wo die Temperatur in den mittleren Höhenlagen seit den 1930er Jahren konstant gestiegen ist. Auf 740 bis 1470 m Höhe wurden von 1993 bis 2000 sowie 2003, 2005, 2007 und 2009 jeweils im Juni an über 700 Orten alle dort vorkommenden Vogelarten in Punktzählungen erfasst. Die kartierte Zone wurde in sieben Höhengürtel untergliedert und das Vorkommen der Arten in diesen Höhengürteln analysiert. Hierfür wurde zunächst jede Art als Tieflandart (Verbreitungsschwerpunkt unterhalb 750 m) oder Hochgebirgsart (Verbreitungsschwerpunkt oberhalb dieser Grenze) eingestuft und dann anhand verschiedener Kriterien getestet, ob sich die Höhenverbreitung einzelner Arten über den Untersuchungszeitraum verändert hat. Insgesamt wurden 75 Vogelarten nachgewiesen, doch nur für 28 (16 Tiefland- und 12 Hochgebirgsarten) war die Stichprobe groß genug für eine statistische Analyse.

Ein Vergleich der Tiefland- mit den Hochgebirgsarten lieferte einen überraschenden und sehr interessanten Befund. Zehn der 16 Tieflandarten verschoben ihre

Verbreitung, davon neun (z. B. der Kletterwalsänger *Mniotilta varia*) wie erwartet hangaufwärts, im Mittel um gut 100 m. Die einzige Art, deren obere Verbreitungsgrenze sich hangabwärts verlagerte (um 154 m), war die Schwarzkopfmeise *Poecile atricapilla*. Ganz anders verhielt es sich hingegen bei den zwölf Hochgebirgsarten, von denen neun ebenfalls ihre Verbreitung verlagerten, jedoch nur eine einzige hangaufwärts (der Magnolienwalsänger *Setophaga magnolia*, um 41 m). Die übrigen acht (z. B. der Junco *Junco hyemalis*) verlagerten ihr Verbreitungsgebiet hangabwärts, im Mittel um knapp 20 m.

Insgesamt hat sich also die Verbreitung der Hochgebirgsarten hangabwärts und die der Tieflandarten hangaufwärts verschoben, was darauf schließen lässt, dass hier wohl unterschiedliche Mechanismen am Werk sind. Die Autoren schlagen vor, dass für die Tieflandarten die zunehmende Erwärmung höherer Regionen eine Rolle spielen könnte, während für die Hochgebirgsarten möglicherweise die Niederschläge von größerer Bedeutung sind (siehe auch Tingley et al. 2012). In der untersuchten Region haben sich die Temperaturen in größerer Höhe nämlich nur wenig verändert, die Niederschläge jedoch stärker zugenommen als in mittleren Höhenlagen. Für beide Vogelgesellschaften könnten auch Habitatveränderungen eine Rolle spielen – so gibt es Hinweise, dass sich in den letzten Jahrzehnten die Grenze zwischen nördlichen Hartholzwäldern und Bergwäldern verschoben hat. Insgesamt ist wahrscheinlich, dass mehrere Faktoren zusammenwirken (siehe z. B. auch Hargreaves et al. 2014).

Allerdings ist zu bedenken, dass Verschiebungen der Verbreitung von Arten nicht zwingend als Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen erfolgen müssen, sondern schlicht und einfach auf Änderungen der Populationsgröße zurückzuführen sein könnten: Wächst eine Population, müssen Individuen in Habitate außerhalb des ursprünglichen Verbreitungsgebiets ausweichen, d. h. das Verbreitungsgebiet wird größer. Schrumpft hingegen eine Population, verkleinert sich das Verbreitungsgebiet, da in der Regel am Rand liegende Habitate geringerer Qualität aufgegeben werden. Diese alternative Erklärung wurde auch von den Autoren in Betracht gezogen, und es zeigte sich, dass Bestandsänderungen nur bei zwei der untersuchten Arten die Verschiebung der Verbreitung erklären könnten: Der Bestand der Zwergdrossel *Catharus ustulatus* hat sich vergrößert und das Verbreitungsgebiet sich dementsprechend ausgedehnt, während die Weißkehlammer *Zonotrichia albicollis* zurückgegangen ist

und nun ein kleineres Gebiet bewohnt. Fast alle beobachteten Verschiebungen der Verbreitung hängen also wohl tatsächlich mit Umweltveränderungen zusammen. Die Autoren halten es auch für unwahrscheinlich, dass methodische Probleme während der Zählungen die Ergebnisse verfälscht haben.

Insgesamt zeigt diese interessante Studie, dass allgemein in Bezug auf den Klimawandel festgestellte Trends nicht ohne weiteres auf alle Gebiete bzw. Arten übertragen werden können. Da sich Hochgebirgsarten hangabwärts und Tieflandarten hangaufwärts verbreiten, wird die Konkurrenz zwischen ihnen in der Übergangszone vermutlich stärker werden, was ihre Verbreitung auf längere Sicht zusätzlich beeinflussen kann.

Auer SK & King DI 2014: Ecological and life-history traits explain recent boundary shifts in elevation and latitude of western North American songbirds. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 23:867-875.

DeLuca WV & King DI 2016: Montane birds shift downslope despite recent warming in the northern Appalachian Mountains. *J. Ornithol.* doi:10.1007/s10336-016-1414-7

Hargreaves AL, Samis KE & Eckert CG 2014: Are species' range limits simply niche limits writ large? A review of transplant experiments beyond the range. *Am. Nat.* 183:157-173.

Tingley MW, Koo MS, Moritz C, Rush AC & Beissinger SR 2012: The push and pull of climate change causes heterogeneous shifts in avian elevation ranges. *Glob. Change Biol.* 18:3279-3290.

Verena Dietrich-Bischoff

Rauchschwalbe: Haben Ornamente bei Weibchen eine Bedeutung?

Lange Zeit hat sich die Aufmerksamkeit von Biologen, die das Fortpflanzungsverhalten von Tieren studieren, auf die Rolle männlicher Ornamente konzentriert. Unter „Ornament“ versteht man ein Merkmal, das bei der Partnerwahl wichtig ist, da seine Ausprägung mit Kosten für den Träger verbunden ist. Buntes Gefieder beispielsweise kann Feinde anlocken oder seine Produktion wertvolle Ressourcen aufzehren. Dies können sich nur die besten Individuen leisten, die dann als Partner bevorzugt werden sollten. Allerdings tragen bei vielen Arten nicht nur die Männchen, sondern auch die Weibchen Ornamente. Dachte man anfangs noch, dass diese lediglich eine funktionslose Kopie männlicher Ornamente darstellen, deren Vorhandensein auf genetische Mechanismen zurückzuführen ist, beginnt man mehr und mehr, von dieser Ansicht abzuweichen. So könnten Weibchenornamente von Männchen ebenfalls als attraktiv empfunden werden oder bei der Konkurrenz zwischen Weibchen um Partner oder andere Ressourcen eine Signalfunktion besitzen (Übersicht in Clutton-Brock 2007). In solchen Fällen sollte man auch bei Weibchen einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Ornamente und Parametern wie der individuellen Qualität oder dem Fortpflanzungserfolg erwarten.

Bei Vögeln ist die Situation besonders kompliziert, da diese in der Regel mehrere Ornamente aufweisen, die bei männlichen und weiblichen Tieren unterschiedliche Bedeutung haben und unterschiedlichen Selektionsdrücken ausgesetzt sein könnten. Ein Forscherteam aus Japan hat die asiatische Unterart der Rauchschwalbe *Hirundo rustica gutturalis* dahingehend untersucht (Hasegawa et al. 2016). Bei Rauchschwalben besitzen beide Geschlechter verlängerte Schwanzfedern, weiße

Schwanzflecken und eine rötliche Kehle. Frühere Studien an Männchen hatten bereits gezeigt, dass die Intensität der Kehlfärbung und die Größe der weißen Schwanzflecken, nicht jedoch die Schwanzlänge, verschiedene Fortpflanzungsparameter, wie z. B. den Brutbeginn, positiv beeinflussen (z. B. Arai et al. 2015). In einer zweijährigen Untersuchung an gut 200 weiblichen Rauchschwalben, die in der japanischen Stadt Joetsu brüteten, fanden die Wissenschaftler nun heraus, dass die weißen Schwanzflecken bei Weibchen offenbar keine Rolle spielen, aber die Kehlfärbung sowie die Schwanzlänge von Bedeutung sind.

Zum einen standen diese beiden Ornamente mit der Bruterfahrung, die bei einem kurzlebigen Vogel wie der Rauchschwalbe als wichtiges Qualitätsmerkmal gilt, in Zusammenhang: Weibchen mit vorheriger Bruterfahrung hatten farbige Kehlflecken und längere Schwanzfedern als erstmalig brütende Weibchen. Siebzehn Weibchen, die in beiden Untersuchungsjahren gefangen und vermessen werden konnten, wiesen zudem im zweiten Jahr etwas längere Schwanzfedern auf, d. h. die Schwanzlänge könnte tatsächlich Aufschluss über die Bruterfahrung bzw. das Alter eines Individuums geben. Die Kehlfärbung veränderte sich bei diesen Tieren allerdings nicht signifikant. Auch bestand keine Korrelation mit einem anderen Qualitätsmerkmal, der Körperkondition (gemessen als größenkorrigierte Körpermasse).

Zum anderen begannen Weibchen mit farbigerem Kehlfleck und längeren Schwanzfedern früher mit der Brut (während das Ankunftsdatum im Brutgebiet keine Korrelation mit der Ausprägung der Ornamente aufwies). Da diese Tiere dann mit höherer Wahrscheinlichkeit Zweitbruten aufzogen, hatten sie einen höheren

Fortpflanzungserfolg. Schließlich zeigte sich, dass derartige Weibchen eher mit Männchen mit farbigem Kehlfleck und großen weißen Schwanzflecken verpaart waren, also offenbar besseren Zugang zu attraktiven Männchen hatten. Zudem beteiligten sich Männchen, deren Partnerin lange Schwanzfedern aufwies, mit höherer Wahrscheinlichkeit an der Bebrütung der Eier. Kurz gesagt profitierten ornamentierte Weibchen von früherem Brutbeginn und einem besseren Partner.

Daher folgern die Autoren, dass die Ornamente der Weibchen bei asiatischen Rauchschnäbeln offenbar wichtige Informationen über die individuelle Qualität an Artgenossen vermitteln können und dementsprechend der sexuellen Selektion unterliegen. Dass sich die relative Wichtigkeit der Ornamente zwischen den Geschlechtern unterschied, deutet auf unterschiedliche Selektionsdrücke hin. Die weißen Schwanzflecken spielen bei Weibchen möglicherweise keine Rolle, weil sie von anderen Schwanzfedern verdeckt werden und somit für Artgenossen normalerweise nicht sichtbar sind (Männchen offenbaren diese Flecken hingegen während der Balz). Die Autoren führen außerdem an, dass eine

Präferenz für Weibchen mit größeren Flecken die Verpaarungschancen von Männchen in der folgenden Brutzeit verringern würde, da diese Weibchen mit geringerer Wahrscheinlichkeit ins Brutgebiet zurückkehrten als Weibchen mit kleineren Flecken. Die Gründe hierfür sind allerdings unbekannt.

Zwar handelt es sich hier „lediglich“ um eine korrelative Studie, deren Befunde nicht ganz eindeutig sind (was z. T. mit der kleinen Stichprobe in einigen Analysen zusammenhängen könnte) und auf die Experimente folgen sollten. Dennoch zeigt sie, dass es sich potenziell lohnt, Weibchenornamenten bei Vögeln mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Arai E, Hasegawa M, Nakamura M & Wakamatsu K 2015: Male pheomelanin pigmentation and the breeding onset in Barn Swallows *Hirundo rustica gutturalis*. J. Ornithol. 156:419-427.

Clutton-Brock T 2007: Sexual selection in males and females. Science 318:1882-1885.

Hasegawa M, Arai E, Watanabe M & Nakamura M 2016: Reproductive advantages of multiple female ornaments in the Asian Barn Swallow *Hirundo rustica gutturalis*. J. Ornithol. doi:10.1007/s10336-016-1401-z.

Verena Dietrich-Bischoff

Werden Meisen von Insektenfraß an Nadelbäumen angezogen?

Pflanzen, die von Herbivoren attackiert werden, senden chemische „Hilferufe“ aus: Sie produzieren flüchtige Substanzen, die Fressfeinde der Schädlinge anlocken. Davon profitiert sowohl die Pflanze, da der Schaden so in Grenzen gehalten wird, als auch der angelockte Insektenfresser, dem der Weg zu einer Mahlzeit gewiesen wird (Übersicht in Dicke 2009). Während bereits seit längerem bekannt ist, dass räuberische Arthropoden auf solche Pflanzensignale reagieren, haben neuere Studien gezeigt, dass auch insektenfressende Vögel durch Fraßschäden angezogen werden. Dies könnte ebenfalls über den Geruch geschehen – schließlich weiß man mittlerweile, dass der Geruchssinn vieler Vögel deutlich besser ausgeprägt ist als ursprünglich angenommen (z. B. Steiger et al. 2008) – oder aber über optische Signale. Damit sind nicht nur sichtbare Fraßspuren gemeint, denn ebenso wie auch unbeschädigte Teile angefressener Pflanzen die flüchtigen Substanzen produzieren, können auch optische Signale über den unmittelbaren Schadensbereich hinausgehen. Es gibt nämlich Hinweise, dass Blattfraß die photosynthetische Aktivität der Pflanze beeinflusst, was sich wiederum auf die Lichtreflexion und somit die Färbung der Blätter auswirken kann. Da Vögel ein größeres Farbenspektrum sehen können als Menschen, sind sie möglicherweise in der Lage, diese feinen Veränderungen wahrzunehmen.

Noch ist weitgehend ungeklärt, in welchem Maße insektenfressende Vögel von Pflanzen produzierte optische und Geruchssignale bei der Nahrungssuche nutzen und wie weit verbreitet das Anlocken von Vögeln durch fraßgeschädigte Nadelbäume ist (bisherige Studien haben sich weitgehend auf Laubbäume konzentriert, z. B. Amo et al. 2013). Daher hat ein finnisch-deutsches Forscherteam untersucht, ob Kohlmeisen *Parus major* und Blaumeisen *Cyanistes caeruleus* zwischen beschädigten und unbeschädigten Waldkiefernästen unterscheiden können (Mäntylä et al. 2016). Da in einem Freilandversuch zu viele Störfaktoren aufgetreten wären, haben die Wissenschaftler eine Testbox konstruiert, in der das Verhalten gefangener Meisen bequem beobachtet werden konnte. In dieser Box hängten sie zwei Waldkiefernäste auf, einen „Testast“ und einen „Kontrollast“. Diese ähnelten sich so weit wie möglich in Form und Größe, doch ein Zweig des Testastes war zuvor drei Tage lang Fraß durch Blattwespenlarven ausgesetzt worden. Vor dem Einbringen in die Box wurde der beschädigte Zweig abgeschnitten (ebenso wurde ein Zweig des Kontrollastes abgeschnitten). Dies schloss direkte Fraßspuren als Signale aus, so dass die Vögel lediglich durch die Produktion der flüchtigen Substanzen durch unbeschädigte Zweige bzw. Änderungen der Lichtreflexion angelockt werden konnten.

