

Band 60 • Heft 1 • Februar 2022

Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde



Deutsche Ornithologen-Gesellschaft e.V.



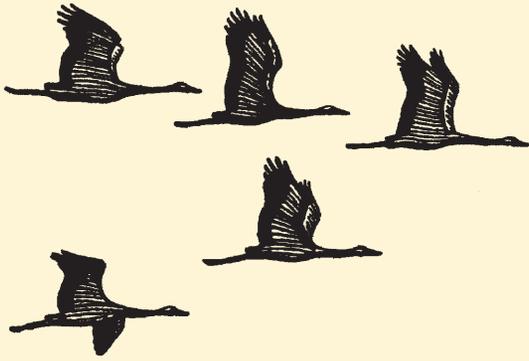
Institut für Vogelforschung
„Vogelwarte Helgoland“



Vogelwarte Hiddensee
und
Beringungszentrale Hiddensee



Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie



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“, dem Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie (mit Vogelwarte Radolfzell) und der Beringungszentrale Hiddensee. Die Schriftleitung liegt bei einem Team von 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, Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie, Am Obstberg 1, 78315 Radolfzell (Tel. 07732/1501-60, Fax. 07732/1501-69, fiedler@ab.mpg.de)
Dr. Natalie Wellbrock (geb. Kelsey), Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Am der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven (Tel. 04421/9689-32, natalie.kelsey@ifv-vogelwarte.de).

Christof Herrmann, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, - Beringungszentrale Hiddensee, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow (Tel. 03843-777240, Fax: 03843-7779240, Christof.Herrmann@lung.mv-regierung.de)

Meldungen und Mitteilungen der DO-G, Nachrichten:

Dr. Natalie Wellbrock (geb. Kelsey), Adresse s. o.

Redaktionsbeirat:

Hans-Günther Bauer (Radolfzell), Stefan Bosch (Sternenfels), Jan Engler (Gent), Sylke Frahnert (Berlin), Klaus George (Badeborn), Fränzi Korner-Nivergelt (Sempach), Bernd Leisler (Radolfzell), Roland Prinzing (Frankfurt), Kathrin Schidelko (Bonn), Heiko Schmaljohann (Oldenburg), Karl Schulze-Hagen (Mönchengladbach), Gernot Segelbacher (Radolfzell), Darius Stiels (Bonn), Joachim Ulbricht (Neschwitz), Wolfgang Winkel (Wernigerode), Thomas Zuna-Kratky (Wien)

Layout:

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

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

Vi.S.d.P. sind die oben genannten Schriftleiter.

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

ISSN 0049-6650

DO-G-Geschäftsstelle:

Karl Falk, c/o Institut für Vogelforschung, Am 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: Dr. Wolfgang Fiedler, Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie, Am Obstberg 1, 78315 Radolfzell, fiedler@ab.mpg.de

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

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

Generalsekretär: PD Dr. Swen Renner, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1010 Wien, Österreich, Swen.Renner@nhm-wien.ac.at

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

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

DO-G Beirat

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

Verkohlte Elster *Pica pica* gegen Epilepsie: Die einstige Verwendung der Elster als Heilmittel und deren Folgen für den Elstern-Bestand in Deutschland

Stefan Bosch

„Das musste ich erforschen, ... koste es, was es wolle, denn ich teile mit anderen Sterblichen nun einmal die Lust am Seltsamen.“ Pfarrer Karl Josef Friedrich über das Elsternpulver (1933).

Bosch S 2022: Charcoaled magpie (*Pica pica*) against epilepsy: The former use of Eurasian Magpies as a remedy and its consequences for the magpie population in Germany. *Vogelwarte* 60: 1–9

Charcoaled and pulverised European Magpies (*Pica pica*) have been used in traditional medicine as a ‘secret remedy’ against epilepsy for the last two thousand years, but especially since the 17th, 18th and well into the 19th century. In the 18th and 19th century, the ‘deaconess powder’ produced by Pastor Roller in Lausa near Dresden, Saxony, Germany, and the diaconate of Dresden experienced great popularity and a wide distribution beyond the borders of Germany. This ‘magpie powder’ was produced and sold in Dresden for over 115 years. Correspondence in the city archive in Heilbronn, Baden-Wuerttemberg, Germany, proves that magpie powder was still in demand and produced in the 1960s, even though modern conventional medical therapies had long been established.

Wild magpies were hunted in large quantities for the production of the powder. Historical sources from the 19th century report on a regional level of severely depleted populations up to almost complete extinction. With half a million epilepsy patients alone in Germany, there must have been a considerable need for this remedy. Since, due to superstition, magpies were only hunted in midwinter, this probably led to their removal from locations where winter flocks roosted. This would have led to an additional selection pressure on winter populations leading to behavioural changes such as increased caution and avoidance of humans. The Europe-wide, centuries-long exploitation of magpies in traditional medicine may have been another, hitherto little-known factor influencing the population and behavioural development of this species.

✉ SB: Metterstr. 16, 75447 Sternenfels, E-Mail: stefan-bosch@web.de

1 Einleitung

Die Nutzung von Tieren in der Heilkunde ist nicht nur in der traditionellen chinesischen Medizin üblich, sondern war auch in Mitteleuropa lange Zeit weit verbreitet und ist auch heute noch in der Alternativmedizin gebräuchlich. Die Elster (*Pica pica*) spielt in der Volksheilkunde zur Behandlung der Epilepsie von der Antike bis in unsere Tage eine Rolle. Anlass für diese Arbeit war ein im Stadtarchiv Heilbronn abgelegter Schriftverkehr aus den 1960er Jahren zum Thema „Elsternkohle“ (Stadtarchiv Heilbronn 2021), der aufschlussreiche Einblicke in die Verwendung heimischer Vogelarten als Medikamente bis in die heutige Zeit bietet. In der „Volksmedizin“ und in jüngerer Zeit in der Alternativmedizin werden neben ganzen Pflanzen und Tieren auch nur bestimmte Teile davon und nach unterschiedlichsten Verarbeitungsmethoden genutzt. Die Anwendung von Tieren fällt in den Bereich der als „Natur-, Geheim-, Wunder- oder Volksmedizin“ oder teilweise auch als „Drecksapotheke“ bezeichneten Gebiete. Verkohlte Elstern zur Behandlung der Epilepsie zählten zu den so genannten „Geheimmitteln“, also Substanzen von unklarer Herkunft und Zusammensetzung, die oft überteuert an von der Schulmedizin enttäuschte Patienten verkauft wurden (Meyer 1906).

2 Volkskrankheit Epilepsie

2.1 Krankheitsbild und soziale Folgen

Einige Anmerkungen zur Bedeutung der Epilepsie für Betroffene und Gesellschaft helfen die oft verzweifelte Suche nach Möglichkeiten der Heilung zu verstehen. Epilepsie ist ein zerebrales Krampf- oder Anfallsleiden. Sie ist eine häufige, lange bekannte und in allen Kulturen beschriebene Krankheit, die durch plötzliche bio-elektrische Entladungen im Gehirn zu ungewollten und ungesteuerten Bewegungsabläufen, Sensibilitätsstörungen, Verhaltensauffälligkeiten und Bewusstseinsstörungen führen kann. Mit einer Inzidenz von 0,5 bis 1 % ist sie in der Bevölkerung weit verbreitet (Epilepsie-Netz 2021). Sie galt lange Zeit als unheilbare Geisteskrankheit, beeinträchtigte das soziale Leben der Betroffenen erheblich und bleibt bis heute noch eine Krankheit, die Stigmatisierung, Isolation und gesellschaftliche Benachteiligungen bis zur Arbeitslosigkeit und Schwerbehinderung zur Folge haben kann. Als Prototyp epileptischen Geschehens gilt der „große Anfall“ (grand mal), der für viele Epilepsieformen charakteristisch ist. Dieser eindrucksvolle, oft mit einem dramatischen Sturz einhergehende Anfall galt als Werk „böser Geister“ oder als „heilige Krankheit“. In der Menschheitsgeschichte versuchte man auf unterschiedlichste Weise die Epilepsie

zu behandeln. Bereits im Neolithikum sollten durch Eröffnung des Schädels die bösen Geister entweichen (Tjerbashi & Friedrich 2007). Neben Riten, Gebeten, Exorzismen kamen auch Heilpflanzen wie Beifuß, Pfingstrose sowie tierische Substanzen als Therapieoptionen in Gebrauch.

2.2 Schulmedizinische Behandlung der Epilepsie

Lange Zeit war die Versorgung der Epilepsiepatienten unzureichend und neue Therapieansätze (Übersicht bei Tjerbashi & Friedrich 2007) in Entwicklung oder nicht überall verfügbar. Im Jahr 1962 stellt Janz fest: „Bisher befinden sich nahezu zwei Drittel aller Epileptiker überhaupt nicht in ärztlicher Behandlung. Das Odium der Erblichkeit, der Unheilbarkeit, der Geistesgestörtheit läßt ärztliche Hilfe aussichtslos erscheinen“ (Janz 1962). Dennoch waren zu Beginn der 1960er Jahre Epilepsiemittel (Antikonvulsiva, i. e. Mittel zur Krampfunterdrückung), wie sie teilweise heute noch zum Einsatz kommen, bekannt und verfügbar, wie die Sulfonamid- und Hydantoinderivate, Bromide, Barbiturate, Succinimide und Benzodiazepine (u. a. Flügel et al. 1960; Lorgé 1964), auch wenn noch wenige Erfahrungen mit den Dosierungen und Nebenwirkungen vorlagen (z. B. Rabe et al. 1962). Heute stehen etwa 30 unterschiedliche Wirksubstanzen zur Verfügung.