Nachdem eine Meise in der Testbox freigelassen worden war, warteten die Forscher, bis sich das Tier an die neue Umgebung gewöhnt und beruhigt hatte. Hierfür nahmen sie nicht eine bestimmte Zeitspanne an, da es auch bei Vögeln Persönlichkeitsunterschiede gibt und manche Tiere „mutiger“ sind als andere, sondern warteten auf ein ritualisiertes Sträuben des Gefieders. 93 von 100 Versuchsvögeln zeigten dieses Signal innerhalb der ersten paar Minuten und begannen anschließend, ihre Umgebung zu erkunden. Eine Viertelstunde lang wurde dann beobachtet, wie häufig die Tiere Test- und Kontrollast anflogen und wie lange sie sich dort jeweils aufhielten. Insgesamt wurden 62 Kohl- und 31 Blau-meisen auf diese Weise getestet.

Nach der Eingewöhnungsphase besuchten beide Arten als erstes den Testast signifikant häufiger als den Kontrollast, was nicht vom Geschlecht oder Alter der Tiere beeinflusst wurde. Sie suchten dann im Mittel eine Minute lang zwischen den Nadeln nach Nahrung, bevor sie zum Kontrollast flogen. Dies interpretierten die Autoren so, dass der fraßgeschädigte, also Nahrung versprechende Testast zunächst von den Meisen bevorzugt wurde, sie dann jedoch recht schnell das Interesse verloren, da die Wespenlarven ja vor dem Experiment entfernt worden waren. Doch nutzten die Meisen für die Identifikation des fraßgeschädigten Asts nun optische oder Geruchssignale?

Eine Analyse der flüchtigen Substanzen mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie zeigte, dass Waldkiefernäste 29 verschiedene Substanzen produzierten, von denen 21 in signifikant größeren Mengen von beschädigten Zweigen abgegeben wurden. Eine spektrophotometrische Analyse der Lichtreflexion er-

gab, dass die Nadeln unbeschädigter Zweige zwar etwas mehr Licht reflektierten, doch war dieser Unterschied so gering, dass er von den Vögeln vermutlich nicht wahrgenommen werden konnte. Daraus folgerten die Autoren, dass die Meisen sich vermutlich an den Geruchssignalen orientierten. Allerdings muss gesagt sein, dass hier andere Äste als die in den Verhaltensexperimenten verwendeten analysiert wurden und ganze Bäume möglicherweise andere Kombinationen von Duftstoffen abgeben könnten als abgeschnittene Äste.

Ohnehin bleiben mir gewisse Zweifel an der Interpretation der Ergebnisse, auch wenn diese Studie sehr aufwändig war und sorgfältig durchgeführt wurde. Die anfängliche Präferenz für den Testast bestand nämlich nur dann, wenn die Tiere während der Eingewöhnungsphase auch auf diesem saßen. Zudem unterschieden sich die insgesamt auf dem Ast verbrachte Zeit sowie die Gesamtanzahl von Besuchen nicht zwischen Kontroll- und Testast. Weitere Untersuchungen sind auf jeden Fall vonnöten.

- Amo L, Jansen JJ, van Dam NM, Dicke M & Visser ME 2013: Birds exploit herbivore-induced plant volatiles to locate herbivorous prey. *Ecol. Lett.* 16:1348-1355.
- Dicke M 2009: Behavioural and community ecology of plants that cry for help. *Plant Cell Environ.* 32:654-665.
- Mäntylä E, Kleier S, Kipper S & Hilker M 2016: The attraction of insectivorous tit species to herbivore-damaged Scots pines. *J. Ornithol.* doi:10.1007/s10336-016-1412-9
- Steiger SS, Fidler AE, Valcu M & Kempenaers B 2008: Avian olfactory receptor gene repertoires: evidence for a well-developed sense of smell in birds? *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 275:2309-2317.

Verena Dietrich-Bischoff

Vogelwarte Aktuell

Nachrichten aus der Ornithologie

Unsere Künstlerin 2017: Audrey Hagemann

Das Titelbild des aktuellen Jahrgangs unserer Vogelwarte wurde von Audrey Hagemann, Jahrgang 1968, gestaltet. Mit ihrem Bild „Schleiereulenfamilie“ war sie erstmals 2011 auf der 5. MoVo in Halberstadt vertreten und machte sich damit als „Vogelmalerin“ in Ornithologenkreisen bekannt. Sie ist ausgebildete Diplom-Grafikerin (Studium der Visuellen Kommunikation), lebt und arbeitet heute im westfälischen Venne bei Osnabrück, wo sie freischaffend tätig ist.

Die eindrucksvollen Darstellungen von Vögeln sind aber nur ein Teil ihres Schaffens. Ihre Themengebiete sind sehr vielfältig. Auf der Homepage der Künstlerin (www.tierbildgalerie.de) kann man



Audrey Hagemann vor dem Titelbild der Vogelwarte 2017. Foto: privat

sich davon überzeugen, dass sie ein breites Spektrum an außergewöhnlichen Tierdarstellungen vorweisen kann. Dabei kann nur bestätigt werden, was zu ihren Werken geschrieben steht: „Mit raffinierten Farbspielen, starken Kontrasten und gekonnter Abstraktion verleiht sie ihren Bildern lebendige Impulse und expressive Dynamik.“ Freuen wir uns also auf weitere interessante Vogelbilder von ihr, sehr wahrscheinlich bereits auf der nächsten MoVo-Ausstellung, die vom 25.06. bis 08.10.2017 in Halberstadt stattfinden wird.

Bernd Nicolai



Wiedehopf (70 cm × 50 cm, Acrylmischtechnik, 2013).



Papageitaucher (70 cm × 50 cm, Aquarellmischtechnik, 2008).

Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft

■ Neues aus der Forschungskommission

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

Einfluss von Drohnenüberflügen, Wissenschaftlern und Touristen auf Pinguine

Marie-Charlott Rümmler, Friedrich Schiller Universität Jena, Institut für Ökologie, AG Polar-und Ornitho-Ökologie, marie-charlott.ruemmler@uni-jena.de

Die zunehmende Entwicklung von Drohnentechnik (auch Unmanned Aerial Vehicles UAVs) bietet mehr und mehr bezahlbare Möglichkeiten, solche Geräte für die Wissenschaft zu nutzen. Außerdem setzen auch Privatpersonen und Filmproduktionsteams auf diese neue Technik. Von dieser Entwicklung sind auch antarktische Gebiete nicht ausgeschlossen. Im wissenschaftlichen Sinne ist hier neben anderen Fragestellungen wie der Vermessung von Gletscherzonen, Seeisstudien oder der Kartierung von Vegetation die Entwicklung einer Methode zum Monitoring von großen und/oder schwer erreichbaren Pinguinkolonien vielversprechend. So können nicht nur neue Kolonien kartiert werden, sondern auch bereits existierende Monitoringprojekte störungsärmer und zeiteffizienter gestaltet werden. Das hier geförderte Projekt soll zum einen dazu beitragen, eine solche Methode zu entwickeln, zum anderen aber auch bei der Erstellung von Richtlinien zur Kontrolle von Drohnenaktivitäten in antarktischen Regionen, die besonderen Schutz bedürfen, helfen. Solche „Guidelines“ existieren bereits für den normalen Luftverkehr in der Antarktis, der jedoch aufgrund von Größe, Lärmemission und anderen Parametern nicht mit Drohnen verglichen werden kann, aber auch für das Verhalten von Touristen und Wissenschaftlern in der Nähe von antarktischen Arten (siehe z. B. <http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/how-to-behave-visitor-guidelines-for-antarctic>). Solche Regelungen wären zum Schutz der Tiere auch für Drohnen wünschenswert, jedoch fehlt derzeit bis auf wenige Arbeiten die wissenschaftliche Datengrundlage für die fundierte Aufstellung.

Mithilfe von Verhaltensbeobachtungen und der Aufzeichnung von physiologischen Daten sollen verschiedene Störungsszenarien an Eselspinguinen *Pygoscelis papua* und Adéliepinguinen *P. adeliae* verglichen werden. Die Messung der physiologischen Parameter erfolgt dabei durch das Ausbringen von künstlichen Sensoren, die mit einem Mikrofon ausgestattet sind und die Herzschlagrate der brütenden Tiere aufzeichnen (vgl. Nimon et al. 1996; Giese et al. 1999). Verglichen werden



Drohne (Oktokopter) über einer Pinguinkolonie.

Foto: H.-U. Peter



Marie-Charlott Rümmler setzt ein künstliches Ei mit Herzschallmikrofon in ein Nest des Eselspinguins ein.

Foto: H.-U. Peter

die Reaktion auf Touristen, die meist nur geringe Zeit in der Nähe der Tiere verbringen, kartierende Wissenschaftler, die längere Zeit in direkter Nähe der Tiere verbringen und damit möglicherweise eine große Störung darstellen, sowie der Einfluss von zwei verschiedenen Drohnenmodellen. Hier werden ein propellerbetriebener Oktokopter sowie ein Starrflügler zum Einsatz kommen. Die beiden Drohnenmodelle weisen grundsätzlich unterschiedliche Eigenschaften auf: Während der Oktokopter sich relativ langsam bewegen lässt und vor allem bei böigem Wind viel Lärm erzeugt, bewegt sich ein Starrflügler leise, jedoch mit hoher Geschwindigkeit. In verschiedenen Flughöhen und Richtungen sollen die von beiden Modellen hervorgerufenen Reaktionen untersucht werden.

Durch die Auswertung der so gewonnenen Daten soll ermittelt werden, in welcher Flughöhe (abhängig vom Drohnenmodell), von einer Störung der Tiere ausgegangen werden muss, aber auch, welche Flughöhen vergleichbar sind mit den Störungen, denen die Tiere bei zur Zeit üblichen Kartierungsmethoden bereits ausgesetzt sind.

Literatur:

- Giese M, Handsworth R & Stephenson R 1999: Measuring resting heart rates in penguins using an artificial egg. *Journal of Field Ornithology* 70: 49-54.
- Nimon AJ, Schroter RC & Oxenham RKC 1996: Artificial eggs: Measuring heart rate and effects of disturbance in nesting penguins. *Physiology & Behavior* 60: 1019-1022.

Untersuchungen zur Konstanz der Vokalisationstypen des Fichtenkreuzschnabels *Loxia curvirostra* am Beispiel der Vögel in Großbritannien

Ralph Martin, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, ralph.martin@wildlife.uni-freiburg.de

Im Jahr 1988 beschrieb Groth (1988) in Nordamerika zwei Populationen (später sechs weitere Groth 1993a) des Fichtenkreuzschnabels *Loxia curvirostra*, die sich jeweils durch einen spezifischen Flug- und Erregungsruf unterscheiden. Er bezeichnete diese Populationen als „Vokalisationstypen“ und benannte sie „Typ 1“ bis „Typ 8“. Aus seinen Ergebnissen schloss er, dass diese Vokalisationstypen charakteristisch für differenzierte Populationen mit reproduktiven Barrieren sind. Verschiedene Autoren fanden in Europa mindestens sieben Vokalisationstypen (Constantine et al. 2006; Summers et al. 2002; Clouet & Joachim 1996).

Die Flugrufe des Fichtenkreuzschnabels werden von den Eltern erlernt (Sewall 2010) und später nur in Ausnahmefällen verändert. Sewall (2009) versuchte ohne Erfolg adulten Kreuzschnäbeln in Gefangenschaft Rufe anderer Vokalisationstypen beizubringen. Auch Keenan et al. (2008) fanden in einer dreijährigen Studie in den USA, dass sich die Rufe der Fichtenkreuzschnäbel nicht veränderten. Nur einer von 91 Fichtenkreuzschnäbeln, die über mehrere Jahre verfolgt werden konnten, veränderte seinen Ruf so stark, dass er als ein anderer Vokalisationstyp bestimmt worden wäre. Individuen verpaaren sich nur innerhalb der jeweils charakteristischen Vokalisationstypen. Nur in einem von 51 von Summers et al. (2007) untersuchten Paaren von Fichtenkreuzschnäbeln in Großbritannien riefen die Partner unterschiedlich. Durch die gezielte Verpaarung und der Beibehaltung der gelernten Rufe, bieten diese eine Möglichkeit, einzelne Populationen des Fichtenkreuzschnabels zu identifizieren.

Fünf der in Nordamerika vorkommenden Vokalisationstypen konnten trotz der nomadischen Lebensweise einem geografischen „Kernbrutgebiet“ zugeordnet werden (Young et al. 2011 bzgl. Typ 1; Irwin 2010 bzgl. Typ 10; Benkman et al. 2009 bzgl. Typ 9; Benkman 2007 bzgl. Typ 6; Groth 1993 bzgl. Typ 8). In Europa gibt es bisher keine veröffentlichten Studien zur geografischen Verbreitung der Vokalisationstypen.

In eigenen Untersuchungen wurde ein Vokalisationstyp gefunden, dessen Vorkommen nahezu auf Großbritannien und Irland beschränkt ist. Bei der Auswertung der Aufnahmen fiel auf, dass sich die 2014 bis 2016 aufgenommenen Rufe von den in Robb (2000) veröffentlichten, knapp 20 Jahre früher aufgenommenen, unterscheiden. Für dieses Phänomen haben wir drei Hypothesen:

- es gibt verschiedene auf Großbritannien beschränkte Vokalisationstypen
- die britische Population variiert in ihren Rufen geografisch sehr stark
- die Rufe der britischen Population haben sich innerhalb weniger Jahre stark verändert

Um diese Hypothesen zu testen, wurden im Herbst 2016 in Großbritannien und Irland großflächig Rufe von Fichtenkreuzschnäbeln aufgenommen. Diese sollen mit zwei ebenfalls großflächig erhobenen, analog vorliegenden Datensätzen von 1995 bis 2002 (Summers et al. 2002) sowie von 2008 (Summers & Buckland 2011) verglichen werden. Die beiden Datensätze werden für dieses Projekt vom British Sounds Library Archive digitalisiert.

Fichtenkreuzschnabel, 19.10.2013,
Helgoland. Foto: R. Martin



Ziel dieser Untersuchung ist es, den Kenntnisstand über die akustische Populationsstruktur und Populationsdifferenzierung innerhalb des Fichtenkreuzschnabels zu vergrößern. Die britische Population ist dabei durch ihr geografisch beschränktes Vorkommen in Verbindung mit einer Vielzahl an Tonaufnahmen über einen langen Zeitraum sehr gut geeignet.