3 Die Elster als Geheimmittel in der Volksmedizin

3.1 Therapeutische Anwendungen der Elster

Die Elster war in der volksmedizinischen Behandlung der Epilepsie von großer Bedeutung. Offensichtlich assoziierte man ihr auffälliges, agitiert wirkendes Verhalten, ihren zuckenden Schwanz, das „schnellzappelnde“ Bewegen der Flügel“ (Friderich 1876) sowie das herabstürzende Einfliegen in Gebüsche mit den Symptomen der Epilepsie (Bächtold-Stäubli 1929/1930). Man meinte, „dass die Elster selbst an der Fallsucht zu leiden scheint“ (Kleinpaul 1890).

Erste Hinweise auf die Verwendung der Elster finden sich beim griechischen Arzt Galenos von Pergamon (ca. 129–216 n. Chr.), der sie gegen Asthma eingesetzt haben soll (Pax & Arndt 1940). Plinius soll gegen Epilepsie Wieselasche angewendet haben, jüngere Quellen empfahlen Maulwürfe, Mäuse, gedörrtes Menschenhirn oder Dohlen (Spinner & Zangger 1914). Derartige organische Substanzen wurden pur, in Wasser eingelegt („Aqua“), verbrannt („Combustae, Carbo“) oder pulverisiert eingesetzt: „Früherhin bereitete man mit Elstern ein destilliertes Wasser, Aqua Picae, aber auch die Elsternasche oder vielmehr die verkohlten Vögel, Picae combustae, waren gebräuchlich“ schreibt das Winklersche Reallexikon 1842. Bei Geiger (1830) heißt es: „Ehedem bereitete man aus den Elstern, auf ähnliche Weise wie aus den Schwalben, ein destilliertes Wasser (Aqua Picae) und die Asche, vielmehr verkohlter Vögel (Picae

combustae), waren gebräuchlich.“ Im 17. und 18. Jahrhundert kamen im deutschsprachigen Raum gegen die „Fraisen“ (Krankheitsbegriff für kindliche Epilepsie) Fraiß-Pulver und Fraiß-Wasser zur Anwendung. Der Medicus am kaiserlichen Hof in Sachsen, Johann Zwölfern, empfahl 1692 neben einem „Schwalbenwasser“ ein „Anderes Fraiß-Wasser aus verschiedenem Jungen Geflügel“, wobei Rabenkrähen und Kolkraben gemeint waren, die um Schwalben, Turteltauben, Hetzen (Alster oder Elster) und Störche ergänzt wurden (Mannsberger 2017). Das Ehepaar Gattiker (1989) hat Beispiele der medizinischen Verwendung von Elstern aus zahlreichen Regionen Europas zusammengetragen. Angewandt wurde die Elster bei „allerlei Krankheit“ wie Augenkrankungen, Gicht, Wassersucht, Fieber und neurologischen Erkrankungen (explizit als Epilepsie bezeichnet oder als Fallsucht, Verzaubert-sein, böse Geister, Ohnmacht, Melancholie, Schlag, fallender Siechttag und Irre-werden).

Die Rezepte zur Zubereitung der Elstern sind vielfältig. Unter anderem empfahl auch Conrad Gessner (1516–1565; Gattiker & Gattiker 1989), sie im Topf zu brennen, zu rösten, zu kochen, in Wasser einzulegen und in die Sonne zu stellen, im Lehm mantel zu dörren oder in Weißwein zu sieden. Die verwendeten Teile variierten regional: Entweder der ganze Vogel oder nur dessen Galle, Leber oder Auge (z. B. Kleinpaul 1890; Rasch 1906; Gattiker & Gattiker 1989). Mitunter sollten Köpfe von Jungvögeln, das Gehirn oder der Inhalt von Eiern konsumiert werden. Eine Besonderheit zieht sich durch viele Rezepte: Elstern wurden mit den Hexen in Verbindung gebracht, da diese auf den Schwänzen der Elstern reiten. Deshalb sollten Elstern nur in den zwölf heiligen, auf das Weihnachtsfest folgenden Nächten („Lostage“) gejagt werden, wenn keine Hexenritte stattfanden (Gattiker & Gattiker 1989). Ansonsten fürchtete man erhebliche Ungemach für den Schützen.

In der nicht unumstrittenen Homöopathie erfreuen sich auch Vögel als „Vogelmittel“ (Wichmann 2010) und neben anderen Vogelarten auch die Elster zunehmender Beliebtheit. Sie wird nach homöopathischer Auffassung bei Verhaltensauffälligkeiten, jedoch nicht bei Epilepsie eingesetzt (Kuntosch 2016, pers. Mitt. 2021).

3.2 Pastor Rollers Elsternpulver

Einen Boom erlebte die „Elsternkohle“ im 19. Jahrhundert. Dieser ist eng mit Pfarrer Samuel David Roller aus Lausa bei Dresden (1779–1850; Abb. 1) und dem Maler und Schriftsteller Wilhelm Georg Alexander von Kugelgen (1802–1867) verbunden. Die Idee geht auf die 1870 posthum erschienenen und bis heute verlegten Lebenserinnerungen Kugelgens zurück, in denen er „ein lebendiges und anschauliches Bild des geistigen und bürgerlichen Lebens der Frühromantik“ zeichnet. Das Buch galt als Lieblingsbuch des deutschen Bürgertums und erlebte 230 Auflagen bis 1922 (Wikipedia-Eintrag 2021). Darin thematisiert ein Kapitel die „Ge-

heime Elsternkraft“, in dem er die Asche einer verkohlten Elster als Mittel gegen epileptische Anfälle preist. Ein Handwerksbursche berichtet dort von seiner Heilung: „So gäbe es denn auch ein kleines Tierchen, welches das böse Wesen dämpfe und vertilge, und nicht ehrlich wolle er sein und zeitlebens keinen Speckkuchen mehr essen, wenn er nicht selbst dadurch geheilt worden sei. Auch sei besagtes Tierchen überall zu Hause und habe so viel Namen, daß es gar nicht zu verfehlen sei. Es heiße nämlich: Elster, Alster, Alkaster, Schalaster, Heister oder Hester. In den heiligen zwölf Nächten, wo die Natur – denn es sei ein Naturmittel – ihre ganze Kraft beisammen habe, schieße man dies nützliche Vögelchen; danach werde dasselbe im Backofen verkohlt und pulverisiert. Von solchem Pulver müsse man täglich eine Messerspitze voll in Wasser nehmen, dabei ohne Wandel leben, nicht tanzen und sich nicht besaufen; so werde man die Krankheit bald vermissen.“ (Kügelgen 1870).

Der mit Kügelgen befreundete Pfarrer Roller griff diese Therapieoption bereits um 1825 auf. Sein Bruder Jonathan soll unter Epilepsie gelitten haben und wurde durch das von ihm hergestellte Pulver geheilt (Kleinpaul 1890). Roller produzierte Elsternpulver selbst und gab das Präparat kostenfrei ab bzw. verweigerte aus Dankbarkeit für die Heilung seines Bruders kategorisch jegliche Bezahlung (Kügelgen 1870), obwohl das „Pulver-

geschäft“ erhebliche Ausmaße annahm: Roller soll – wie er selbst in Briefen angab – jährlich über 800 Anfragen erhalten haben und in 22 Jahren hätten sich „ungefähr 6.000 Epileptische“ an ihn gewandt (Friedrich 1933).

Roller produzierte alljährlich Pulver aus hunderten Elstern aus verschiedenen Regionen (Kleinpaul 1890) und bezifferte seinen Bedarf auf 200 bis 300 Vögel pro Jahr (zit. in Friedrich 1933). Kügelgen berichtet: „Die Kur machte Aufsehen im Dorf; es meldeten sich andere Kranke und genasen gleichfalls. Zu meiner Zeit verkohlte Roller jährlich schon an hundert Schalaster, die ihm von allen Seiten, sogar vom Harz und aus Schlesien, durch Freunde eingeliefert wurden, und versandte die Pulver bis Hamburg, Königsberg und Wien. Diese ausgedehnte Praxis nahm ihm einen bedeutenden Teil seiner Zeit, denn fast täglich überliefen ihn die Pulverleute, wie er sie nannte, oder hatte er sein schwarzes Mittel brieflich zu versenden.“ Manche Quellen berichten, dass es sich beim Rollerschen Pulver um eine gesottene Elster gehandelt habe (Pohl-Sennhauser 2007; Hovorka & Kronfeld 1908). Eine eindeutige Beschreibung der Herstellung liefert jedoch Friedrich 1933: Die Elstern würden „mit Haut und Haaren in irdenen Gefäßen verkohlt, die Kohle würde zerstoßen und durch ein Haarsieb gesiebt: fertig!“

Nach Rollers Tod 1850 übernahm die Dresdner Diakonissenanstalt die Produktion und den Vertrieb des nun so genannten „Diakonispulvers“ (Kügelgen 1890; Schwanitz 2021). Rollers Witwe Clara von Paschwitz übergab Gerätschaften, Unterlagen und Pulverasche an den „Hausvater“ der Anstalt Christian Friedrich Bockemüller (1832–1898), der bis zu seinem Tod 1898 in seinem Haus in Oberlößnitz das Pulver im Namen und auf Rechnung der Anstalt herstellte. „Die Anstalt erzielte dadurch jährlich einen ansehnlichen Gewinn“ (Friedrich 1933). Danach produzierten auf eigene Rechnung seine Tochter Marie bis 1930, danach eine Stiefenkelin Bockemüllers bis mindestens 1933 weiter (Friedrich 1933). Um 1930 wurden jährlich ca. 100 Saatkrähen aus „dem sächsischen Elbdorfe Moritz“ verarbeitet und das Pulver kostete „für 14 Tage reichend“ eine Reichsmark (Friedrich 1933).