Literatur:

- Benkman CW 2007: Red Crossbill Types in Colorado: Their Ecology, Evolution, and Distribution. *Colorado Birds* 41: 153–163.
- Benkman CW, Smith JW, Keenan PC, Parchman TL & Santisteban L 2009: A new species of the Red Crossbill (Fringillidae: *Loxia*) from Idaho. *Condor* 111: 169–76.
- Constantin M and The Sound Approach 2006. "The Sound Approach to Birding." The Sound Approach.
- Groth JG 1993: Call matching and positive assortative mating in Red Crossbills. *Auk* 110: 398–401.
- Irwin K 2010: A new and cryptic call type of the Red Crossbill. *Western Birds* 41: 10–25.
- Keenan PC & Benkman CW 2008: Call imitation and call modification in Red Crossbills. *Condor* 110: 93–101. Robb MS 2000: Introduction to vocalizations of crossbills in North-Western Europe. *Dutch Birding* 22: 61–107.
- Sewall KB 2009: Limited adult vocal learning maintains call dialects but permits pair-distinctive calls in Red Crossbills. *Animal Behaviour* 77: 1303–1311.
- Sewall KB 2010: Early learning of discrete call variants in Red Crossbills: Implications for reliable signaling. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65: 157–66.
- Summers RW & Buckland ST 2011: A first survey of the global population size and distribution of the Scottish Crossbill *Loxia scotica*. *Bird Conservation International* 21: 186–98.
- Summers RW, Dawson RJG & Phillips, RE 2007: Assortative mating and patterns of inheritance indicate that the three Crossbill taxa in Scotland are species. *Journal of Avian Biology* 38: 153–62.
- Summers RW, Jardine DC, Marquiss M & Rae R 2002: The distribution and habitats of Crossbills *Loxia* spp. in Britain, with special reference to the Scottish Crossbill *Loxia scotica*. *Ibis* 144: 393–410.
- Young MA, Blankenship K, Westphal M & Holzman S 2011: Status and distribution of type 1 Red Crossbill (*Loxia curvirostra*): An appalachian call type? *North American Birds* 65: 554–61.

Wie reagieren Waldspezialisten in tropischen Regenwäldern auf Habitatfragmentierung und Zerstörung? Eine Untersuchung zum Brutverhalten, Bruterfolg und zur Stressphysiologie eines tropischen Waldvogels

Beate Apfelbeck, Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie, Technische Universität München, Bea.apfelbeck@gmx.de

Menschliche Aktivität hat das Bild unserer Erde nachhaltig verändert. Viele Pflanzen und Tiere verkraften Veränderungen und Störungen in ihrem Lebensraum nur schlecht und gelten als bedroht.

Studien zur Populationsgenetik und räumlichen Verbreitung einer Art können Aufschluss über deren Rückgang geben. Warum viele Arten den neuen Anforderungen in ihrem Lebensraum nicht standhalten können, bleibt jedoch oft unklar. Antworten könnten Veränderungen in der Physiologie und im Verhalten von Individuen geben (Wikelski & Cooke 2006). Zum Beispiel haben Studien in Nordamerika und Europa gezeigt, dass Habitatfragmentierung den energetischen Aufwand von Brutpflege erhöhen und gleichzeitig den Bruterfolg von Vögeln verringern kann (Hinam & Clair 2008; Hinsley et al. 2008).

Besonders wichtig im Zusammenhang mit Umweltstress ist die sogenannte Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse. In Reaktion auf negative Umwelteinflüsse produzieren die Nebennieren von Vögeln Kortikosteron (Wingfield et al. 1998). Dieses „Stresshormon“ kann dann Verhaltensveränderungen herbeiführen, die das Überleben in lebensbedrohlichen Situationen (z. B. Raubtiere, Sturm) sichern (Wingfield et al. 1998). Kortikosteron ist aber auch wichtig, um den Energiebedarf im „Alltag“ zu regulieren (Landys et al. 2006). Zum Beispiel haben Vögel während der Brutzeit, einer energetisch herausfordernden Phase, erhöhte Kortikosterontiter. Wenn man den Kontext eines Individuums kennt, können Kortikosterontiter daher Aufschluss über die Reaktion von Individuen und letztlich Populationen auf Umweltstress liefern (Arlettaz et al. 2015).

Wegen der hohen Anzahl endemischer Arten bei gleichzeitiger rasanter Zerstörung von Lebensräumen sind Studien zu den Folgen von Habitatfragmentierung und Störung auf die Tierwelt besonders in tropischen Gebieten wichtig.

Daher möchte ich untersuchen, wie sich Habitatfragmentierung und Störung auf den Keniabülbül *Phyllastrephus placidus*, einer Vogelart der tropischen Bergnebelwälder der Taita Hills in Kenia (03° 20' S, 38° 15' E), auswirkt. Die Taita Hills sind die nördlichsten Ausläufer der ostafrikanischen „Eastern Arc Mountains“ als „Biodiversitäts-Hotspot“ anerkannt und die Heimat vieler endemischer Vogelarten. Starke menschliche Nutzung der Taita Hills haben die Nebelwälder jedoch auf zwölf Fragmente zurückgedrängt (Pellikka et al. 2009). Diese Fragmente unterscheiden sich in Größe und Ausmaß ihrer Beeinträchtigung (Lens et al. 1999; Pellikka et al. 2009). Keniabülbüls sind Waldspezialisten und es gibt erste Anzeichen, dass sie durch die Fragmentierung und Nutzung des Bergwaldes beeinträchtigt sind (Lens et al. 1999; Lens et al. 2002). Gleichzeitig deutet manches darauf hin, dass Keniabülbüls in kleinen und gestörten Habitaten vermehrt sogenanntes kooperatives Brutpflegeverhalten zeigen (Husemann et al. 2015).

Ich gehe davon aus, dass Keniabülbüls in kleinen und gestörten Fragmenten einen höheren Brutaufwand und daher höhere Kortikosterontiter haben als in großflächigen und weniger gestörten Fragmenten. Zudem erwarte ich, dass Keniabülbüls in kleinen, gestörten Waldfragmenten „gestresster“ sind, also höhere Kortikosterontiter und verändertes Brutpflegeverhalten nach Fangstress zeigen, als solche, die in ungestörten großen Waldflächen brüten. Falls kooperatives Brutpflegever-



Standortheimischer Nebelwald in Susu, Taita Hills. Heimischer Nebelwald existiert nur noch in isolierten Fragmenten umgeben von kleinbäuerlicher Landwirtschaft.

Foto: B. Apfelbeck



Keniabühlbühl mit zwei 7 Tage alten Jungvögeln. Keniabühlbühls legen im Schnitt zwei Eier in Nester in Vegetation 1-2 m über dem Boden. Foto: P. Kafusi

halten tatsächlich ein Weg ist, um schlechte Habitatbedingungen auszugleichen, dann sollten kooperativ brütende Brutpaare in kleinen und gestörten Waldstücken ähnliche Werte wie Brutpaare in großen, ungestörten Waldstücken aufweisen.

Literatur

- Arlettaz R, Nussle S, Baltic M, Vogel P, Palme R, Jenni-Ermann S, Patthey P & Genoud M 2015: Disturbance of wildlife by outdoor winter recreation: allostatic stress response and altered activity-energy budgets. *Ecol. Appl.* 25: 1197-1212.
- Hinam HL & Clair CCS 2008: High levels of habitat loss and fragmentation limit reproductive success by reducing home range size and provisioning rates of Northern saw-whet owls. *Biol. Conserv.* 141: 524-535.
- Hinsley SA, Hill RA, Bellamy PE, Harrison NM, Speakman JR, Wilson AK & Ferns PN 2008: Effects of structural and functional habitat gaps on breeding woodland birds: working harder for less. *Landscape Ecol.* 23: 615-626.
- Husemann M, Cousseau L, Callens T, Matthysen E, Vangestel C, Hallmann C & Lens L 2015: Post-fragmentation population structure in a cooperative breeding Afrotropical cloud forest bird: emergence of a source-sink population network. *Mol. Ecol.* 24: 1172-1187.
- Landys MM, Ramenofsky M & Wingfield JC 2006: Actions of glucocorticoids at a seasonal baseline as compared to stress-related levels in the regulation of periodic life processes. *Gen. Comp. Endocrinol.* 148: 132-149.
- Lens L, van Dongen S, Norris K, Githiru K & Matthysen E 2002: Avian persistence in fragmented rainforest. *Science* 298: 1236-1238.
- Lens L, van Dongen S, Wilder CM, Brooks TM & Matthysen E 1999: Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afrotropical forest. *Proc. R. Soc.* 266: 1241-1246.
- Pellikka PKE, Lotjonen M, Sijander M & Lens L 2009: Airborne remote sensing of spatiotemporal change (1955-2004) in indigenous and exotic forest cover in the Taita Hills, Kenya. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 11: 221-232.
- Wikelski M & Cooke SJ 2006: Conservation physiology. *Trends Ecol. Evol.* 21: 38-46.
- Wingfield JC, Maney DL, Breuner CW, Jacobs JD, Lynn S, Ramenofsky M & Richardson RD 1998: Ecological bases of hormone behavior interactions: the emergency life history stage. *Am. Zool.* 38: 191-206.

Identifizierung von Zugwegen süddeutscher Mönchsgrasmücken mittels Geolokatoren

Volker Salewski, Dieter Hiemer, Regensburg, Ansbach, volker_salewski@web.de

Mönchsgrasmücken *Sylvia atricapilla* aus Süddeutschland waren eine Modellart für verschiedene Untersuchungen zur Evolution des Vogelzugs. Neben der relativ unkomplizierten Haltung im Labor sind sie dazu durch ihre weite Verbreitung und der damit verbundenen Vielfalt der Zugstrategien der einzelnen Populationen sowie durch eine relativ rezent erfolgte Änderung von Zugwegen und Überwinterungsgebieten prädestiniert.

Mönchsgrasmücken, die in Mitteleuropa brüten, zogen ursprünglich in südwestliche Richtungen, um im Mittelmeergebiet zu überwintern. Monitoringprogramme auf den Britischen Inseln belegten jedoch eine Zunahme überwinternder Mönchsgrasmücken in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und Ringfunde legten nahe, dass diese Vögel aus Mitteleuropa stammen. Es wurde angenommen, dass sich die neue Zugroute durch adaptive mikroevolutionäre Prozesse he-

rausgebildet hat und durch Selektion nach folgendem Szenario begünstigt wird: Die neue Zugroute ist bis zu 30 % kürzer verglichen mit der alten Route, was zu einer früheren Ankunft im Brutgebiet im Frühjahr und damit verbunden zu einer früheren Besetzung geeigneter Brutplätze durch Vögel, die aus Nordwest ankommen, führt. Daher wurde angenommen, dass von den Britischen Inseln angekommene Mönchsgrasmücken einen höheren Bruterfolg haben als solche, die der schon länger etablierten Zugroute folgen, was eine Erhöhung des Anteils der Nordwestzieher durch assortative Paarungen zur Folge hat. Die Vorteile des neuen Zugwegs konnten jedoch bis etwa zur zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht realisiert werden, was die bis dahin niedrige Zahl von Winternachweisen auf den Britischen Inseln belegt. Demzufolge müssen sich relativ rezent bestimmte Umweltbedingungen geändert haben, die den neuen

Zugweg profitabel machen. Als diese Umweltänderungen wurden mildere Winter im Zusammenhang mit dem Klimawandel und eine verstärkte Winterfütterung von Vögeln auf den Britischen Inseln diskutiert, welche die Überlebenschancen im vormals ungünstigeren Überwinterungsgebiet erhöhen. Die unterschiedliche Zugphänologie der Nordwest-Zieher könnte zur reproduktiven Isolation mit reduziertem Genfluss zwischen Individuen führen, die unterschiedliche Zugrouten nutzen. In diesem Zusammenhang wurde bereits eine genetische und morphologische Divergenz zwischen sympatrischen Vögeln aus Süddeutschland mit unterschiedlichen Zugwegen postuliert.

Das oben beschriebene Szenario ist in sich schlüssig, beruht jedoch auf einer Reihe von Annahmen, die bisher nicht verifiziert werden konnten. Dies lag daran, dass es bis vor kurzem nicht möglich war, individuelle Zugwege von Vögeln in Mönchsgrasmückengröße zu verfolgen. Seit einigen Jahren sind jedoch Geolokatoren erhältlich, die auf Vögeln, die wie Mönchsgrasmücken etwa 16 bis 18 g wiegen, zur Brutzeit, angebracht werden können.

Ziel unseres Projekts ist es, Mönchsgrasmücken mit Geolokatoren zu versehen. Dabei soll es sich aus-



Mönchsgrasmücke mit Geolokator.

Foto: V. Salewski.

schließlich um lokale Vögel handeln. Dadurch wollen wir individuelle Zugwege und Überwinterungsgebiete von Brutvögeln identifizieren, um die Hypothese zweier getrennter Zugwege mit unterschiedlicher Zugphänologie zu testen.

■ Neues aus den DO-G Fachgruppen

Tagungsband der Fachgruppe Spechte erschienen

Im Januar 2017 ist der Tagungsband zur 26. Jahrestagung der Fachgruppe Spechte vom 1. bis 3. April 2016 im saarländischen Kirkel als 104 Seiten starker Band 36 der Zeitschrift „Lanius“ des Ornithologischen Beobachtungsringes Saar erschienen. Er enthält neun Kurzfassungen und neun längere Beiträge, darunter ein Bericht über die dreitägige Veranstaltung mit dem Titel „Spechte im 4-Ländereck“. Denn es ging um Spechte in Deutschland, Frankreich, Luxemburg und der Schweiz. Die vier Exkursionen für die über 80 Teilnehmer führten in das Biosphärenreservat Bliesgau, das Naturschutzgebiet Kirkeler Bachtal, in den „Urwald vor den Toren der Stadt“ bei Saarbrücken und zum Étang de Lindre in Lothringen.