3.3 Verbreitung und Bewertung des Elsternpulvers

Im 19. und 20. Jahrhundert verfolgte man gegen die Epilepsie viele Therapieansätze, die nicht wie die heutige Schulmedizin auf pharmakologischen und pharmazeutischen Erkenntnissen fußten, aber oft vom Aberglauben geprägt waren. Zahlreiche Mittel wurden angeboten oder selbst aus den lokal verfügbaren Naturmaterialien hergestellt. Sie enthielten u. a. Heilpflanzen, Kräuter oder verkohlte Wirbeltiere. Eine Übersicht aus dem Jahr 1876 beispielsweise führt 20 solcher Mittel auf. Davon sind 17 pflanzlichen und drei vermutlich tierischen Ursprungs. Bei Letzteren spielte die Elster eine wichtige Rolle. Die Beschreibungen der „Thiermittel“ lesen sich wenig appetitlich, wie es „rieche widerlich“,

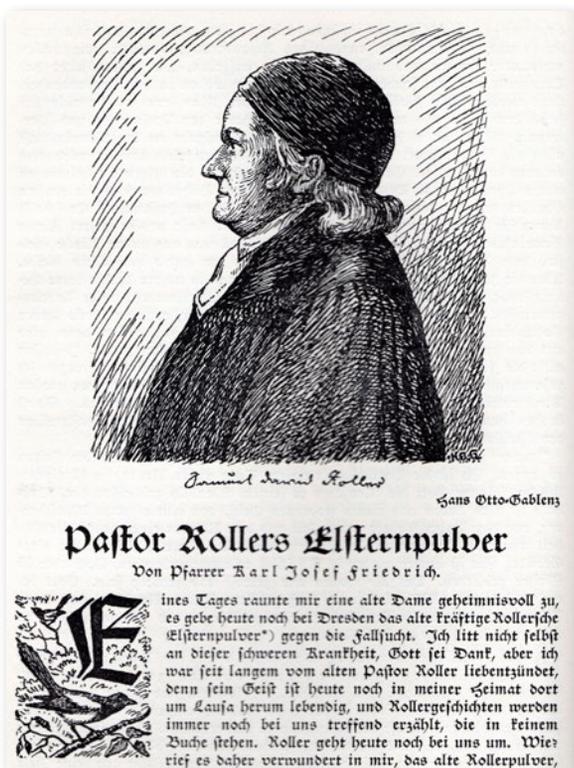


Abb. 1: Pastor Samuel David Roller und die Elster (Friedrich 1930; Diakonissenhauskalender, Titelblatt). – *Pastor Samuel David Roller and the European Magpie*. In 1825, Roller started the production of charcoaled magpies to treat epilepsy.

enthalte „Hornspäne und Federn“, sei ein „stinkendes Thieröl“, eine halbverkohlte Knochenmasse (Wittstein 1876) oder man habe im Pulver Fleisch und Markanteile der Elster festgestellt (Spinner & Zangger 1914).

Elsternpulver war so populär, dass es sogar im Konversationslexikon Erwähnung findet: „In der deutschen Mythe ist sie ein Vogel der Unterwelt, in den sich Hexen oft verwandeln, oder auf dem sie reiten. Eine an der Stalltüre aufgehängene E. schützt im Volksglauben das Vieh vor Krankheiten, und gebrannte Elstern benutzt man als Hausmittel gegen Epilepsie“ (Meyer 1906). In einer Serie über „Neue Arzneimittel, Spezialitäten und Geheimmittel“ in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift bespricht der Arzt Dr. Franz Zernik aus Steglitz auch das „Rollersche Pulver gegen Epilepsie, St. Veitstanz, Starr-, Lach-, Wein- und hysterische Krämpfe, sowie auch gegen Magen- und Brustkrämpfe“, das von der Diakonissenanstalt „zum hohen Preise von 3,40 M versandt“ werde. Man nimmt morgens jeweils eine Messerspitze davon. Zernik analysierte das Pulver und beschreibt, dass es „von schwarzer Farbe“ sei, „den durchdringenden Geruch des *Oleum animale foetidum* habe und „aus unvollkommen verkohlter tierischer Substanz“ bestehe. *Oleum animale foetidum* sei als Epilepsiemittel bekannt und Bestandteil in drei weiteren Pulvern, denn „In der Geheimmittelindustrie hat es sich, wie aus obigen Beispielen hervorgeht, behauptet“ (Zernik 1909).

Parallel zum volksmedizinischen „Pulver-Boom“ wurden von der Schulmedizin zunehmend pharmakologische (chemische) Therapeutika entwickelt (u. a. Schneble 1987). Die Auseinandersetzung und Bewertung der „Geheimmittel“ wurde kritischer und Reglementierungen versuchten dem „Unwesen“ mit dem „Verkehr mit Geheimmitteln“ u. a. durch Verordnung eines Apothekenmonopols in der Gewerbeordnung Einhalt zu gebieten. Um 1900 wurden im Deutschen Reich gesetzliche Regelungen erlassen, die die Inhaltsprüfung, Deklaration und Abgabe bestimmter Mittel nur gegen ärztliche Verordnung per Rezept regelten (z. B. ab 1904; Meyer 1906). Verzeichnisse listeten apothekenpflichtige bzw. frei- und nicht freigegebene Stoffe und Zubereitungen auf, in denen sich auch mehrere Epilepsiepulver finden (Urban 1931).

Obwohl die „Geheimmittel“ bereits vor 1900 kritisch, als unwirksam und als Aberglauben, Kurpfuscherei und Scharlatanerie bewertet wurden, erfreuten sie sich einer weiten Verbreitung, großen Popularität und noch lange setzten viele Menschen ihre Hoffnungen in diese Therapie. Das Brockhaus-Lexikon stellt bezüglich der Wirkungslosigkeit bereits 1837 fest: „Kaum dürfte es eine andere Krankheit geben, gegen welche man so viele Volks-, Haus- und Geheimmittel empfohlen hätte, und Aberglaube und Vorurtheil haben die seltsamsten in Ruf gebracht.“ (Brockhaus 1837b). Hovorka & Kronfeld (1908) konstatieren: „Dieses sehr berühmte – in Wirklichkeit gänzlich wirkungslose – Volksheilmittel heißt

„Diakonissenpulver“. Steudel (1888) kritisiert die Elsternasche als kuriosen Volksglauben und Spinner & Zangger (1914) führen es in einer Auflistung volksmedizinischer Methoden unter der Vorbemerkung „Eine psychologisch interessante Tatsache ist es, daß gerade die Behandlung der Fallsucht, des „fallenden Wehs“ oder der Epilepsie, im Volksglauben und der Volksmedizin vom allerkrassesten Aberglauben getragen ist“. Meerwarth & Soffel schreiben 1922, das Mittel würde noch „unter der Hand empfohlen“. Jedenfalls reichte die Botschaft des „Diakonissenpulvers“ weit über die Landesgrenzen und bis ins 20. Jahrhundert. Beispiele sind der in diesem Beitrag berichtete Fall oder eine Anfrage aus Nordamerika an das Pfarramt Lausa 1925 (in Friedrich 1933). Im Jahr 1967 verewigte Hans Magnus Enzensberger in seinem Gedicht „Mehrere Elstern“ dieses Pulver (Enzensberger 1967).

Die von Friedrich von Bodelschwingh (1831–1910) geleitete Anstalt Bethel war auf die Behandlung der Epilepsie spezialisiert. Man erprobte neue Heilmittel, testete die Haus- und Wundermittel und hielt bereits 1883 nicht viel von den Epilepsiepulvern. „Hausmittel wie die berühmte Elsternasche lehnte man ab“ (Bethel Historisch 2021) und setzte auf Bromkali, einem der ersten chemisch definierten Epilepsiemittel überhaupt (Tajerbashi & Friedrich 2007), das von Bethel in alle Welt versandt wurde. Bethel wie Dresden waren Diakonissenanstalten. Ob es je einen Austausch oder Diskurs über die konträren Ansichten zur Epilepsiebehandlung gab, muss spekulativ bleiben (Mutzke pers. Mitt. 2021). Bezüglich des Wirkstoffes Bromkali ging Roller davon aus, dass „wohl die Elstern im Winter mehr Bromkalium in sich aufspeichern als im Sommer. Die Volkserfahrung ergab das,“ (Friedrich 1933). Ob es dazu chemische Analysen gab, ist sehr unwahrscheinlich.

Offensichtlich gab es auch juristische Anfechtungen. So sollen bei Bockemüller auf Betreiben eines Bezirksarztes „alle Geräte beschlagnahmt“ worden sein, aber die Intervention eines sächsischen Ministers „erwirkte Duldung des alten, gesegneten Heilmittels“ (Friedrich 1933). Vor dem Schöffengericht in Altona war ein Arzt angeklagt, der in zweiter Generation Elsternpulver nach Rollers Rezept herstellte und nicht kommerziell versandte (Friedrich 2000). Auch die Schriftleitung des 1933 mit Friedrichs Beitrag erschienen Diakonissenhauskalenders distanziert sich mit dem Hinweis, man wolle keine Werbung für das Elsternpulver machen.

4 Der Fall „Heilbronner Elsternkohle“ 1961

In einer vollständig erhaltenen Korrespondenz wendet sich 1961 eine betagte, in Brasilien lebende, gebürtige Heilbronnerin an den damaligen Heilbronner Oberbürgermeister Paul Meyle mit der Bitte, ihm das Pulver einer verkohlten Elster zu besorgen, um damit die Krampfanfälle eines Verwandten zu behandeln. Meyle kommunizierte dieses Ansinnen an einen Journalisten



Abb. 2: Diese oder ähnlich lautende Meldungen erschienen 1961 in zahlreichen deutschsprachigen Tageszeitungen (Zeitungsausschnitt 1961, Zeitung unbekannt). – „Mayor to coal a magpie“ – reports like this were published in several German newspapers in 1961 as a result of a call for help. A woman from Germany living in Brazil asked for „magpie powder“ for the treatment of a relative suffering from epilepsy.

und erzeugte damit ein größeres Aufsehen in der Presse: In zahlreichen deutschen Tageszeitungen erschien die Bitte um Elsternkohle als Kurznachricht (Abb. 2), teils als ernsthaftes Hilfeersuchen, teils als Kuriosität. Diese Botschaft löste einige Reaktionen aus. Ein Dutzend Menschen meldeten sich, um ihre Bereitschaft zur Herstellung des Pulvers zu bekunden, Ratschläge zur Herstellung zu geben, Erfahrungen zur Wirksamkeit des Mittels mitzuteilen oder andere Mittel zu empfehlen. Jedes Schreiben wurde von Meyle umgehend schriftlich beantwortet und ggf. Kontakte vermittelt. Einige Briefe verdeutlichen eindrucksvoll das Leiden der betroffenen, oft jungen Menschen und ihre verzweifelte Suche nach Erfolg versprechenden Hilfen. Nur einer von zwölf Briefeschreibern berichtet von Behandlungserfolgen mit einem Präparat, das den noch heute angewandten Therapieprinzipien entspricht.

Zur Herstellung des Elsternpulvers erklärte sich der Apotheker Clemens Goeke aus der Sonnen-Apotheke in Borken/Westfalen bereit. In einem Brief vom 26.10.1961 berichtet er von den Erfahrungen mit der Herstellungsmethode von „Carbo piccae“ mittels Trituration (d.h. Verreibung eines Feststoffes zu Pulver). Dazu bezog er zwei geschossene Elstern, eine von einem örtlichen Jäger und eine aus dem nahe gelegenen Winterswyk in den Niederlanden. Ausführlich beschreibt er in einem Brief vom 25.11.1961 das Verkohlen der beiden Elstern in einer alten Bratpfanne im mäßig brennenden Koksofen im Heizkeller über drei Stunden in Anwesenheit eines homöopathischen Arztes. Neben der Anfrage aus Brasilien bediente Apotheker Goeke nach eigenem Bekunden weitere Anfragen nach „Elsternkohle“ (Stadtarchiv Heilbronn 2021).

5 Populationsökologische Aspekte

5.1 Der Bedarf an Elstern für volksmedizinische Zwecke

Die heutzutage kurios anmutende Nutzung verkohlter und pulverisierter Elstern wirft ornithologische Fragen auf. Namhafte Vogelkundler der damaligen Zeit beklagten abnehmende Bestände infolge einer Übernutzung für Epilepsiepulver. Dies lässt vermuten, dass die Elster über Jahrhunderte in Europa einem Verfolgungsdruck auch zu heilkundlichen Zwecken ausgesetzt war.

In einem engagierten Beitrag zum Vogelschutz geht der Geologe und Ornithologe Karl Theodor Liebe (1828–1894; Liebe 1894) hart mit dem Aberglauben ins Gericht und berichtet von einer anhaltenden Bestandsreduktion der Elster: „Hierunter ist die ganz besondere Sorte von Aberglauben gemeint, welche bestimmte Körperteile der verschiedensten Vögel teils gekocht und gebraten, teils verkohlt und gepulvert als spezifische Mittel anwendete. Erst vor wenigen Jahrzehnten wurden in Thüringen und Sachsen eine Menge von Elstern geschossen, um dann in besonderer Weise präpariert und gedörrt zu dem bekannten Diakonissenpulver gegen die Epilepsie verwendet zu werden. Damals wurden diese Strauchdiebe in Ostthüringen so dezimiert, daß sich ihr Bestand sogar heute nicht wieder erholt hat.“ (Liebe 1894). Kleinpaul 1890 zitiert Brehm mit der Feststellung, dass „die Elstern in jenen Jahren merklich abnahmen und fast ausstarben“. Auch Johanna Fürstin Bismarck lieferte regelmäßig Elstern an Roller und schrieb 1877 an ihn: „Außerdem klagten die Förster sehr über großen Elster-Mangel, ich weiß also noch nicht, ob sie Ihnen überhaupt einige zu schicken vermochten?“ (in Friedrich 1933).

Die Entnahme für heilkundliche Zwecke dürfte durchaus für die Population relevant gewesen sein, wenn man sich folgende Zahlen vor Augen führt: Ende des 19. Jahrhunderts hatte Deutschland ca. 50 Millionen Einwohner (laut offizieller Statistik 1871 41,4 und 1900 56,4 Millionen Einwohner; BPB 2021). Legt man die heutigen Kennzahlen für die Epilepsie (Prävalenz 0,5 bis 1 %, Inzidenz 8 bis 12 Neuerkrankungen je 100 000 Einwohner und Jahr; Epilepsie-Netz 2021) zugrunde, kann von damals ca. 500.000 Betroffenen resp. jährlich 4.000 bis 6.000 Neuerkrankungen ausgegangen werden. Wenn nur ein Bruchteil der Betroffenen das „Heilmittel Elster“ genutzt hat, macht das einen flächendeckenden und mengenmäßig relevanten Bedarf an dieser Vogelart aus. Viele Rezepte (z. B. Brief vom 12.11.1961; Abb. 3, in Stadtarchiv Heilbronn 2021) empfehlen wegen des Aufwandes die Verarbeitung gleich mehrerer Elstern: „Unter 10 Stück lohnt sich die Herstellung kaum“. Zudem sollte das produzierte Mittel über sechs Wochen eingenommen werden. Somit bestand für „lokale Selbstversorger“ ein Bedarf von mindestens zehn Elstern sowie ein überregionaler Bedarf von – wie in Dresden – jährlich hunderten Elstern. Und offenbar

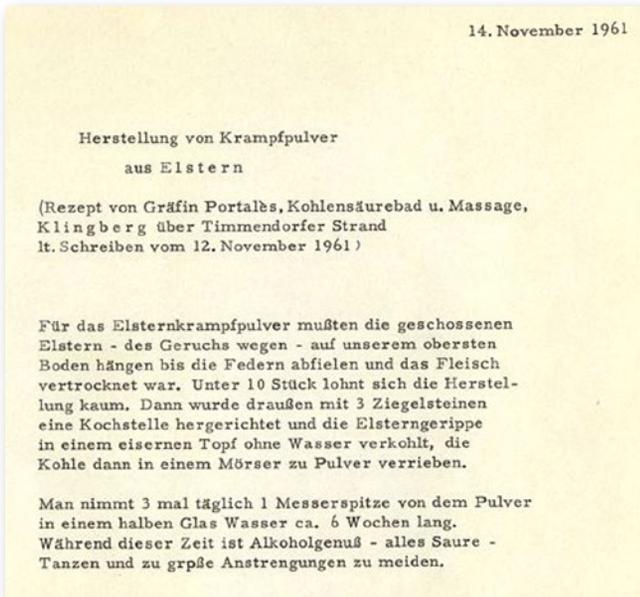


Abb. 3: Rezept zur Zubereitung von Krampfpulver aus dem Jahr 1961, Stadtarchiv Heilbronn. – *Recipe for the production of „Krampfpulver“ (powder for the treatment of epilepsy) using magpies. It was recommended to use ten or more birds for the production (1961).*

waren im deutschsprachigen Raum zeitweise mehrere „Großproduzenten“ aktiv.