Über Bestandstrends bei den sieben saarländischen Spechtarten referierte Barbara Froehlich-Schmitt. Im Saarland können unter Vorbehalt (kein systematisches Monitoring) Grün- und Mittelspecht als Gewinner, Grau-, Kleinspecht und Wendehals als Verlierer eingestuft werden. Die Biodiversitätsstrategie im saarländischen Staatswald, das Biosphärenreservat Bliesgau und der neue Nationalpark Hunsrück-Hochwald wurden von Roland Wirtz, Walter Kemkes und Konrad Funk vorgestellt. Yves Muller, Präsident des französischen Vo-

gelschutzverbandes LPO Alsace, berichtete über Spechte in den Nordvogesen. Er dokumentierte in 11 Jahren 170 Schwarzspecht-Bruten, 224 Buntspecht- und 52 Mittelspecht-Bruten mit 16 Bruten des Sperlingskauzes als Nachmieter. Katharina Klein von der Luxemburger Organisation „natur&mwelt“ berichtete über systematisches Specht-Monitoring auf 23 Transsekten in Luxemburg. Martin Hormann von der Vogelschutzwarde Frankfurt a. M. stellte ein Artenhilfskonzept für den Grauspecht in Hessen vor. Jost Bühlmann referierte über 40 Jahre Bestandsaufnahmen des Mittelspechts im Niederholz bei Zürich. Laura Kamp berichtete von ihrer Masterarbeit bei der Universität Bern, in der sie die Phylogeographie des Mittelspechts rekonstruierte. Paul Mann befasste sich mit Alters- und Geschlechtsbestimmung europäischer Spechtarten, aufbauend auf dem Verständnis des Mausergeschehens. Hans-Heiner Bergmann erläuterte die Mauser des Flügelgefieders beim jugendlichen Buntspecht, während Rolf Hennes die Intensität der Stirnfärbung und die mögliche Beziehung zur Fitness bei Buntspechten thematisierte. Das Projekt Weißrückenspecht der Schweizerischen Vogelwarte Sempach präsentierte Michael Lanz. Diese Spechtart wird Schwerpunkt der 27. Tagung der Fach-

gruppe Spechte vom 31.3. bis 2.4.2017 in Hohenems / Vorarlberg sein. Über das Habitatspektrum des Wendehalses, auf der Grundlage von Daten des Meldeportals ornitho.de in Baden-Württemberg, referierte Tobias Lepp. Am Beispiel der holzbewohnenden Käfer stellte Georg Möller die wesentlichen Defizite heraus, die Wirtschaftswälder von Naturwäldern unterscheiden. Eberhard Mayer erfasste Höhlenbäume in Streuobstwiesen von Baden-Württemberg. Schließlich erzählten Klaus Ruge, Sprecher der Fachgruppe Spechte, und Carola Preuß, wie sie mit Spechten als Botschaftern bei Kindern für Ornithologie und Naturschutz trommeln.

Bezug des Tagungsbandes: OBS - Ornithologischer Beobachterring Saar, Auf drei Eichen 3, D-66679 Losheim am See, www.ornithologie-saar.de.

Barbara Froehlich-Schmitt



Tagung der DO-G Fachgruppe Spechte in Kirkel, 2.4.2016.

Foto: A. Naumann

Persönliches

■ Jubiläen 2017 – Geburtstage und Mitgliedschaften

Geburtstagsjubilare 2017

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

95. Geburtstag

Erwin Jachmann, Walldorf

90. Geburtstag

Dr. Karel Hudec, Brno (Tschechische Republik)

85. Geburtstag

Friedrich Cornelius, Biberach/Riß • Prof. Dr. Eberhard Curio, Bochum • Dr. Max Dornbusch, Steckby • Dr. Klaus Gerdes, Leer • Prof. Dr. Urs Glutz von Blotzheim, Schwyz (Schweiz) • Gerhard Grosskopf, Stade • Rolf Hemann, Diepholz • Lotte Mohr, Oberursel • Prof. Dr. Dieter Stefan Peters, Liederbach • Wolfgang Rohr, Mainz • Prof. Dr. Burkhard Stephan, Blankenfelde • Dr. Andreas Stollmann, Hurbanovo (Slowakische Republik) • Eberhard von Krosigk, München

80. Geburtstag

Prof. Dr. Rudolf Abraham, Elmshorn • Dr. Hans-Joachim Böhr, Wiesbaden • Prof. Dr. Antal Festetics, Göttingen • Dr. Folker Fröbel, Seestermühe • Gernot Groß, Wittlich • Lothar Kaczmarek, Hildesheim • Theodor Kammermöns, Hameln • Reinhold Klose, Kaufering • Peter Pagels, Lübeck • Rolf Schlenker, Möggingen • Wolfgang Stauber, Gingen/Fils • Dr. Manfred Temme, Norderney • Ernst Vilter, Miltenberg • Dr. Klaus Witt, Berlin

75. Geburtstag

Gunter Goetz, Berlin • Peter Gross, Mühlhausen • Dr. Johann Hegelbach, Zürich (Schweiz) • Prof. Dr. Hartmut Kayser, Riehen (Bs) (Schweiz) • Dr. Siegfried Klaus, Jena • Dr. Bernd Leisler, Möggingen • Prof. Dr. Hans-Joachim Leppelsack, Reichertshausen • Volker Probst, Bürgstadt • Dieter Raudszus, Bad Dürkheim • Dr. Anna-Luise von Lieres, Marburg

70. Geburtstag

Ulrich Eidam, Frankfurt/M. • Karl Heinz Fritze, Bremervörde • Dr. Norbert Höser, Windischleuba • Karl-Heinz Köhler, Suderburg • Volker Konrad, Holzminden • Johannes Riegel, Bergneustadt • Jürgen Schrubba, Wal-luf • Dr. Hans-Ulrich Schürer, Solingen • Kuno Seitz, Berlin • Dr. Renate van den Elzen, Wien (Österreich) • Prof. Dr. Dieter Wallschläger, Berlin • Dr. Guenther Warncke, Köln • Dr. Joachim Weiss, Hann. Münden

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

Mitgliedschaftsjubiläen 2017

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

120-jährige Mitgliedschaft

Ornithologische Gesellschaft in Bayern e.V., München

100-jährige Mitgliedschaft

Zoologischer Garten Köln

80-jährige Mitgliedschaft

Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Bonn

75-jährige Mitgliedschaft

Fondation Tour du Valat (ehem. Fondation Sansouire), Arles (Frankreich)

65-jährige Mitgliedschaft

Anton Gauckler, Schwabach/Nbg. • Dr. Manfred Kraus, Nürnberg • Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe • Library Naturalis (Naturalis Biodiversity Center), Leiden (Niederlande) • Eckhard Mestel, Altenholz • Museum Niederösterreich, St. Pölten (Österreich) • Dr. Heribert Schwarthoff, Jülich • Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig

60-jährige Mitgliedschaft

Amelie Koehler, Freiburg • Prof. Dr. Hans Oelke, Peine • Dr. Frank Spletzer, Achterwehr • Heinrich Springer, Anchorage, AK (USA) • Prof. Dr. Robert C. Stein, Kenmore, NY (USA) • Ernst Vilter, Miltenberg • Dr. Dietrich von Knorre, Jena • Karl Westermann, Rheinhausen

55-jährige Mitgliedschaft

Wolfgang Benthin, Marklohe-Lemke • Dr. Rainer Ertel, Remseck • Heinrich Hollenbach, Karlskron • Prof. Dr. Hartmut Kayser, Riehen (Bs) (Schweiz) • Ingrid Koenig, Ludwigsburg • Bernardus G. Nijeboer, Rijssen (Niederlande) • Wolfgang Rohr, Mainz • Frank Scharffetter, Bremen • Gottfried Schüler, Marburg/L. • Dr. Manfred Temme, Norderney • Dr. Henning Vierhaus, Bad Sassen-dorf • Prof. Dr. Hans Chr. Winkler, Wien (Österreich)

50-jährige Mitgliedschaft

Dr. Rainer Blanke, Königswinter • Dr. Walter Bock, Hollenbek-Rendswühren • Christel Dornbusch, Steckby • Christa Hudde, Essen-Stadtwald • Dr. Martin Neub, Denzlingen • Dr. Rainer Schmidt, Kiel • Joerg Steinborn, Hamburg • Kurt Syha, Neu-Anspach • Armin Vidal, Lappersdorf • Dieter Zingel, Wiesbaden • Mathilde Zingel, Wiesbaden

45-jährige Mitgliedschaft

Arbeitsgemeinschaft für Vogelkunde und Vogelschutz Südtirol, Lana (Italien) • Peter Barthel, Einbeck-Drüber

• Dr. Ruediger Burkhardt, Oppenheim • Dr. Hans Rudolf Güttinger, Kaiserslautern • Prof. Dr. Georg Krohne, Würzburg • Eduard Luce, Altenbeken • Andreas Malten, Dreieich-Buchschlag • Prof. Dr. Hermann Mattes, Münster • Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Hannover • Markus Ritter, Basel (Schweiz) • Rolf Schoppe, Brakel • Jürgen Schrubba, Walluf • Dr. Karl-L. Schuchmann, Bonn • Dr. Hans-Ulrich Schürer, Solingen • Walter A. Sontag, Wien (Österreich) • Dietrich Steinmeier, Rödinghausen • Prof. Dr. Erhard Thomas, Budenheim • Dr. Beat Wartmann, Oberengstringen (Schweiz) • Prof. Dr. Michael Wink, Heidelberg

40-jährige Mitgliedschaft

Walter Beissmann, Herbrechtingen • Prof. Dr. Jörg Böhrner, Berlin • Heinrich Buddenbohm, Düsseldorf • Jost Bühlmann, Zürich (Schweiz) • Bundesamt für Naturschutz, Bonn • Thomas Dolich, Neuhausen • Gabriele Eidam, Frankfurt/M. • Ulrich Eidam, Frankfurt/M. • Prof. Dr. Stephen T. Emlen, Ithaca, NY (USA) • Matthias Fanck, Zell • Dr. Dieter Franz, Rodach-Heldritt • Dr. Klaus Handke, Ganderkesee • Klaus Hund, Schwieberdingen • Bernd-Roland Hündorf, Friedrichstadt • Norbert Kempf, Hamburg • Helmut Kleinenbroich, Düsseldorf • Dr. Armin Landmann, Innsbruck (Österreich) • Prof. Dr. Norbert Lenz, Karlsruhe • Dr. Karl-Heinz Loske, Geseke • Dieter Prestel, Ruppichterorth • Juergen Resch, Überlingen-Bonndorf • Prof. Dr. Christian Saar, Hamburg • Dr. Peter Sackl, Großwilfersdorf (Österreich) • Ute E. Zimmer, Denklingen

Außerdem gratulieren wir sehr herzlich Herrn Prof. Dr. Urs Glutz von Blotzheim, Schwyz (Schweiz) für 45 Jahre **Ehrenmitgliedschaft** sowie Herrn Prof. Dr. Stephen T. Emlen, Ithaca, NY (USA) für 40 Jahre und Herrn Dr. George E. Watson, Washington, D.C. (USA) für 45 Jahre als **korrespondierende Mitglieder** der DO-G.

Vielen Dank allen Spenderinnen und Spendern im Jahr 2016!

Mit Ihrer Spende unterstützen Sie die Arbeit der DO-G einschließlich unserer Forschungsförderung und unserer Jahrestagung. Dafür danken wir an dieser Stelle herzlich.

Insbesondere danken wir Herrn Hans-Josef Christ (Minden), Herrn Eberhard Frenk, Herrn Prof. Dr. Franz Bairlein (Wilhelmshaven), Frau Doris Martikke sowie allen Spendern und Spenderinnen zum Gedenken an die verstorbene Frau Hanni Freund-Garling.

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

Karl Falk, DO-G Geschäftsstelle

Ankündigungen und Aufrufe

HanseBird 2017 in Hamburg

Vom 17.-18. Juni lädt der NABU Hamburg wieder Vogelfreunde, Naturbeobachter und Fotografen zum Vogelfestival „HanseBird“ ein. Vor der historischen Kulisse der Wasserkunst Elbinsel Kaltehofe dreht sich an diesem Wochenende alles um die Welt der Vögel, deren Beobachtung und Schutz. Im Messebereich können Ferngläser, Spektive, Kameras und Zubehör unter realistischen Bedingungen mit Blick auf die umgebende Natur ausprobiert werden, zudem stellen sich Naturschutzvereine, Reiseanbieter, Ausflugszentren, Fachverlage und Künstler vor.

Zu den Referenten im Rahmenprogramm zählen Thorsten Krüger, Martin Kühn, Klemens Steiof, Jörg Kretzschmar, Stephan Martens und weitere. Dazu laden Führungen, Workshops zu Naturfotografie und Digiskopie, Gewinnspiele und weitere Angebote für große und kleine Vogelfreunde zum Mitmachen ein. Alle Aussteller, alle Vorträge, alle Highlights gibt es unter: www.hansebird.de.



Station Randecker Maar - Vogelzug/Insektenwanderungen

Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen für Herbst 2017 gesucht

Auch für 2017 werden wieder ornithologisch und entomologisch interessierte Personen für die Planbeobachtungen des sichtbaren Tagzugs von Vögeln und Insekten an dieser Station am nördlichen Steilabfall der Schwäbischen Alb (bei Kirchheim/Teck) für die Zeit vom 16. September bis 6. November gesucht.

Für die Stationsleitung und die Stellvertretung sind bezuschusste Stellen zu vergeben. Voraussetzung sind sehr gute feldornithologische Kenntnisse, organisatorische Fähigkeiten und selbständiges Arbeiten.

Weitere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch für kürzere Zeiträume sind willkommen (freie, einfachste Unterkunft in der Station). Finanzielle Zuschüsse sind nach Absprache bei der Anmeldung möglich.

Bewerbungen unter Angabe des gewünschten Zeitraums und der persönlichen Kenntnisse sowie des Alters möglichst rasch an:

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

Weitere Informationen unter www.randecker-maar.de

Tag der offenen Tür in Zusammenarbeit mit Carl Zeiss Sports Optics ist am Sonntag 24. September 2017 ab 9 Uhr. Weitere Informationen unter www.randecker-maar.de

Nachrichten

40 Jahre Arbeitsgemeinschaft Eulen

Die 32. Jahrestagung der „Deutschen Arbeitsgemeinschaft zum Schutz der Eulen e.V.“ (AG Eulen) fand vom 28. bis 30. Oktober 2016 in Kloster Schöntal, im Hohenlohekreis (Nordwürttemberg) statt. Die Organisation im Bildungshaus Kloster Schöntal übernahm Karl-Heinz Graef. Diese Tagung war etwas ganz besonderes, denn immerhin feierte die AG Eulen 2016 ihr 40-jähriges Bestehen. Diesen Anlass wollten rund 152 Teilnehmer aus ganz Deutschland und auch einige aus Österreich, der Schweiz und Frankreich miterleben und mitfeiern. Das interessante Tagungsprogramm bestand aus zwölf Vorträgen. Es gab fünf Beiträge über den Uhu, zwei über den Waldkauz, jeweils einen über Schleiereule und Sperlingskauz. Weitere Vorträge befassten sich mit aktuellen Fragen und Befunden aus der Eulenforschung sowie mit Usutu-Viren bei Eulen. Einen weiteren Höhepunkt bildete der Vortrag des langjährigen Vorsitzenden Dr. Klaus-Michael Exo zur Gründung und Geschichte der AG Eulen. Die Tagung begann bereits am Freitagabend mit dem beliebten Eulenstammtisch. In lockerer Atmosphäre tauschten die Experten ihre Erfahrungen aus.