5.2 Einflüsse auf Bestand und Verhalten der Elster
Verfolgungen beeinflussen die Elsternbestände schon lange. Früher standen Schäden in den zur Lebensmittelversorgung wichtigen Obst- und Gemüsegärten („man stellt ihnen daher fleißig nach, wo sie im strengen Winter die Knospen abfressen und die Pflropfreiser in den Baumschulen abtreten“; Brockhaus 1837a) sowie Schäden an Hof- und Hausgeflügel im Vordergrund (Friderich 1876), weshalb die Elster aus Siedlungen zu verdrängen sei. Eine weitere Nutzung war die Käfighaltung bis ins 20. Jahrhundert: „Sie lassen sich auch leicht zähmen und lernen, wenn ihnen die Zunge gelöst worden, mehre Worte nachsprechen“ (Brockhaus 1837a nach Brehm 1831, 1832).

Der Fang gestaltete sich schwierig (Brehm 1855). „Bei ihrer Vorsicht sind sie aber schwer zu fangen“ (Friderich 1876). Zum Einsatz kamen am Nesteingang angebrachte „Schlingen oder Leimruthen“ sowie eine mit Lockvogel bestückte „Krähenhütte“ oder eine in Waldbäumen errichtete „Heherhütte“ (Brehm 1855). Eine weitere Möglichkeit boten im Winter vom Schnee befreite Stellen mit Schlaggarn oder Tellereisen (Brehm 1855). In vielen Quellen ist nach 1850 von geschossenen Elstern die Rede. Offenbar waren Schusswaffen nach Ende der Hof- und Feudaljadg verbreiteter verfügbar. In früheren Jahrhunderten wurde die Elster als munter, gewandt, listig, scheu und vorsichtig beschrieben. „Sie lebt und brütet in Gärten und an baumreichen Orten in der

Nähe der menschlichen Wohnungen“ und sie nisten in den „schlanken Gipfel der höchsten Bäume, beim Nestbau sind sie sehr klug und vorsichtig, verhalten sich ganz still beim Nest, und bleiben in einiger Entfernung davon, wenn sie einen Menschen in dessen Nähe bemerken“ (Friderich 1876).

Angaben zum Bestand der Elster aus früheren Jahrhunderten sind schwierig einzuschätzen. Ein Bild der Landschaft um das mittelalterliche Halberstadt zeichnet Nicolai (2004): Die Stadt war dicht bebaut, ummauert und hatte wenig Grünflächen. Unmittelbar um die Stadt war die Landschaft offen und eher ausgeräumt mit einzelnen Gehölzen, Bäumen und Obstbaumpflanzungen. Der städtische Bestand lag mit 10 bis 40 Brutpaaren deutlich niedriger als heute (Nicolai 2004). In Thüringen galt die Elster gemäß dem „Gothaer Vogelbuch“ (1603–1662) als anwesend (Mey & Hackethal 2012). Allerdings war die Verbreitung variierend: „Im Anhaltinischen, Thüringischen, Fränkischen, in der Wetterau und anderen Gegenden in der Nähe der Dörfer und Städte gemein, in manchen Gegenden, wie z. B. im Waldeckischen gar nicht.“ (Meyer & Wolf 1810). Für die Stadt Eisenach und deren Stadt-

rand wird sie nicht berücksichtigt (Senft 1874 in Mey 2005), 1883 galt sie dort als dem Verschwinden nah. Offenbar war die Bestandsentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert negativ, 1914 wird sie nicht als regelmäßiger Brutvogel erwähnt (Mey 2005). Koepert (1896) berichtet aus dem Herzogtum Sachsen-Altenburg: „Infolge der Verfolgungen zwar seltener geworden, brütet aber allenthalben noch, besonders in Thälern.“ Für Bielefeld und Bethel wird berichtet: „Vor 1908 war die Elster in der näheren Umgebung der Stadt „ausgerottet“, brütete aber 1908 wieder in zwei Paaren am Johannisberg“ (Conrads 2007).

6 Diskussion

Das Thema „Elstern- bzw. Epilepsiepulver“ vereint historische, medizinische, pharmakologische und ornithologische Aspekte. Die Verwendung der Elster als Heilmittel lässt sich über zwei Jahrtausende nachweisen, als Mittel gegen die Epilepsie über mindestens vier Jahrhunderte. Um 1825 griff der Lausaer Pfarrer Roller ein, produzierte und vertrieb es in großer Menge und legte den Grundstein für eine aller Kritik und Anfechtungen zum Trotz über 115 Jahre währende Produktion und für die weithin bekannte, legendäre Bezeichnung „Elstern- bzw. Diakonissenpulver“.

Die Nutzung der Elster für Heilzwecke wird in der ornithologischen Literatur nur selten und am Rande thematisiert (u. a. Gattiker & Gattiker 1989; Lieckfeld & Strass 2002), obwohl Elsternpulver keinesfalls nur

eine Episode im Reigen der „Geheimmittel“ war, sondern über lange Zeit als populäres, einfach herzustellendes Mittel eine große Rolle spielte. Eine erste lexikalische Erwähnung findet sich 1837, so dass das Verfahren schon damals etabliert und verbreitetes „Allgemeinwissen“ gewesen sein muss und weithin praktiziert wurde. Gattiker & Gattiker 1989 z. B. listen Therapien mit Elstern aus einigen Regionen Europas auf. Elstern galten als wirksames Mittel gegen Epilepsie, wenngleich die Wirksamkeit bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts angezweifelt wurde (Brockhaus 1837b; Hovorka & Kronfeld 1908; Bethel Historisch 2021). Der hier aufgearbeitete Heilbronner Fall dokumentiert, dass Elsternpulver bis in die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts bekannt und vereinzelt nachgefragt war (vgl. in dieser Zeit noch kursierende Rezepte wie z. B. in Abb. 3), obwohl seit Jahrzehnten effektive schulmedizinische Ansätze (Tajerbashi & Friedrich 2007) verfügbar waren.

Aus ornithologischer Sicht dürfte der heilkundliche Bedarf an Elstern regional drastisch zur Reduzierung der Populationen geführt haben. Damals beklagten kompetente Ornithologen, dass die Elster wegen des „Diakonissenpulvers“ beinahe ausgerottet worden sei (z. B. Liebe 1894). Für die Pulverherstellung in Dresden werden in historischen Quellen explizit die Regionen Sachsen, Thüringen, Harz und Schlesien als Herkunftsorte der Elstern genannt.

Auf den Bestand einer Vogelart nehmen zweifellos unterschiedliche Faktoren Einfluss. Die Elster sah sich schon lange der Verfolgung als „Schädling“ ausgesetzt, wie mehreren Lexika des frühen 19. Jahrhunderts zu entnehmen ist. Das Ausmaß der Erlegung zu Heilzwecken ist im Nachhinein schwer zu quantifizieren. Legt man vereinfachend die heute angegebenen Abundanz mit ein bis drei Revieren/ 10 ha in Siedlungen und einem Revier/ 10 ha in der offenen Landschaft (Gedeon et al. 2014) bzw. knapp vier Revieren je Quadratkilometer und zwei ausgeflogenen Jungvögeln pro Brut (Bauer et al. 2005) zugrunde, ist bei einer Entnahme von nur zehn Vögeln (wie im Rezept in Abb. 3 aus Praktikabilitätsgründen empfohlen) rasch der örtliche Brutbestand abgeschöpft. Aufgrund der Häufigkeit und weiten Verbreitung der Krankheit und einer über Wochen empfohlenen Einnahme muss angenommen werden, dass vielerorts größere Mengen an Vögeln erlegt wurden. Da man viele Elstern aus dem Mittwinter benötigte und der Abschuss nach 1850 die wohl vorrangig angewandte Methode war, liegt es nahe, die mitunter zahlenstarken Winterschlafplätze zu bejagen, an denen sich sowohl Revierpaare als auch unverpaarte Vögel einfinden (Birkhead & Clarkson 1985; Bosch 1994; Kooiker & Buckow 1999). Somit wurden möglicherweise rasch Schlafgemeinschaften dezimiert oder nahezu ausgelöscht. Zumindest für Dresden lässt der zunehmende Bedarf an Elstern, die aus entfernten Regionen stammten, annehmen, dass

die lokale Population durch Übernutzung zusammengebrochen war. Dort dürften im Laufe der Jahre mehrere zehntausend Elstern „verarbeitet“ worden sein. Gegen Ende der Ära des Diakonissenpulvers kamen auch Saatkrähen in Gebrauch (Friedrich 1933). Ob man aus Mangel an Elstern oder wegen leichter Erreichbarkeit in den Kolonien auf andere Rabenvögel ausgewichen ist, bleibt Spekulation.

Die gezielte Entnahme von Individuen aus Wildpopulationen stellt einen Selektionsdruck dar (Allendorf et al. 2008), der zu Veränderungen in der Morphologie (z. B. Pigeon et al. 2016) und im Verhalten (Lecler et al. 2017) führen kann. Eine Bejagung kann scheuere, aufmerksamere und vorsichtigere Individuen selektieren (Arlinghaus et al. 2016). Elstern sind sowohl für ihr Neugier- und Explorationsverhalten als auch Vermeidungs- und Fluchtverhalten gegenüber dem Menschen bekannt. Viele Vogelarten reagieren flexibel auf Veränderungen und besonders auf Prädatoren (z. B. Massaro et al. 2008) oder Menschen mit Vermeidungsverhalten sowie mit artspezifischen und individuellen Fluchtdistanzen (z. B. Ruddock & Whitfield 2007). Arten, die ihr Verhalten auf Populations-ebene anpassen, reduzieren theoretisch ihr Risiko auszusterben (Ducatez et al. 2020). Antiprädatorenverhalten kann genetisch fixiert werden (Bize et al. 2012; Jinag & Møller 2017; Møller 2017). Rabenvögel sind für ihre kognitiven Fähigkeiten bekannt. Sie können u. a. Menschen individuell erkennen und vermögen spezifische Gefahren durch Beobachtung zu lernen und Abneigung gegen Menschen bzw. einzelne Individuen zu entwickeln (Marzluff et al. 2009). Die bereits im 19. Jahrhundert beschriebene Wahl höher gelegener Neststandorte in Siedlungen (Friderich 1876) wird als Ausweichstrategie gegenüber anthropogenen Störungen interpretiert (Sálek et al. 2020). Neben hohem, anhaltendem Verfolgungsdruck aus anderen Gründen ist nicht auszuschließen, dass das gegenüber Menschen gezeigte Vorsichts- und Vermeidungsverhalten auch auf die lange geübte Verfolgung der Elster zu Heilzwecken zurückgeht. Die Elster ist ein Beispiel für signifikante regionale Bestandseinbußen infolge eines Verfolgungsdruckes für volksmedizinisch-heilkundliche Zwecke.

Dank

Herzlicher Dank gilt Walter Hirschmann und Wolf-Dieter Riexinger (Heilbronn) für die „Entdeckung“ und Weiterleitung der Elsternkohle-Akte, Lisa Potthoff-Goeke (Borken), Michael Kuntosch (Kandern), Dorothee Kuhbandner (Radebeul) und Beate Mutzek (Dresden) für Unterstützung mit Informationen und Materialien. Das Manuskript haben Christian Friedrich (Marburg), Peter Lurz (Edinburgh), Hansjörg Schneble (Epilepsiemuseum Kehl-Kork), Wolfgang Fiedler (Radolfzell) sowie ein anonymer Gutachter durchgesehen und wertvolle Anregungen gegeben.

7 Zusammenfassung

Verkohlte und pulverisierte Elstern werden seit mindestens zwei Jahrtausenden, vor allem aber vom 17. bis weit ins 19. Jahrhundert in der Volksmedizin als „Geheimmittel“ gegen Epilepsie angewandt. Im 18. und 19. Jahrhundert erfuhr über die Grenzen Deutschlands hinaus das vom Lausaer Pfarrer Roller und der Diakonissenanstalt Dresden produzierte „Diakonispulver“ große Popularität und weite Verbreitung. In Dresden wurde „Elsternpulver“ über 115 Jahre hergestellt und versandt. Eine Korrespondenz im Heilbronner Stadtarchiv belegt, dass noch in den 1960er Jahren Elsternpulver nachgefragt und hergestellt wurde, obwohl moderne schulmedizinische Therapien längst verfügbar waren.

Für die Herstellung von Elsternpulver wurden Elstern in großer Zahl erlegt. Historische Quellen aus dem 19. Jahrhundert berichten auf regionaler Ebene (z. B. Sachsen, Thüringen, Harz) von stark dezimierten Beständen bis zur fast vollständigen Ausrottung. Bei damals schätzungsweise 500.000 an Epilepsie erkrankten Menschen allein in Deutschland dürfte ein erheblicher Bedarf für dieses Heilmittel bestanden haben. Da aufgrund von Aberglauben Elstern nur im Mittwinter geschossen wurden, führte dies vermutlich zur Entnahme an Gruppenschlafplätzen. Die gezielte Erlegung von Elstern hat möglicherweise Verhaltensänderungen wie erhöhte Scheu und Vorsicht gegenüber Menschen selektioniert. Die jahrhundertelange volksmedizinische Nutzung der Elster dürfte ein weiterer, bislang wenig bekannter Faktor in der Bestands- und Verhaltensentwicklung dieses Rabenvogels gewesen sein.

8 Literatur

- Allendorf FW, England PR, Luikart G, Ritchie PA & Ryman N 2008: Genetic effects of harvest on wild animal populations. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 327–337.
- Arlinghaus R, Alós J, Klefoth T, Laskowski K, Monk CT, Nakayama S & Schröder A 2016: Consumptive tourism causes timidity, rather than boldness, syndromes: a response to Geffroy et al. *Trends in Ecology & Evolution* 31: 92–94.
- Bächtold-Stäubli H 1929/1930: Handwörterbuch des Deutschen Aberglaubens, Bd. II, Walter de Gruyter & Co Berlin und Leipzig: 799–802.
- Bauer HG, Bezzel E & Fiedler W 2005: Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Passeriformes. 2. Auflage, Aula-Verlag Wiebelsheim: 55–60.
- Bethel Historisch 2021: Ophir – Arznei für Epilepsiekranke. http://www.bethel-historisch.de/index.php?article_id=15, Zugriff am 22.04.2021.
- Birkhead TR & Clarkson K 1985: Ceremonial Gatherings of the Magpie *Pica pica*: Territory Probing and Acquisition. *Behaviour* 94: 324–332.
- Bize P, Diaz C & Lindström J 2012: Experimental evidence that adult antipredator behaviour is heritable and not influenced by behavioural copying in a wild bird. *Proc. Royal Soc. B* 279: 1380–1388.
- Bosch S 1994: Bemerkungen zur Größe von Schlafplätzen der Elster in Baden-Württemberg und zum Verhalten einer individuenreichen Schlafgemeinschaft. *Orn. Schnellmitt. Bad.-Württ. N.F.* 46: 24–32.
- BPB Bundeszentrale für politische Bildung 2020: Bevölkerungsentwicklung, Bevölkerungszahl in Millionen, 1871 bis 2019. <https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/soziale-situation-in-deutschland/61532/bevoelkerungsentwicklung>, Zugriff am 10.07.2021.
- Brehm CL 1831: Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands. B.F. Voigt Ilmenau: 176–178. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 26.06.2021.
- Brehm CL 1832: Handbuch für den Liebhaber der Stuben-, Haus- und aller der Zählung werthen Vögel: 282. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 26.06.2021.
- Brehm CL 1855: Der vollständige Vogelfang: Mit 2 lithograph. Tafeln. B.F. Voigt, Weimar: 62–63. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 26.06.2021.
- Brockhaus Bilder-Conversations-Lexikon 1837a: Elster, Band 1: 656. www.zeno.org/Brockhaus-1837/A/Elster?hl=elster www.zeno.org/Brockhaus-1837/A/Elster?hl=elster, Zugriff am 25.04.2021.
- Brockhaus Bilder-Conversations-Lexikon 1837b: Epilepsie, Band 1: 675. www.zeno.org/Brockhaus-1837/K/brockh-1837-011-0675, Zugriff am 25.04.2021.
- Carrete M, Martínez-Padilla J, Rodríguez-Martínez S Rebolofrán N, Palma A & Tella JL 2016: Heritability of fear of humans in urban and rural populations of a bird species. *Scientific Reports* 6: 2045–2322.
- Conrads K 2007: Zur Avifauna der Brutvögel von Bielefeld und Bethel-Gadderbaum. *Ber. Naturwiss. Verein für Bielefeld u. Umgegend* 47: 257–277.
- Ducatez S, Sol D, Sayol F & Lefebvre L 2020: Behavioural plasticity is associated with reduced extinction risk in birds. *Nature ecology & evolution* 4: 788–793. doi.org/10.1038/s41559-020-1168-8.
- Enzensberger HM 1967: Blindenschrift. Edition Suhrkamp 217, Frankfurt/ Main: 82–85.
- Epilepsie-Netz 2021: <http://www.epilepsie-netz.de/128/Inzidenz,-Praevalenz,-Aetiologie.htm>; Zugriff am 10.08.2021.
- Flügel F, Bente D & Itil T 1960: Zur Stellung des Butansultamderivates Ospolot in der Behandlung zerebraler Anfallsleiden. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 85: 2199–2220.
- Friederich CG 1876: Vollständige Naturgeschichte der deutschen Zimmer-, Haus- und Jagdvögel. 3. Auflage, J. Hoffmann Stuttgart: 425–427. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 26.06.2021.
- Friedrich KJ 1933: Pastor Rollers Elsternpulver. *Dienst und Freude, Dresdner Diakonissenhauskalender*: 50–59.
- Friedrich KJ 2000: Der Pastor Roller von Lausa und seine Ehe mit Clara von Paschwitz: ein zweifaches Lebensbild. Evangelisch-Lutherische Kirchengemeinde.
- Gattiker E & Gattiker L 1989: Die Vögel im Volksglauben. Aula Verlag Wiesbaden: 166–186.
- Gedeon K, Gruneberg C, Mitschke A, Sudtfeld C, Eickhorst W, Fischer S, Flade M, Frick S, Geiersberger I, Koop B, Kramer M, Kruger T, Roth N, Ryslavy T, Stubing S, Sudmann SR, Steffens R, Vokler F & Witt K 2014: Atlas Deutscher Brutvogelarten. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster: 394–397.
- Geiger PL 1830: Handbuch der Pharmacie. 2. Band, 2. Hälfte. EF Wolters Stuttgart: 1842.
- Hovorka O von & Kronfeld U 1908: Vergleichende Volksmedizin. 1. Band, Strecker & Schieder Stuttgart: 122.
- Janz D 1962: Epilepsie-Ambulanz als Institution. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 87: 1385–1387.
- Jiang Y & Møller AP 2017: Escape from predators and genetic variance in birds. *J. Evol. Biol.* 30: 2059–2067.
- Kleinpaul R 1890: Das Rätsel der Sprache. W. Friederich, Leipzig.