Am Samstag um 8:30 Uhr eröffnete der Vorsitzende Dr. Jochen Wiesner den Vortragstag und begrüßte die zahlreichen Teilnehmer. Anschließend berichtete Dr. Klaus-Michael Exo über die Gründung der AG Eulen im Jahr 1976, die aus dem Zusammenschluss einer AG Steinkauz und einer AG Schleiereule entstand. Erst 1981 folgte die 1. Jahrestagung in Gießen. Weitere Informationen zur Geschichte der AG Eulen können auf der Website unter www.ageulen.de nachgelesen werden.



Dr. Wolfgang Scherzinger (rechts) bekommt die Ehrenmedaille der AG Eulen vom Vorsitzenden Dr. Jochen Wiesner überreicht.

Foto: K.-H. Graef

Ein weiterer Höhepunkt war die Verleihung der Ehrenmedaille an Dr. Wolfgang Scherzinger und damit seine Aufnahme in die Ehrentafel der AG Eulen. Er war viele Jahre Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft und wurde für seine hohen Verdienste um die Erforschung der Eulen weltweit geehrt. Zusammenfassungen zu allen anderen Vorträgen sind im Tagungsführer abgedruckt.

Zum Abschluss der Tagung, fanden am Sonntagvormittag bei bestem Wetter drei Exkursionen in die nähere Umgebung statt. Die nächste Jahrestagung der AG Eulen wird 2017 in Breklum in Schleswig-Holstein stattfinden.

Karl-Heinz Graef



Die Teilnehmer der 32. Jahrestagung in Kloster Schöntal.

Foto: K.-H. Graef

Projekt der Deutschen Wildtier Stiftung: Folgenutzung von Schwarzspecht-Höhlenbäumen

Der Schwarzspecht gilt als der „Zimmermann“ im Ökosystem Wald. Seine Großhöhlen nutzen über 50 weitere Tier- und Insektenarten als „Nachmieter“. Neben vielen Vögeln wie Hohltaube, Dohle und Raufußkauz sind Arten wie Baumratter, Haselmaus und Siebenschläfer, Bienen oder Holzkäfer in den Höhlen anzutreffen. Damit ist der Schwarzspecht eine Schlüsselart für das Ökosystem Wald und trägt entscheidend zur

Artenvielfalt in den Wäldern bei. Artenschutz für den Schwarzspecht reicht daher über die Ziele des Schutzes für eine Art hinaus.

Hintergrundinformationen und den Abschlussbericht des ELER-geförderten Projektes finden Sie unter www.deutschewildtierstiftung.de/naturschutz/schwarzspecht-zimmermann-der-artenvielfalt

■ Veröffentlichungen von Mitgliedern

Bergmann H-H, Engländer W, Baumann S & Helb H-W:
Die Stimmen der Vögel Europas auf DVD, Version 2.1.

Aula, Wiebelsheim, 2017. Erweiterte Neubearbeitung mit 500 Artenporträts, 1713 Rufen und Gesängen und 1962 Sonagrammen. ISBN 978-3-89104-808-5. € 39,95.

Beichle U & Baumann S:
The Birds of Samoa.

Wardenburg, 2016. 240 S. ISBN 978-3-00-054003-5. € 32,50. Bezug: Natural History Bookshop: www.nhbs.com

Helb M:

Insekten überlebensgroß. Die häufigsten 100 Arten in Haus und Garten, in Originalgröße und in Großaufnahme.

Kosmos, Stuttgart, 2016. 228 Farbfotos und 95 SW-Zeichnungen auf 112 Seiten. ISBN 978-3-440-15150-1. € 9,99.

Korrigenda

In Heft 54(4), dem Tagungsheft zur DO-G Jahresversammlung 2016 in Stralsund, haben wir auf Seite 358 irrtümlich nicht die überarbeitete und damit neueste Kurzfassung des unten genannten Vortrages abgedruckt. Wir bitten, diesen Fehler zu entschuldigen und holen den Abdruck hier nach.

Redaktion Vogelwarte

Meyburg B-U, Meyburg C & Matthes J (Berlin, Paris/Frankreich, Rostock):

Wieviel Fläche benötigen Schreiadler *Aquila pomarina* zum erfolgreichen Brüten - Neue Ergebnisse der GPS-Telemetrie

✉ Bernd-Ulrich Meyburg, Postfach 33 04 51, D14199 Berlin, E-Mail: Bernd.Meyburg@Yahoo.com

Der Schreiadler ist die gefährdetste deutsche Adlerart und so stark wie wohl keine andere in Deutschland vom Aussterben bedrohte Vogelart in die Mühlen der Energiewende geraten. Angesichts der Seltenheit und Gefährdung sowie der Habitatansprüche ist der Schreiadler die einzige Greifvogelart, für welche die Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) einen empfohlenen Mindestabstand von 6 km bei Windparkplanungen, nicht zuletzt aufgrund vorangegangener Telemetriestudien der Verfasser, in der Fortschreibung des „Helgoländer Papiers“ fordert (LAG VSW 2014). Abstandsregelungen tragen dem Vorsorgeprinzip Rechnung. Die Abstandsempfehlungen der LAG VSW dienen als Abwägungsgrundlage in der Regional- und Bauleitplanung sowie in immissionsschutzrechtlichen Verfahren der sachgerechten Entscheidungsfindung. Sie sind als Mindestanforderung zu verstehen. Die Abwägung im Einzelfall bleibt bei jedem Vorhaben erforderlich.

Seit 2003 wurden in dieser laufenden Studie Argos-GPS- und seit 2012 GSM-GPS-Sender bei 25 Altdalern eingesetzt. Bisher wurden nur Einzelergebnisse publiziert (Meyburg et al. 2006; Langgemach & Meyburg 2011). Die wichtigsten Fragen lauten: Wie groß sind die brutzeitlichen Aufenthaltsräume? Wie weit entfernen sich die Tiere vom Horst? Welche Abstände sollten beim Bau von Windparks eingehalten werden?

Diese Untersuchung dient u. a. der Verifizierung bereits bestehender Abstandsempfehlungen. Es werden die Aktionsraumgrößen der Altvögel mittels der Kernel- und MCP-Methode berechnet und auch überprüft, ob telemetrierte Adler Windparks aufsuchen und wie sie sich dort verhalten. Es zeigte sich, dass die Streifgebiete von Paar zu Paar sehr unterschiedlich groß sind (ca. 3,5 bis 128 km², Kernel 90 %-Methode), bei den einzelnen Paaren aber auch von Jahr zu Jahr und innerhalb der Brutperiode stark schwanken. Das erinnert an den Rotmilan *Milvus milvus* mit ähnlichen Bruthabitatansprüchen, von dem ebenfalls umfangreiche, auf GPS-Ortungen basierende Analysen vorliegen (Pfeiffer & Meyburg 2015). Schreiadler-Weibchen haben deutlich größere Aktionsräume als die Männchen.

Die Kernel 95 % home ranges z. B. eines Männchens in Brandenburg (ID 74996) hatten in sieben Jahren eine Ausdehnung zwischen 20 und 85 km². Seit der

Besonderung im Jahr 2007 wurde in mehreren Jahren ein kleiner Windpark in sieben Kilometer Entfernung aufgesucht. Am 25.8.2013 konnte eine Beinahe-Kollision telemetrisch dokumentiert werden. Der Adler wurde nur wenige Meter von einer Windkraftanlage entfernt geortet (Flughöhe 107 m über Grund, Geschwindigkeit 27 km/h). Mitten bei der Jungenaufzucht im Jahr 2016 war das Männchen plötzlich spurlos verschwunden. Die Todesursache konnte nicht geklärt werden.

Beim derzeitigen Auswertungsstand der Untersuchungen ist die Durchsetzung eines Mindestabstands von 6 km um Schreiadlerbrutplätze bei Windenergieplanungen dringend erforderlich, so wie von der LAG VSW (2014) empfohlen. Es erscheint jedoch wenig sinnvoll beim Schreiadler, bei dem es in Deutschland auf jedes Individuum ankommt (Böhner & Langgemach 2004), dies auf der Grundlage von „mehr als 50 % Flugaktivität“ im Bereich um den Neststandort festzulegen (LAG VSW 2014). Die Jagd aus dem Suchflug heraus ist nur eine der drei Jagdtechniken des Schreiadlers. Telemetrisch konnte die Jagd zu Fuß und die Ansitzjagd innerhalb von Windparks oft dicht neben einer Windkraftanlage nachgewiesen werden.

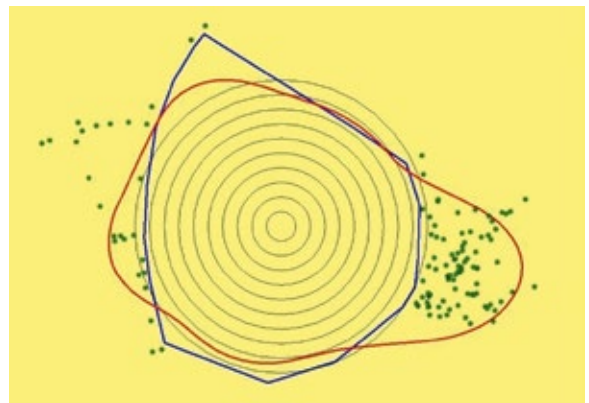


Abb. 1: Aktionsraum des Schreiadler-Männchens mit dem ersten experimentellen GSM-GPS-Sender 0024 („Panni“) in den Jahren 2012 und 2013. Die Kreise verlaufen in 1-10 km Abstand um den Horst. Blau markiert ist die Grenze des MCP 95 % und Rot die des 95 % Kernel-Aktionsraums. Die grünen Punkte zeigen Ortungen außerhalb des 95 % MCP-Bereichs.

Die GSM-Sender der neuesten Generation können extrem viele Daten liefern. GSM ist die Abkürzung für „Global System for Mobile Communications“ (Meyburg & Meyburg 2013). Das Gebiet des geplanten großen Windparks Thelkow in Mecklenburg-Vorpommern wurde 2013 viel von einem Männchen mit einem GSM-Sender aufgesucht und überflogen. Auch andere telemetrierte Adler besuchen das Gebiet seit Jahren. Aufgrund dieser Telemetriedaten wurde das Windparkprojekt nicht weiter verfolgt, wohl der erste derartige Fall bisher in Deutschland.

Infolge der Größe der Aktionsräume des Schreiadlers ist es in der Regel nicht möglich, die Ausdehnung und insbesondere unterschiedliche Nutzung des Aktionsraums mittels der Bodentelemetrie oder gar direkter Beobachtung genau zu erfassen. Raumnutzungsuntersuchungen wurden aus unterschiedlichsten wissenschaftlichen Fragestellungen heraus bereits vielfach durchgeführt, jedoch meist mit unzureichenden Mitteln. Mit Funktionsraumanalysen sollen die Raumnutzungsmuster konkreter Individuen oder Brutpaare planungsrelevanter Vogelarten mit großen Raumansprüchen untersucht werden. Ohne GPS-Telemetrie ist das jedoch nicht zufriedenstellend zu leisten.

Literatur

- Böhner J & Langgemach T 2004: Warum kommt es auf jeden einzelnen Schreiadler *Aquila pomarinus* in Brandenburg an? Ergebnisse einer Populationsmodellierung. *Vogelwelt* 125: 271-281.
- Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) 2014: Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015). *Ber. Vogelschutz* 51: 15-42.
- Langgemach T & Meyburg B-U 2011: Funktionsraumanalysen - ein Zauberwort der Landschaftsplanung mit Auswirkungen auf den Schutz von Schreiadlern (*Aquila pomarina*) und anderen Großvögeln. *Ber. Vogelschutz* 47/48: 167-181.
- Meyburg B-U & Meyburg C 2013: Telemetrie in der Greifvogelforschung. In: Deutscher Falkenorden (Hrsg) Greifvögel und Falknerei 2013: 26-60. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Meyburg B-U, Meyburg C, Matthes J & Matthes H 2006: GPS-Satelliten-Telemetrie beim Schreiadler *Aquila pomarina*: Aktionsraum und Territorialverhalten im Brutgebiet. *Vogelwelt* 127: 127-144.
- Pfeiffer T & Meyburg B-U 2015: GPS tracking of Red Kites (*Milvus milvus*) reveals fledgling number is negatively correlated with home range size. *J. Ornithol.* 156: 963-975.

In der Vortrags-Kurzfassung der DO-G-Tagung in Stralsund von Bellebaum J, Langgemach T & Scheller W (Angermünde, Buckow, Teterow) zum Thema "An der Belastungsgrenze? Schreiadler und Windenergienutzung" in Heft 4 der Vogelwarte 54 auf Seite 342 hat der Fehlerteufel leider fünf Bindestriche gefressen. Richtig muss es heißen: 1,02-1,04 (statt 1,021,04), 292-311 (statt 292311), 1,5-3 (statt 1,53) und 12-22 (statt 1222).

Redaktion Vogelwarte

Literaturbesprechungen

Nils Cordes:

Schreiben im Biologiestudium.

UTB GmbH, Originalverlag Barbara Budrich, Opladen & Toronto, 2016. Kartoniert, 12 cm x 18,5 cm, 120 S., 13 Abb. ISBN 978-3-8252-4539-9. € 9,99.

Was hat die Fähigkeit, gute Texte zu schreiben, mit einem erfolgreichen Biologiestudium zu tun? Mit seinem Buch erklärt Nils Cordes Schritt für Schritt das Verfassen naturwissenschaftlicher Texte, vom Praktikumsprotokoll über die Abschlussarbeit bis hin zur wissenschaftlichen Publikation. Dabei nimmt er sich seine Tipps, beispielsweise zu Struktur und Verständlichkeit, auch selbst zu Herzen. Sein Buch vermittelt dem Leser den wissenschaftlichen Schreibprozess mit vielen anschaulichen Beispielen aus seinem eigenen Lehralltag. Durch seinen lockeren Schreibstil bringt er den Leser dazu, das Buch, wie empfohlen, an einem Nachmittag zu verschlingen. Es beschreibt kurz und prägnant alle wesentlichen Techniken, die man zum Verfassen wissenschaftlicher Texte braucht, und ist sehr übersichtlich strukturiert. Dadurch wird das Buch zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel bei der erfolgreichen Bewältigung eines naturwissenschaftlichen Studiums. Dr. Nils Cordes ist Lehrkraft für literale Kompetenzen an der Fakultät für Biologie der Universität Bielefeld.

Bianca Michalik

**Rolf Holderegger & Gernot Segelbacher (Hrsg):
Naturschutzgenetik – Ein Handbuch für die Praxis.**

Haupt, Bern, 2016. Klappenbroschur, 22,5 cm x 15,5 cm, 248 S., durchgehend farbige Abbildungen. ISBN 978-3-258-07929-5. CHF 34.90 UVP, EUR 34.90 (D), EUR 35.90 (A).

Es gibt eine Sprache mit nur vier Buchstaben: A, G, T, und C. Eine Sprache, die niedergeschrieben in einem langen Strang in jeder lebenden Zelle anzutreffen ist. Es ist die Sprache des Lebens: DNS, unser genetischer Code. Generationen von Wissenschaftlern erforschen diesen Code und erzielen regelmäßig Durchbrüche, angefangen bei der Evolutionsforschung bis hin zu medizinischen Fragestellungen. Aber auch für den angewandten Natur- und Artenschutz wurden genetische Untersuchungen stets bedeutsamer und schufen mit der Naturschutzgenetik sogar eine eigene Disziplin. Wussten Sie zum Beispiel, dass Sie mit einer kleinen Wasserprobe herausfinden können, welche Tiere dort leben? Oder anhand von Speichelresten an einem Riss bestimmen können, ob es ein Hund oder doch ein Wolf war? Bzw. welcher Wolf es genau war? Oder wie viele Auerhähne im Schwarzwald leben – nur anhand von Kotproben? All dies geschieht über die Entschlüsselung des genetischen Materials in solchen Proben. Die so gewonnenen Ergebnisse lassen sich, wenn überhaupt, ansonsten nur unter großem personellem, zeitlichem und finanziellem Aufwand erzielen. Für den angewandten Naturschützer, Planer oder Mitarbeiter einer Umweltbehörde erscheinen diese Methoden jedoch auf dem ersten Blick viel zu komplex, um sich ihrer offenkundigen Vorteile zu bedienen. Dies soll sich mit dem vorliegenden Buch nun ändern.

Rolf Holderegger und Gernot Segelbacher haben, gemeinsam mit einer ganzen Reihe namhafter Wissenschaftler, ein

„Handbuch für die Praxis“ geschaffen. Dieses Buch soll eine Brücke zwischen Genetikern und Naturschützern schlagen, um den aktuellen Forschungs- und Methodenstand in der Naturschutzgenetik für den Laien verständlich aufbereitet einer breiten Masse deutschsprachiger Anwender zu vermitteln. Diesen hohen Anforderungen wird das Buch mehr als gerecht. Die Kapitel lesen sich leicht wie ein „Falke“-Artikel und die zahlreichen Abbildungen und Boxen sorgen für eine übersichtliche und lebhaft Lektüre. Die Herausgeber wollen den Anwender an die Hand nehmen, um gemeinsam die Möglichkeiten der Naturschutzgenetik für die eigenen Fragestellungen zu erkunden. So wird gleich zu Beginn des Buches anschaulich dargestellt, welche Planungsschritte eine solche Studie durchläuft und wo Naturschützer und Genetiker jeweils beteiligt sind.

Die einzelnen Kapitel decken die gesamte Themenvielfalt der Naturschutzgenetik ab und reichen von einleitenden Kapiteln zur Bedeutung genetischer Vielfalt und deren Analyseverfahren über spezifische Themen wie Populationsgrößenbestimmungen oder Konnektivität hin zu praxisorientierten Kapiteln, etwa wie man ein genetisches Monitoring aufbaut oder wie die Laborarbeit vonstatten geht. Wo möglich, wird dabei auf Fachjargon verzichtet. Fachbegriffe lassen sich jedoch bei aller Anschaulichkeit nicht vermeiden und werden in einem Glossar am Ende des Buches verständlich erklärt.

Ganz persönlich knüpfe ich an dieses Buch hohe Erwartungen. Ich hoffe, dass sich mit diesem gelungenen Brückenschlag mehr Menschen für dieses Thema sensibilisieren lassen. Gerade im Naturschutz oder in der Umweltplanung gibt es einen großen Bedarf an genetischen Methoden – gleichzeitig nur spärliches Detailwissen, denn die relevante Literatur ist nur schwer zugänglich und auf Englisch. Dazu sind diese Methoden noch recht kostspielig (eine grobe Auflistung dieser Kosten liefert Kapitel 11) und das schreckt viele Geldgeber erst einmal ab. Diese Personenkreise, aber auch Behörden, müssen den Sinn und die Vorteile molekularer Methoden in diesen Themenfeldern klar erkennen um sich der Finanzierung und Genehmigung solcher Projekte zu öffnen. Dieses Buch liefert ein Füllhorn an Positivbeispielen sowie eine transparente und leicht verständliche Darstellung, welche Fragestellungen durch die Naturschutzgenetik beantwortet werden können. Daher hoffe ich sehr, dass es weithin wahrgenommen wird.

Jan Engler

**Lothar Kalbe:
Ökologie der Wasservögel. Einführung in die
Limnoornithologie.**

Verlags KG Wolf, Magdeburg, 2016. Die Neue Brehm Bücherei, Bd. 518. Paperback, 20,5 x 14,5 cm, 411 S., 4. Aufl., 65 Farbfotos, 42 Farabbildungen, 51 S/W-Abbildungen und 48 Tabellen. ISBN 978-3-89432-274-8. € 49,95.

Dem Autor Dr. Lothar Kalbe ist es mit der überarbeiteten und erweiterten Auflage dieses Buches gelungen, einen umfassenden Einblick in die Vielseitigkeit der Ökologie der Wasservögel zu geben. Dabei konnte der Autor seine langjährige Berufserfahrung im Fachgebiet der Gewässerökolo-

gie geschickt mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie Forschungsergebnissen verknüpfen. Ein Umstand, von dem das Werk inhaltlich sehr profitiert. In diesem Buch geht es nicht wie so oft um das Vorstellen der verschiedenen Wasservogelarten, verbunden mit einigen Informationen über ihre Lebensweisen, sondern es werden gründlich, umfangreich und aufwendig die ökologischen Habitatbedingungen dargestellt, welche das Vorkommen der verschiedenen Wasservögel ermöglichen oder aber verhindern. Durch die Einbindung einer Vielzahl von Skizzen und Zeichnungen sowie Tabellen und Diagrammen wird der Leser übersichtlich und verständlich durch die mannigfaltigen Themen der Limnornithologie geführt.

Das erste Kapitel zeichnet sich positiv durch seinen lehrbuchhaften Charakter aus. Hier werden einführend die wichtigsten Grundlagen und Begriffe der Ökologie erklärt. Wiederum sehr vorteilhaft für den Leser, sind die farblich abgesetzten Erklärungen von Fachtermini im zugehörigen Textabschnitt (z.B. ökologische Nische, Trophie, Eutrophierung usw.). Somit entfällt in vielen Fällen das Umschlagen ins Glossar. Ein Kapitel zu Küstengewässern, mit Schwerpunkt Ostsee, befasst sich mit der Struktur und Dynamik der Bodengewässer sowie der Salz-, Brackwasser und Küstenlagunen. Die Wichtigkeit derartiger Lebensräume für Wasservögel, im Besonderen als Zug- und Rastgebiet, wird mittels vieler Beispiele erläutert. Den jedoch gewichtigeren Teil des Buches nehmen die Kapitel zu den Binnen- und Fließgewässern ein. Hier wird der Leser von den Grundlagen des Chemismus eines typischen Süßgewässers in Mitteleuropa und dessen Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit, hin zu einer limnornithologischen Einteilung der Gewässer mit den jeweiligen Charaktervogelarten (z.B. Gänseärgewässer, Rallengewässer) geführt. Die Klärung der ökologischen Bedingungen, warum man welche Wasservögel auf welchem Gewässertyp erwarten kann, nimmt dabei eine zentrale Stellung ein und wird anhand zahlreicher Beispiele anschaulich erläutert. Auch auf Sonderstandorte wie z.B. Bergbaurestgewässer, mit ihren teils sauren und oligotrophen Bedingungen, wird eingegangen und als „Studien ökologischer Experimente... bei leichtem Verfolgen des Fortganges der Besiedlung“ verwiesen. Des Weiteren wird die ökologische Bedeutung und Vielfalt der Feuchtgebiete und Moore, unter Verwendung mehrerer Grafiken aus verschiedenen wissenschaftlichen Originalarbeiten, umfassend und verständlich dargestellt. Darauf aufbauend wird die Rolle der Wasservögel im Ökosystem von vielen Seiten beleuchtet. Hierbei werden interessante Themen wie z.B. der Einfluss der Wasservögel auf Fischbestände und Agrarflächen sowie die Nährstoffbelastung von als Schlafplatz genutzten Gewässern behandelt und anhand aktueller Forschungsergebnisse diskutiert.

Aber welche Faktoren bzw. Faktorenkombinationen wirken sich limitierend auf das Vorkommen von Wasservögeln aus? Diesem wichtigen Themenkomplex gibt der Autor viel Raum und analysiert verschiedene Faktoren wie z.B. klimatische Einflüsse, morphologische Bedingungen der Gewässer, Chemismus und Wasserbeschaffenheit bis hin zur verfügbaren Nahrung und Nahrungserreichbarkeit, verbunden mit einem geeigneten Nistplatzangebot. Beschäftigt man sich mit der Ökologie lebender Organismen, darf die Betrachtung von intra- und interspezifischen Beziehungen zwischen den Organismen nicht ausgeschlossen werden. Hierzu gibt es meist kurz gefasste Abhandlungen zu Konkurrenz und Do-

minanz zwischen verschiedenen Arten, dem Leben innerhalb einer Brutkolonie sowie verschiedenartiger Räuber-Beute-Wechselbeziehungen. Immer wieder bezugnehmend zu den besprochenen Grundlagen und Sachverhalten vorangegangener Kapitel, werden vertiefend Fragen zum Wachstum von Wasservogelpopulationen, Gefährdung und Schutz sowie der Regeneration nach Bestandsabnahmen behandelt und anhand informativer Beispiele verdeutlicht. Aufgrund der starken Gliederung der hydrischen Systeme, widmet sich ein weiteres Kapitel der ökologischen Erforschung der Wasservogelwelt. Der Autor setzt sich mit traditionellen Lehrmeinungen zur Komplexität und Stabilität eines Ökosystems zeitgemäß kritisch auseinander und diskutiert die sich daraus ergebenden Konsequenzen für Naturschutz und Managementaufgaben in Schutzgebieten. Detailliert setzt sich der Autor mit den unterschiedlichen Besiedlungstypen von Wasservögeln auseinander und bespricht die ökologischen Ansprüche einiger ausgewählter Brut- und Zugvögel des Binnenlandes, speziell für das Bundesland Brandenburg (z.B. Rothalstaucher, Knäkente, Gänseäger, einige Limikolenarten u.a.). Neben ansprechenden Fotos werden die erklärenden Texte für die jeweilige Vogelart durch übersichtliche Grafiken und Abbildungen ergänzt, wodurch der Leser schnell erfassbare Informationen erhält.

Da es auf unserer Erde kaum noch durch menschliches Handeln unbeeinflusste Lebensräume gibt, dürfen in einem modernen Buch zum Thema Ökologie auch die Auswirkungen der Lebensraumveränderungen durch den Menschen nicht unbeachtet bleiben. Diesem aktuellen Thema widmet sich der Autor im letzten Kapitel (Kapitel 8) ausführlich. Die kritische Auseinandersetzung mit dem Sinn zahlreicher nützlicher (z.B. der Renaturierung verschiedener Gewässertypen) und weniger Nutzen bringender Maßnahmen (z.B. die gezielte Ansiedlung von Wasservögeln) im Naturschutz und Schutzgebietmanagement, verbunden mit den Besonderheiten der verschiedenen Lebensräume, ist an dieser Stelle lobend hervorzuheben.

Der Anspruch des Autors, dem Hobbyornithologen, der sich mit der Gruppe der Wasservögel beschäftigt, Einsicht in die Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen der Arten gekoppelt an die ökologischen Bedingungen zu geben, wurde auf informative und anschauliche Weise erfüllt. Nicht nur für Wasservogelfans sehr zu empfehlen!

Danny Eichhorn

Christiane Böhm & Armin Landmann:

Das Vogeljahr im Tiroler Garten.

Ein Kalender der etwas anderen Art. 2. Auflage, 2016. Zu beziehen bei: Verband der Tiroler Obst- und Gartenbauvereine, Innsbruck (www.gruenes-tirol.at). Hardcover, 23 x 23 cm, 168 S., zahlreiche Fotos. ISBN 978-3-9501756-7-7. € 16,50.

Der Buchtitel schickt eine geografische Enge voraus, die an sich ein Tribut an den unterstützenden Herausgeber ist. Treffender wäre: Über den Garten zur Ornithologie – eine Einführung in 52 (Wochen-)Etappen. Tatsächlich hält sich das schmucke Bändchen an den Jahresablauf. Jeder Monat beginnt mit einer Karte des Bundeslandes Tirol und den dafür gültigen Klimadaten – das ist das einzige (und nicht unbedingt nötige), was sich an die geografische Vorgabe hält. Danach folgt ein über die Region hinaus geltendes, interessant verfasstes Vogelporträt, je eines pro Woche. Ebenso viele Seiten füllen die weiterführenden Tipps: Viel Beachtenswertes zur natur-

nahen Gartengestaltung und zur urbanen Ökologie – eigentlich eine Kampfansage an die von den heutigen Stadtplanern und Architekten geforderte Verdichtung des anthropogenen Lebensraums. Die vielen Fotografien sind ungeschönt und gerade dadurch auch aussagestark. Quasi als Blick über den Zaun wird dem Gartenliebhaber häppchenweise die Ornithologie als Steckpferd nähergebracht und er wird für die Citizen Science begeistert: Konkrete Vorschläge zum Vogelbeobachten, aber auch die verschiedenen Habitate mitsamt ihren Charaktervögeln oder die Paarungssysteme u.a. kommen zur Sprache. Eine empfehlenswerte und äussert günstige Anschaffung für den Gartenfreund, darüber hinaus eine Fundgrube mit vielen didaktisch geschickt gewählten Beispielen für jeden (Neo-) Ornithologen.

Johann Hegelbach

Hans-Heiner Bergmann:
Die Federn der Vögel Mitteleuropas. Ein Handbuch zur Bestimmung der wichtigsten Arten.

Aula-Verlag, Wiebelsheim, 2015. Hardcover, 17 cm x 24 cm, 632 S., 377 farbige Abbildungen. ISBN 978-3-89104-784-2. € 49,95.