- Koepert O 1896: Die Vogelwelt des Herzogtums Sachsen-Altenburg. J. Ornithol. 44: 217–248.
- Kooiker G & Buckow CV 1999: Die Elster. Aula-Verlag Wiebelsheim.
- Kügelgen W von 1870: Jugenderinnerungen eines alten Mannes. Verlag von Wilhelm Hertz, Berlin. Hrsg. Philipp von Nathusius.
- Kuntosch M 2016: Frei wie ein Vogel. Vogelmittel in der homöopathischen Praxis. Narayana Verlag Kandern: 173–175.
- Lecler M, Zedrosser A & Pelletier F 2017: Harvesting as a potential selective pressure on behavioural traits. J Appl. Ecol. 54: 1941–1945.
- Liebe KT 1894: Lernet erst das Leben der Vögel genau kennen, wenn Ihr sie mit rechtem Erfolge schützen wollt. Ornithol. Monatsschrift 19: 250–257.
- Lieckfeld CP & Strass V 2002: Mythos Vogel. BLV Verlagsgesellschaft München: 143–146.
- Lorgè M 1964: Das Prostrationssyndrom. Eine ernste Gefahr bei der medikamentösen Epilepsiebehandlung. Dtsch. Med. Wochenschr. 89: 1707–1709.
- Mannsberger EM 2017: „Dieß Pflaster ist ein kostbarer Schatz...hat vielen geholfen. Die „Vortreflichen Arzneibücher der Benigna Fundeißin und der Maria Anna Rathgeb“ des frühen 18. Jahrhunderts aus Österreich. Diss. Universität Wien 655 pp.
- Marzluff JM, Walls J, Cornell HN, Withey JC, Craig DP 2010: Lasting recognition of threatening people by wild American crows. Animal Behaviour 79: 699–707.
- Massaro M, Starling-Windhof A, Briskie JV & Martin TE 2008: Introduced Mammalian Predators Induce Behavioural Changes in Parental Care in an Endemic New Zealand Bird. PLoS ONE 3: e2331.
- Meerwarth H & Soffel K 1922: Lebensbilder aus der Tierwelt Europas. Vogtländer, Leipzig.
- Mey E 2005: Über Veränderungen in der Vogelfauna der westthüringischen Stadt Eisenach und seiner Umgebung während der letzten 200 Jahre. Anz. Ver. Thüring. Ornithol. 5: 129–172.
- Mey E & Hacketh S 2012: Die im „Gothaer Vogelbuch“ dargestellten Arten: ein Zeugnis für die thüringische Vogelwelt aus dem 17. Jahrhundert. Ökol. Vögel 34: 75–139.
- Meyer B & Wolf J 1810: Taschenbuch der deutschen Vögelkunde oder kurze Beschreibung aller Vögel Deutschlands. F. Wilmans, Frankfurt: 104–105. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 26.06.2021.
- Meyers Großes Konversations-Lexikon 1906: Elster. Band 5, Leipzig 1906: 737. www.zeno.org/nid/20006549195, Zugriff am 27.06.2021.
- Møller AP 2017: Transgenerational consequences of human visitation. In: Blumstein D, Geffroy B, Samia D, Bessa E (Hrsg.): Ecotourism's Promise and Peril. Springer, Cambridge.
- Nicolai B 2004: Die Vogelwelt im mittelalterlichen Halberstadt Versuch einer Bestandsaufnahme. Ornithol. Jber. Mus. Heineanum 22: 5–27.
- Pax F & Arndt W 1940: Rohstoffe des Tierreiches, Bd.15, Bornträger Berlin: 666.
- Penin H 1961: Epilepsie und Invalidität. Dtsch. Med. Wochenschr. 1961; 86: 1252–1256.
- Pigeon G, Festa-Bianchet M, Coltman DW & Pelletier F 2016: Intense selective hunting leads to artificial evolution in horn size. Evolutionary Applications, 9: 521–530.
- Pohl-Sennhauser I 2007: Rattenschwanz und Schneckenschleim – Aberglaube oder vergessene Volksmedizin. Böhlau: 171.
- Rabe F, Penin H & Matthes A 1962: Erfahrungen mit Ospolot in der Epilepsiebehandlung. Dtsch. Med. Wochenschr. 87: 953–959.
- Rasch C 1906: Ueber die Anwendung von Geheimmitteln bei Epilepsie (Fallsucht). Bethel 1906: 9–10.
- Ruddock M & Whitfield DP 2007: A review of disturbance distances in selected bird species. report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage, 181 pp.
- Šálek M, Grill S & Riegert J 2020: Nest-site selection of an avian urban exploiter, the Eurasian magpie *Pica pica*, across the urban-rural gradient J. Vertebrate Biology 70: 1–11.
- Schneble H 1987: „Antiepileptische Therapie 1877“ – Die Behandlung der Epilepsie vor 100 Jahren. Nervenarzt 49: 76–78.
- Schwanitz H 2017: David Samuel Roller. In: Sächsische Biografie. Institut für Sächsische Geschichte und Volkskunde e. V. (Hrsg.), Online-Ausgabe: <http://www.isgv.de/saebi/>, Zugriff am 6.05.2021.
- Seligmann S & Zwernemann J 1996: Die magischen Heil- und Schutzmittel aus der belebten Natur: Das Tierreich. Reimer: 63.
- Spinner JR & Zangger H 1914: Ärztliches Recht unter besonderer Berücksichtigung deutschen schweizerischen, österreichischen und französischen Rechts. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Stadtarchiv Heilbronn 2021: Akte „Elsternkohle“, Digitalisat des Schriftverkehrs des Heilbronner Rathauses aus den Jahren 1961/62, archiviert im Stadtarchiv Heilbronn.
- Steucler H 1888: Ueber medicinische und hygieinische Vorurtheile und Verkehrtheiten. In: Hygieia, Gemeinverständliche Monatsschrift für Selbstgesundheits- und Krankenpflege, Menschen- und Kulturkunde unter Mitwirkung von Aerzten und Hygieinikern. Hrsg. P. Niemeyer. A. Zimmer's Verlag (Ernst Mohrmann) Stuttgart: 137–142.
- Tajerbashi B & Friedrich C 2007: Zur Geschichte der Therapie der Epilepsie. Pharm. Unserer Zeit 36: 254–261.
- Urban E 1931: Freigegebene und nicht freigegebene Arzneimittel. Die Gesetzgebung und Rechtsprechung über den Verkehr mit Arzneimitteln außerhalb der Apotheken. 7. Auflage. Springer Berlin Heidelberg: 14.
- Weber JS & Wittliger J 1851: Die innerlichen und äußerlichen Heilmittel, ihre Wirkungen und Anwendungsweisen auf den menschlichen Körper. G. Schwarz Schwäbisch Hall.
- Wenger O 1942: Geschichte der Epilepsie – Ein Rückblick auf vier Jahrtausende. Monatsschr. Psychiatrie und Neurologie 106: 163–216.
- Wichmann J 2010: Vögel in der Homöopathie: Übersicht zu Stand der Forschung und Prüfung der Vogelarzneien. Spektrum der Homöopathie 3: 12–17.
- Wikipedia 2021: Wilhelm von Kügelgen. Zugriff am 06.05.2021.
- Winkler E 1842: Vollständiges Real-Lexikon der medicinisch-pharmaceutischen Naturgeschichte und Rohwarenkunde. Band 2, Leipzig: F.A. Brockhaus: 946. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 25.04.2021.
- Wittstein GC 1876: Taschenbuch der Geheimmittellehre. 4. Auflage. C.H. Becksche Buchhandlung, Nördlingen: 69–75. Zugriff auf elektronische Version bei Google.books am 25.04.2021.
- Zernik F 1909: Neue Arzneimittel, Spezialitäten und Geheimmittel XX. Dtsch. Med. Wochenschr. 35: 891–892.

NEU!



Vogelzug ist eines der faszinierendsten Schauspiele der Natur. Woher wissen wir, von wo die Vögel kommen und wohin sie ziehen? Wie schaffen sie ihre oftmals über Tausende von Kilometern reichende Reise über Meere und Wüsten? Wie kann ein junger Vogel, der erstmals und ohne seine Eltern nachts zieht, wissen, wann und wohin er zu fliegen hat? Wie orientieren sie sich? In welcher Höhe fliegen sie? Wie beeinflusst Wetter den Vogelzug? Warum ziehen sie überhaupt? „Das große Buch vom Vogelzug“ gibt hierauf Antworten, zeigt die vielfältigen Ausprägungen von Vogelzug, beschäftigt sich aber auch mit dem Rückgang von Zugvögeln und ihrem Schutz. Außerdem werden die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf den Vogelzug und die Rolle der Zugvögel als Überträger von Infektionskrankheiten beleuchtet.