Bücher zur Bestimmung von Federn gibt es zuhauf, mit sehr unterschiedlicher Qualität. Nun ist ein besonders „dicker Wälzer“ von Hans-Heiner Bergmann hinzukommen. Nach eigenem Bekunden faszinieren ihn Vogelfedern – wie vermutlich viele von uns – seit seiner Schulzeit. Seine eigene umfangreiche Kollektion bildet die Grundlage für dieses Buch, ergänzt durch Material und Informationen weiterer Sammler, denen eingangs ausführlich gedankt wird. Nach einer kurzen Einführung zum Umgang mit Federfunden und ihrer Aufbewahrung, in der erfreulicherweise auch die rechtlichen Hürden und das Verhalten des Sammlers im Gelände behandelt werden, folgen kurze Kapitel zur Mauser und zum Bau des Vogelflügels. Hier hätte ich etwas mehr Hintergrundinformation erwartet, z. B. zu den mannigfaltigen Arten der Mauser oder auch zum faszinierenden Feinbau der Vogelfedern und ihrer funktionellen Vielfalt. Eine Abbildung der Federfeinstruktur würde sicher vielen Lesern mehr bringen als das Foto eines Naturschutzgebiet-Schildes. Schade auch, dass beispielsweise im Text zwar die Karpaldecke genannt, in der Zeichnung auf derselben Seite aber nicht zu finden ist. Aber für den Leser des Buches viel wichtiger ist, was dann folgt: Auf 326 Seiten werden sehr ausführlich die Federmerkmale von 300 europäischen Spezies artweise vorgestellt und durch Abschnitte zu Vorkommen und Mauser sowie einen Vergleich zu ähnlichen Arten ergänzt. Wer eine Feder gefunden hat und wissen möchte, von welcher Art sie stammt, wird aber wohl erst einmal in den 259 (ästhetisch äußerst gelungenen!) farbigen Federtafeln blättern und dann erst den Text zu Rate ziehen. Jeweils auf einer ganzen Seite werden typische Federn (mit Maßstab) und die Vogelart in einem kleinen Foto gezeigt. Bei wenigen Arten mit ausgeprägtem Sexualdimorphismus wie den Weihen oder einigen Raufußhühnern erhielt jedes Geschlecht eine ganze Seite (leider nicht bei den Enten). Der Autor warnt ausdrücklich davor, dass auch mit diesem Buch die Bestimmung einer einzelnen Feder oftmals sehr schwierig, wenn nicht gänzlich unmöglich ist. Aber das sollte nicht entmutigen: Wenn man mit Hilfe dieses Handbuchs erfährt, wonach man suchen muss, lassen sich anhand der Federn Bunt- und Mittelspecht, Höcker- und Singschwan und sogar Sommer- und Wintergoldhähnchen unterscheiden, selbst dann, wenn „kein Vogel mehr daran hängt“. Ein ausführliches Glossar, hilfreiche

Internetadressen zur Federbestimmung und ein Literaturverzeichnis runden das empfehlenswerte Buch ab. Hier gibt es viel Wissen und tolle Bilder zu einem sehr akzeptablen Preis! Dass man das dicke Buch nicht mit ins Feld schleppen kann oder will, ist ja bei Federn kein Problem.

Der Autor will übrigens seine Sammlung einem Museum überstellen, damit sie auch anderen Interessenten zur Verfügung steht.

Ommo Hüppop

Klaus Ruge:
Entdecke die Spechte

Natur und Tier-Verlag, Münster, 2016. Hardcover 29,7 cm x 21 cm, 64 S., zahlreiche Fotos. ISBN 978-3-86659-286-5. 12,80 €.

Das vorliegende Buch ist ein weiterer Band der Kindersachbuchreihe „Entdecke“ und widmet sich diesmal dem Thema Spechte. Nach einer kurzen Einführung erläutert das ansprechend bebilderte Werk zunächst allgemein die specht-typischen Merkmalen und Besonderheiten. Neben Wellenflug, Wendezehe und Stüttschwanz werden die Anpassungen an das Hämmern sowie die verschiedenen Ernährungsweisen anschaulich beschrieben. Es folgen Abschnitte über die Fortpflanzung, die Kommunikation der Vögel untereinander und über die Bedeutung der Spechte in ihrer Umwelt. Das Werk widmet sich auch dem Verhältnis des Menschen zu den Spechten. Zu diesem Thema werden Sagen und Geschichten erzählt, auch wird kurz auf die ornithologische Forschung über Spechte eingegangen und auf Möglichkeiten zum Schutz der Tiere hingewiesen.

Die zweite Hälfte des Buches widmet sich einzelnen Spechtarten. Zunächst wird die weltweite Verbreitung der Gruppe der Spechte beschrieben, dann folgt eine ausführliche Vorstellung einzelner Spechtarten von verschiedenen Kontinenten und ihrer Lebensweise. Umfassend geht das Buch anschließend auf die einheimischen Spechtarten ein. Es stellt die einzelnen Arten mit aussagekräftigen Bildern vor und kann zu jeder Art interessante Details zu Lebensweise, Verbreitung oder Ernährung berichten.

Aufgelockert wird das Buch, wie alle Bände der „Entdecke Reihe“, mit einer Comic-Eule, die den Leser durch das Buch begleitet und auf interessante Details hinweist. Die Eule schließt das Buch auch mit einem Quiz zum Thema ab.

Das Buch ist nicht nur für Kinder sehr lesenswert. Es vermittelt auf kurzweilige und unterhaltsame Weise Fachwissen und weckt Interesse an der interessanten Vogelgruppe der Spechte. Testweise habe ich das Werk meiner 13-jährigen Tochter Finnja gegeben. Ihr Kommentar nach der Lektüre war: „Das Buch ist gut erklärt, hat viele interessante Einzelheiten und auch Extrawissen. Die Bilder sind knallig und passen zum Text. Leider ist zu Anfang das Lachen des Grünspechtes nicht erklärt. Witzig ist das Quiz am Ende.“

Frank R. Mattig

Christoph Schraven:
Faszination Fasan.

Österreichischer Jagd- und Fischerei-Verlag, Wien, 2016. 24x28 cm, 144 S., >200 Farbfotos, ISBN 978-3-85208-140-3. 39,- €.

Na ja, dachte der Unterzeichner beim Lesen des Buchtitels, ist das nicht ein wenig übertrieben? Mir ist nämlich niemand aus der Ornithologenszene bekannt, „der Fasan macht“, die Faszination für diesen Vogel hält sich also in Grenzen. Titel und

Verlag legen vielmehr nahe, dass der Autor aus Jägerkreisen kommt, was beileibe kein Vorwurf sein soll. Christoph Schraven hat mehr und mehr die Flinte gegen die Kamera getauscht und präsentiert in seinem Buch etwa 200 z. T. großformatige Farbfotos, die den Fasan vom Ei bis zum Museumsbald abbilden. Die Fotos sind sicherlich gut und schön anzusehen, einige Motive werden aber im Übermaß wiederholt und lassen beim Durchblättern rasch eine gewisse Langeweile aufkommen. Diese wird auch nicht von dem begleitenden Text wettgemacht, der keinen großen fachlichen Nährwert hat, viele Wiederholungen enthält und stellenweise unlogisch ist. So heißt es im allerersten Satz: „Bereits vor Jahrzehnten, noch ein Kind, erweckte der Jagdfasan schon mein Interesse.“ Oder weiter hinten: „Das Gewicht hängt auch von der Unterart ab. Hennen wiegen im Schnitt um 400 g weniger.“ Der Bildband ist trotz seines unhandlichen Formates hervorragend als Geschenk für einen Hegeringleiter zum 70. Geburtstag geeignet, dürfte aber kaum einen Ornithologen dazu verleiten, für fast 40 Euro wertvollen Stellplatz in besagtem Bücherregal zu opfern.

Manfred Lieser

Hugh Ridley:

Eine Geschichte der Vogelmalerei in Deutschland.

Ornithologie, Illustration und Kunst 1508 -1914.

Werham Verlag, 2016. 255 Seiten, 20 farbige Abb., Hardcover, ISBN 978-3-86525-531-0, Preis: 28,00 €

Auf zehn Kapiteln angelegt, beginnend mit der Darstellung des Käuzchens von Albrecht Dürer bis hin zu Bruno Liljefors und Emil Nolde, spannt sich der Bogen dieser „exemplarischen Untersuchung“, um bei den Worten des Autors zu bleiben, einem emeritierten Professor für Germanistik an der University of Dublin. Selbstredend kann keine Darstellung dieses Themenkomplexes ohne die Einbeziehung des näheren Umfeldes auskommen. Trotzdem ist es nicht nachvollziehbar warum in teilweise ausschweifenden Kapiteln wie Rembrandt mit Selbstporträt mit einer Rohrdommel, Jean-Baptiste Oudry: Pfefferfresser, Jungfernkranich und Haubenkranich, Buffons Naturgeschichte und ihre deutsche Präsentation, Watch der dickie bird: Das Vogelporrtät im Zeitalter der Fotografie oder Bruno Liljefors sich die Hälfte der Kapitel sowie des textlichen Umfangs in Bearbeitungen ergehen, die thematisch bestenfalls als Ergänzungen geeignet sind. Reicht es aus, dass der zweifelsfrei begnadete Schwede Bruno Liljefors in seinem Leben einen Abstecher nach Deutschland zum Jagd- und Tiermaler Carl Friedrich Deiker machte, um daraus ein eigenes Kapitel zu gestalten? Naheliegender wäre es gewesen, dem Œuvre des allzu früh 1915 in Ypern verstorbenen Friedrich Lissmann (1880-1915) ein Kapitel zu widmen. In Verkennung der naturgemäßen Differenz zwischen dem Original, sei es nur eine schwarz-weiß Skizze oder ein Aquarell bzw. eine Gouache und der letztendlichen Präsentationsform als Holzschnitt, Kupferstich oder der Lithographie um einige Vervielfältigungstechniken zu nennen, können fatale Interpretationsunterschiede entstehen. Offensichtlich dienten vorwiegend Bücher dem Autor als Vorlagen zur Abfassung der entsprechenden Kapitel, was aus oben genannten Gründen nur zur Unterstützung reichen kann und niemals das Quellenstudium ersetzt! Um sich ernsthaft diesem Genre zu stellen, führt kein Weg an der Beurteilung und Würdigung der Originale vorbei. Nicht immer sind diese erhalten geblie-

ben, oft wurden sie zur Makulatur, manchmal sind sie nur fragmentarisch, selten komplett archiviert in Museen oder Bibliotheken bis hin zu Privatsammlungen. Sukzessive werden diese Quellen durch Publikationen erschlossen. Einige Unterkapitel hätten besser als Fußnoten gedient, wie z.B. die kulinarischen Genüsse. Von den restlichen 5 Kapiteln befassen sich diese mit Albrecht Dürer, ein ornithologisches Bild: Frisch Kleinstes Käutzein, Klassifikation in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Johann Friedrich Naumann: Ein Bauer erobert die Wissenschaft und Josef Wolf: der Höhenflug der Vogelmalerei. Nur in einem Nebensatz reduziert wird auf das Wirken von Johann Conrad Susemihl eingegangen, der mit seinen teilweise in Farbe gedruckten Kupferstichen und exzellenter Kolorierungstechnik einer der herausragenden Künstler dieses Metiers war und dessen Originale und Vorlagen zur „Teutschen Ornithologie“ großteils im Hessischen Landesmuseum in Darmstadt erhalten geblieben sind. Lorenz Oken's Beitrag in der Ornithologie ist begrenzt, unabhängig von der Herausgabe der bedeutsamen wissenschaftlichen Zeitschrift „Isis“. Sein Beitrag zur Vogelmalerei ist nicht existent. Das Kapitel 6 über die Klassifikation in der Ornithologie kann nur in Form einer Brückenbildung zur Vogelmalerei dienlich sein. Johann Matthäus Bechstein ist nicht als Vogelmalerei hervorgetreten sondern durch seine „Gemeinnützige Naturgeschichte Deutschlands nach allen drey Reichen“. Umso mehr verwundert es, wenn Ridley die Fundamente von Bechsteins Werken als die nicht „solidesten“ kommentiert. Überhaupt ist der Brückenschlag in diesem Kapitel anhand der Bilder von William John Swainsons Werk, den „Zoological Illustrations“, weit hergeholt und steht in keinem Zusammenhang mit der Vogelmalerei in Deutschland. Johann Friedrich Naumanns Zielsetzung war die Darstellung der gesamten Vogelwelt Deutschlands. Dies vollbrachte er durch die Herausgabe eines 12 bändigen Werkes und der Schaffung sämtlicher Vorlagen zu den Kupferstichen, die durchaus bei etlichen Arten Verbesserungen bedurft hätten und teilweise in der ersten Ausgabe gelungener waren. Ein Urteil, ob man ein solches Projekt mit an die 7 200 Textseiten und ca. 400 gedruckten Abbildungen, zusätzlich einem reichen Fundus an Vogelpräparaten etc. etc. in den Wirren der postnapoleonischen Zeit auf ein „Verharren auf vertraute Vogelarten“ reduziert, mag sich der Leser selbst bilden. Bei sorgfältiger Redaktion des Textes wären so manche Fehler zu korrigieren gewesen, denn Johann Andreas Naumanns „Naturgeschichte der Land- und Wasser-Vögel des nördlichen Deutschlands“ erschien in 4 Bänden und 8 Nachträgen und nicht in 2 Bänden. Sein Sohn Johann Friedrich hat nicht erst 1830 begonnen unter eigenem Namen zu publizieren sondern bereits 1815 erschien seine Taxidermie und die Neuauflage der „Naturgeschichte der Land- und Wasser-Vögel des nördlichen Deutschlands“ ist das Werk Johann Friedrichs, der in bescheidener Anerkennung an die Verdienste seines Vaters es unter dessen Namen veröffentlichte - wohlweislich unter Anmerkung der „Neuherausgabe“ durch ihn selbst. Christian Ludwig Brehms Klassifikationssystem der Vogelarten auf jenes von Bechstein und Meyer und Wolf zu reduzieren ist eine krause Interpretation und würdigt in keinsten Weise die Verdienste dieses Forschers, der sicherlich in manchen Fragen über das Ziel hinausschoss. Auch er war kein Vogelmalerei. Die erste Übersetzung von Buffons Naturgeschichte erschien bereits 1750 und nicht erst 1772. Leopold Baldners Vogel-, Fisch- und Thierbuch ist nicht nur textlich sondern auch als Faksimile (Stuttgart, Müller & Schindler, 1973/1974) erschließbar und

Archibald Thorburn mutiert in seltsamer Weise zu Archibald Turnbull etc. Von den zahlreichen Aquarellsammlungen die vorwiegend oder ausschließlich Vogelabbildungen beinhalten, die in den letzten 500 Jahren entstanden sind und deren Genese auf Deutschland oder den deutschsprachigen Raum zurückgehen und die Wirren der Geschichte überdauert haben, wird nur marginal Leopold Baldner und Lazarus Rötig erwähnt. Wenn man sich, zumindest bedingt durch die Verdichtung auf einzelne Beispiele, einen Einstieg in diesen reizvollen wie auch spannenden Stoff der Vogelmalerei in „Deutschland“ erwartet hätte, wird man einerseits durch die Auswahl der Kapitel wie auch andererseits vom Inhalt selbst nicht die erwünschten Informationen erhalten. Schlussendlich liefert dieses Buch nur sehr bescheidene Ansätze und bringt einem nicht die gewünschte Zusammenschau eines äußerst reizvollen Themas aus der Geschichte der Ornithologie.

Josef Feldner

Tim Birkhead (Ed.)

Virtuoso by Nature: The Scientific Worlds of Francis Willughby FRS (1635-1672).

Brill, Leiden & Boston 2016. 464 S. Hardcover. ISBN 978-90-04-28531-6 (hardback), ISBN 978-90-04-28532-3 (e-book). € 179, 90.

Dies ist ein Sammelband mit neuen Forschungen und Erkenntnissen zur Biographie eines der Begründer der modernen Ornithologie, Francis Willughby (1635-1672), dessen Familie in Middleton Hall Warwickshire lebte. Einleitend stellt Tim Birkhead die Entstehung, Aufgaben und Ziele des Netzwerks von Willughby-Enthusiasten vor. Der früh verstorbene Willughby war im Vergleich zu seinem Freund und Partner John Ray (1627-1705), der durch die Biographie von Charles Raven (1950) ausführlich gewürdigt worden ist, in relative Vergessenheit geraten. Er lebte in einer entscheidenden Phase der Entwicklung der Naturwissenschaften zu einer intellektuell anspruchsvollen Disziplin, die sich gerade anschickte, das Erbe von Antike und Mittelalter zu überwinden. Daher ist es auch ein Anliegen der 11 Beiträge des Buches, Willughbys aktive Rolle in den Naturwissenschaften seiner Zeit aufzuklären.

1. Dorothy Johnston gibt eine detaillierte Beschreibung des Lebens und häuslichen Umfelds von Francis Willughby. Er war Spross einer landadeligen Familie, die ihren Ursprung bis ins frühe 13. Jahrhundert zurückverfolgen konnte. Er war als einziger Sohn von Sir Francis Willughby senior (1590-1665) und seiner Frau Cassandra (ca. 1600-1675) begüterter Erbe von Middleton Hall, was ihm erlaubte, sich unbesorgt und beschwingt seinen wissenschaftlichen Neigungen zu widmen. Dies wird kontrastiert mit der einfachen Herkunft seines Forscherfreundes John Ray, der in finanzieller Hinsicht weitgehend von Willughby abhing. Willughby hatte in seinem Testament dem älteren Ray ein Legat von 60 Pfund pro Jahr hinterlassen, wofür Ray getreulich dessen Nachlass verwaltete. Die beiden hatten sich am Trinity College in Cambridge kennengelernt, wo sich Ray bereits als Dozent und Prediger Ansehen verschafft hatte und Willughby zu seinen Schülern zählte. Seitdem blieben sie sich verbunden in der Erforschung der Natur; Ray neigte eher zur Botanik, Willughby zur Zoologie.

2. Richard Serjeantson befasst sich mit der Erziehung und Ausbildung von Francis Willughby, der 1652 nach Cambridge kam. Sein Vermögen verschaffte ihm eine Spitzenposition am angesehenen und wohlhabenden Trinity College, das allerdings zu dieser Zeit unter religiösem und politischem

Dissens litt. Der Einfluss seiner Lehrer und der Lektüre wird beschrieben, der Umgang mit seinem „commonplace book“, seine Geläufigkeit in Latein, die Auseinandersetzung mit der Philosophie, die Ausrichtung als „naturalist“ und der Weg zum Master of Arts. Damit war sein Weg als Naturforscher vorgezeichnet.

3. Anna Marie Roos stellt die Chemie von Francis Willughby dar. Das Trinity College verfügte über Laboratorien für Chemie, u. a. war Ray ein kompetenter Lehrer, von dem möglicherweise eine Traditionslinie zum späteren Studenten Isaac Newton führte, der Rays Räume übernahm.

4. Benjamin Wardhaugh analysiert die Mathematik Willughbys, insbesondere im Book of Games. Auch hier ist Ray Lehrer, der Willughbys Talent fördert.

5. Mark Greengrass, Daisy Hildyard, Christopher Preston und Paul Smith beschreiben die Bildungsreisen von Willughby und seinen Gefährten in Britannien (1662) und auf dem Kontinent (1663-1666). Letztere umfassen Holland, das Rheintal (in Straßburg erwerben sie von Leonhard Baldner, einem Vorfahr des Rezensenten, eine Kopie seines „Vogel-, Fisch- und Thierbuchs“), die Schweiz, Nürnberg, Wien, Venedig, Bologna (mit Aldrovandis Bildern und Sammlungen) und schließlich Neapel. Dort trennen sich die Wege. Willughby kehrt 1664 nach England zurück, Ray und andere besuchen bis 1666 Sizilien, Malta, Rom, die Schweiz, Südfrankreich und Spanien. Die Reisen waren von zentraler Bedeutung, entwickelten sie doch die Beobachtungsgabe, führten zu unzähligen Tagebuchnotizen, zum Erwerb von Bildern und Belegstücken und erweiterten den Zugriff auf die Welt der Natur. Der Beitrag enthält auch einen Anhang zum wenig bekannten botanischen Werk Willughbys und dem Herbar in der Middleton Sammlung.

6. William Poole gelingt eine komplettierende Rekonstruktion der Bibliothek Willughbys. Sie belegt profunde Literaturkenntnis in Verbindung mit breit gestreuten Interessen.

7. David Cram beschäftigt sich mit der Begrifflichkeit von Worten und Dingen bei Willughby und Ray. Ihr diesbezügliches Interesse zeigt eine Sammlung von Sprachproben und Wortlisten in zahlreichen Sprachen, darunter auch Cornish und Welsh, die wohl einer verlorenen Schrift „The Book of Dice“ zuzuordnen sind. Hier zeigen sich übereinstimmende Interessen zu dem großen Naturforscher und Etymologen Conrad Gessner (1516-1565).

8. Tim Birkhead, Paul Smith, Meghan Doherty und Isabelle Charmantier rekonstruieren die Entstehung von Willughbys „Ornithology“, seinem meistzitierten Werk, das ihn eng mit John Ray verknüpft. Dieser hatte es 1676 posthum publiziert: „The ornithology of Francis Willughby of Middleton in the county of Warwick, esq. ... : in three books : wherein all the birds hitherto known, being reduced into a method sutable to their natures, are accurately described: the descriptions illustrated by most elegant figures, nearly resembling the live birds, engraven in LXXVIII copper plates.“ Später, 1678, verfasste er eine englische Ausgabe. Die Unterschiede der beiden Ausgaben werden diskutiert. Hinzu kommen Reisenotizen, neben Baldners Buch ein Band farbiger Vogelbilder aus Nürnberg und Einzelblätter, Präparate und eine Eiersammlung mit 133 Stücken aus England, die im Nachlass in Yorkshire erhalten ist. Willughbys neu geschaffenes System der Vögel beruht auf genauen Artbeschreibungen (mit Maßen und Angaben über Nahrung, Sex, Alter), nach Literatur, Sammlungen, Menagerien und Feldbeobachtungen; oft nach toten Vögeln, die reichlich vor allem auf Märkten in Italien anfielen. Das me-

thodische Vorgehen zeigt sich in einem Fragebogen mit 24 Fragen zur Untersuchung bzw. Beschreibung.

Willughbys neues System wirft, wie Erwin Stresemann 1951 jubelnd feststellt, die 2000 Jahre alte klassische Systematik des Aristoteles über den Haufen. Seine Gliederung nutzt Schnabelform, Fußbau und Körpergröße. Die zwei Hauptabteilungen der Vögel, nämlich Land- und Wasservögel, werden dann dichotomisch (selten trichotomisch) unterteilt, was über kurz oder lang zu Gruppen führt, die annähernd der heutigen Systematik entsprechen, z. B. *Fringillidae*, *Corvinae*, *Gallinae*, jedenfalls besser sind als Linnés Klassifizierung von 1759. Die Autoren diskutieren abschließend, auf welchen der beiden Co-Autoren dieser Geniestreich zurückgeht.

9. Sachiko Kusakawa beschreibt Willughbys Fischbuch, die „*historia piscium*“ und ihre Quellen, wie Rondelet, Belon, Salviani, Gessner, Worm, Clusius u.a. Dem Bearbeiter Ray lagen wohl nicht die Originalnotizen Willughbys vor, doch nennt er Erinnerungen an gemeinsame Beobachtungen. Für die Exoten wird auf Markgraf und weitere Querverbindungen zurückgegriffen.

10. Brian Ogilvie beschäftigt sich mit Willughbys Insektenbuch, das ebenfalls lange nach Willughbys Tod von John Ray publiziert worden ist. Ein drittes Kernstück der willughbyschen Zoologie nach Vögeln und Fischen ist seine *Historia Insectorum*, deren Manuskript verschollen ist. Die Reste belegen präzises Wissen über Metamorphose, Parasitoide, Diversität und Systematik. Passagen daraus wurden später wörtlich von Linné wiederverwandelt. Im Urteil der Nachwelt ist Willughby einer der ersten hervorragenden Entomologen.

11. Isabelle Charmantier, Dorothy Johnston und Paul Smith diskutieren die Bedeutung von Willughbys Gesamtwerk für die Entwicklung der Biowissenschaften und würdigen seine Rolle in der Royal Society. Was übrig geblieben ist von Willughbys vielseitigen Sammlungen, seinen Pflanzen, Vivarien und Schriften, wird heute in Wollaton Hall, Nottinghamshire aufbewahrt.

Willughbys Werke über Vögel, Fische und Insekten entfalteten einen enormen Nachhall. Er war ein Polymath, ein archetypischer englischer Virtuoso. Die Beziehung zwischen Artedi und Linné weist viele Parallelen mit der von Willughby und Ray auf. Die Beiträge des vorliegenden Sammelbandes spiegeln die Vielseitigkeit und Begeisterung Willughbys, wie sie sich bereits bei Aristoteles und bei einzelnen Gelehrten in Mittelalter und Früher Neuzeit findet. Wie bei ihnen geht es um Autopsie, exakte Dokumentation, Quellenkritik, Kohärenz und Theorienbildung. Willughby glänzte als Virtuose in der 1660 neu gegründeten Royal Society neben der Zoologie in Botanik, Chemie, Linguistik und Mathematik. Das Buch ist eine Schatztruhe für Details und Information über persönliche Vernetzungen in der Entwicklung der Naturwissenschaften. Um einen ihrer brillanten Exponenten herum wird die reiche Frühgeschichte der Royal Society erschlossen. Das Buch ist für Wissenschaftshistoriker der Neuzeit unentbehrlich. Es ist das erste in der neu gegründeten Reihe „*Emergence of Natural History*“. Es bleibt zu wünschen, dass diese unter Berücksichtigung auch der älteren Vorläufer der modernen Naturwissenschaften fortgesetzt wird.

Ragnar Kinzelbach

Zielsetzung und Inhalte

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

Internet-Adresse

<http://www.do-g.de/Vogelwarte>

Text

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

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

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

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

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen müssen prinzipiell zweisprachig erstellt werden (d.h. Worte in Abbildungen deutsch und englisch). Auch bei Tabellen ist dies im sinnvollen Rahmen anzustreben. In jedem Falle erhalten Abbildungen und Tabellen zweisprachige Legenden. Diese werden so abgefasst, dass auch ein nicht-deutschsprachiger Leser die Aussage der Abbildung verstehen kann (d.h. Hinweise wie „Erklärung im Text“ sind zu vermeiden). Andererseits müssen aber Abbildungslegenden so kurz und griffig wie möglich gehalten werden. Die Schriftgröße in der gedruckten Abbildung darf nicht kleiner als 6 pt sein (Verkleinerungsmaßstab beachten!).

Für den Druck zu umfangreiche **Anhänge** können von der Redaktion auf der Internet-Seite der Zeitschrift bereitgestellt werden.

Literatur

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

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

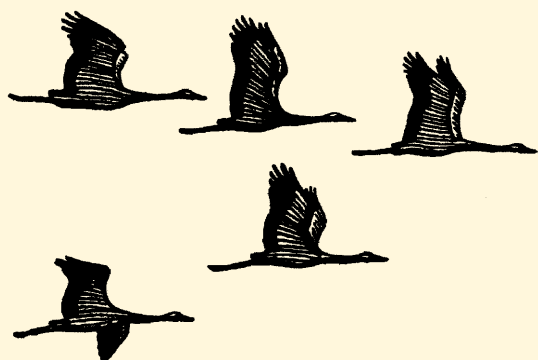
Titel von Arbeiten in Deutsch, Englisch und Französisch bleiben bestehen, Zitate in anderen europäischen Sprachen können, Zitate in allen anderen Sprachen müssen übersetzt werden. Wenn vorhanden, wird dabei der Titel der englischen Zusammenfassung übernommen und das Zitat z.B. um den Hinweis „in Spanisch“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

Buchbesprechungen sollen in prägnanter Form den Inhalt des Werks umreißen und für den Leser bewerten. Die bibliographischen Angaben erfolgen nach diesem Muster: Joachim Seitz, Kai Dallmann & Thomas Kuppel: Die Vögel Bremens und der angrenzenden Flussniederungen. Fortsetzungsband 1992-2001. Selbstverlag, Bremen 2004. Bezug: BUND Landesgeschäftsstelle Bremen, Am Dobben 44, D-28203 Bremen. Hardback, 17,5 x 24,5 cm, 416 S., 39 Farbfotos, 7 sw-Fotos, zahlr. Abb. und Tab. ISBN 3-00-013087-X. € 20,00.

Dateiformate

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

Autoren erhalten von ihren Originalarbeiten ein PDF-Dokument.



Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde

Band 55 • Heft 1 • Februar 2017

Inhalt – Contents

Hans Utschick Erfolgsmonitoring einer Auenredynamisierung mit indikativen Vogelmenschen auf verschiedenen Landschaftsebenen.....	1
Roswitha Wiltschko und Wolfgang Wiltschko Das Navigationssystem der Vögel.....	29
Elisabeth Saccavino, Kathrin Jäckel, Dieter Thomas Tietze Wie gut repräsentieren die Ergebnisse des Integrierten Monitorings von Singvogelpopulationen die Population des jeweiligen Untersuchungsgebiets?.....	53
Jan O. Engler, Kathrin Schidelko, Darius Stiel Forschungsmeldungen	63
Jan O. Engler & Robert H. S. Kraus Digitales Gezwitscher in der Ornithologie: Eine Einführung in den Kurznachrichtendienst Twitter	75
Spannendes im "Journal of Ornithology"	81
Vogelwarte Aktuell	85
Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft	86
Persönliches	92
Ankündigungen und Aufrufe	94
Nachrichten	95
Literaturbesprechungen	99