Franz Bairlein:

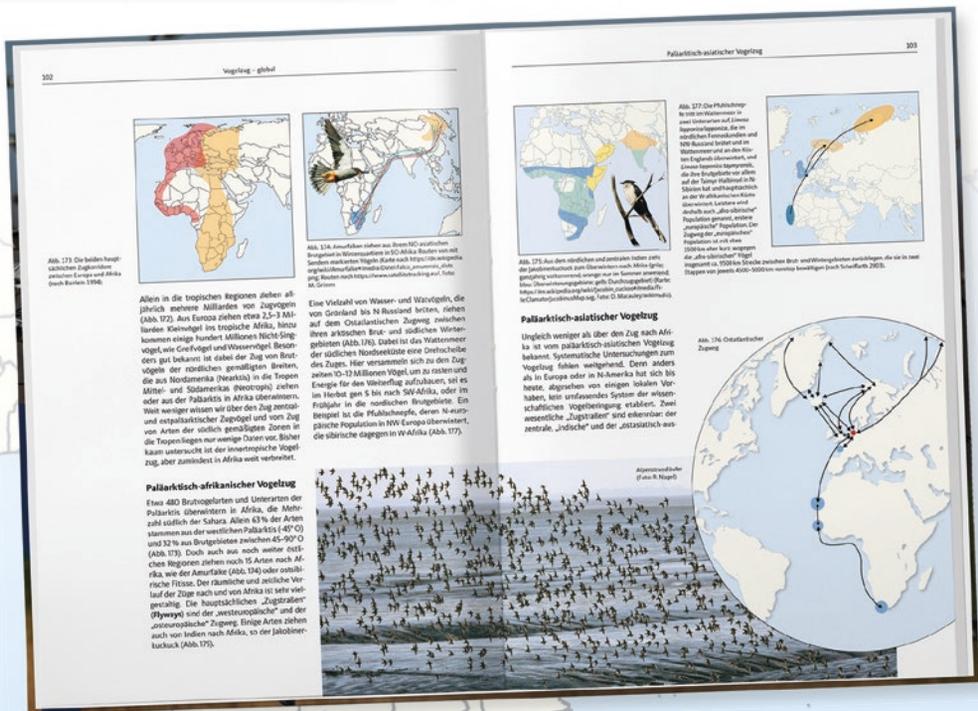
Das große Buch vom Vogelzug

Eine umfassende Gesamtdarstellung

368 S., 644 farb. Abb., 355 Karten, geb., 21 x 28 cm.

Best.-Nr.: 97-6203710

€ 49,95



Preisstand 2022, zzgl. Versandkosten.

Bestellen Sie bitte bei:

Humanitas[®]
Bücher ■ Freizeit ■ Lebensart

Versand

Industriepark 3 • D-56291 Wiebelsheim
Tel.: 06766/903-200 (zum Ortstarif) • Fax: 06766/903-320
E-Mail: service@humanitas-versand.de • www.humanitas-versand.de

Vergleichende Morphologie und Physiologie des Vogel-Herzens. Vom aristotelischen „Springenden Punkt“ zur Xenotransplantation von Vogelherzen

Roland Prinzinger

Prinzinger R 2021: The crux of the matter: comparative morphology and physiology of the bird-heart. From Aristotle to the xenotransplantation of bird hearts. *Vogelwarte* 59: 11–38.

The metaphor “jumping point” comes from bird embryogenesis: the “jumping” red spot is the heart of the embryo. About 2,360 years ago, Aristotle regarded this “punctum saliens” as the dividing line between the soul and the dead. In metaphorical use, it is the core of a project, an idea, etc.

In the adult bird, the heart is located centrally on the sternum between the liver lobes. Birds have the relatively largest heart of all animal groups (up to 3.6 % of the body mass; mean 1.0 to 1.5 %). The mammalian heart is only half as large, that of reptiles a quarter as large. As in mammals, the blood volume is 8 to 9 ml/100 g body mass. With age, birds and mammals store the age pigment “lipofuscin” in the heart, which thereby becomes darker. In contrast to mammals, birds with double carotids have an intercarotid. An embryonic “foramen ovale”, which bypasses the pulmonary circulation, is missing in birds. In birds, the thymus is distributed in several individual glands along the base of the neck. Just as in larger cloven hoofed animals, birds don't have heart bones. In contrast to the mammal, the heart is coarsely woven inside. This results in good “inner” blood circulation, so that large coronary vessels are not necessary.

The cardiomyocytes are smaller than in mammals, less interlocked with each other and there are fewer mitochondria and myofibrils. These are postmitotic, as in mammals, so they cannot divide further. Heart enlargement is not caused by cell proliferation but by additional storage of myofibrils, with the same capillary number. A higher capillary density (up to 40 %) is already present in the basic configuration.

For xeno-transplantations, hearts from Ostrich, Emu and Nandu were considered, which would be suitable for human being in terms of construction and size. As with humans and Old World monkeys, they lack of the epitope α Gal, which is why it was mistakenly assumed that they are tolerated by the human immune system. Heart size and flight muscles correlate with each other: the larger the large pectoral muscle compared to the small one, the larger the heart mass. There are two muscle types: The more enduring the flight, the more the red muscle type outweighs the white. The heart does not work like a ball pump, but like a piston engine by shifting the valve plane. The heart rate is half as high as in mammals of comparable size. Its sum in embryogenesis, ontogenesis and adult stage is constant, regardless of their physical duration. Between resting and maximum values, the factor is between 2.0 and 4.5. In torpor, the frequency can be reduced by up to 90 %. Submerged birds show a reflex-controlled, sudden reduction of the heart rate by up to 70 % (bradycardia). The O_2 pulse (twice as high as in mammals) increases as the metabolic rate increases mass-dependently with the exponent 0.75. The proportion of the stroke volume in the change in metabolic rate can be 0 to 100 %. The circulation time of the blood is relatively short (chicken 5, goose 11, duck 6 s). In mammals it is significantly longer. The turkey has the highest blood pressure of all vertebrates with systolic pressure up to 500 mm Hg. The pressure difference systolic-diastolic is much higher than in mammals; in males it is slightly higher than in females and the pressure increases with age.

✉ RP, Tannenweg 2, 61184 Karben. E-Mail: prinzinger@bio.uni-frankfurt.de

1 Einleitung

Was macht das Herz der Vögel so interessant? Vögel haben in Kultur, Kunst und Kommerz immer eine hervorragende Bedeutung gehabt (Zusammenfassung z. B. in Prinzinger 2014a, b): Von keinem anderen Tierorgan finden wir in der Literatur deshalb unter anderem so viele detaillierte Untersuchungen wie über das Herz- und das Kreislaufsystem der Vögel inklusive deren Embryologie. Das hat seine Ursache u. a. darin, dass Hühner, Gänse und Enten seit Jahrtausenden zu

den wichtigsten Haustieren des Menschen gehören. Die möglichst genaue Kenntnis ihrer Organe ist bis heute von elementarer Bedeutung für deren Zucht, Haltung und Ernährung bis hin zur Pharmakologie. Ein vergleichender Überblick über Bau und Funktion des Vogelherzens lohnt sich also, vor allem auch deshalb, weil diese Thematik inzwischen zugunsten von Genetik und Biochemie weniger bearbeitet wird.

Folgende Punkte werden nachfolgend im Vergleich zum Säugetier besprochen:

I. Allgemeines

- Lage und begleitendes Gefäßsystem
- Massenabhängigkeit der Größe
- zellulärer Aufbau der Muskelzellen im Vergleich zu anderen Muskelzellen
- Embryonalentwicklung
- das alternde Herz

II. Spezielles

- Flug- und Brustmuskel vs. Herzmasse in Abhängigkeit zum Flugtyp
- Xeno-Transplantation Strauß-Mensch; Bedeutung der Epitope
- Das Herz als Motor: Funktionsweise, Vergleich zum Verbrennungsmotor
spezifische Kreislaufparameter

Im Folgenden wird ein Überblick über die Thematik gegeben. Das bedeutet, dass ich kein Spezialist in allen angesprochenen Punkten sein kann und will. Die präsentierten Daten sind eine Mischung aus eigenen, z. T. bisher nicht publizierten Untersuchungen und Literaturangaben. Um den Text leichter lesbar zu machen, wird nicht jede Aussage unmittelbar durch ein Zitat belegt. Am Ende jedes Abschnittes sind die wichtigsten Literaturstellen angegeben. Die (meisten) Abbildungen sind Kopien von PowerPoint-Folien aus dem Plenarvortrag auf der Jahresversammlung der DO-G 2019 in Marburg und daher nur von eingeschränkter Qualität. Da sie aber oft aus mehreren Einzelabbildungen zusammengesetzt sind, war eine Erhöhung der Pixelzahl nicht möglich. Sie sind deshalb nicht immer optimal scharf, was aber keinen Einfluss auf deren Aussagewert haben sollte. Die großzügig eingesetzte Farbe wird diesen Mangel etwas ausgleichen. Sofern nicht anders angegeben, wurden alle Abbildungen in der Arbeitsgruppe des Autors angefertigt.

Die im Vortrag gezeigten Videos zur Autorhythmie und Funktionsweise des Herzens als Kolbenpumpe werden nach Publikation dieser Zusammenstellung auf der Homepage der DO-G zur persönlichen Verfügung gestellt (www.do-g.de/publikationen/vogelwarte).

Unter dem Titel „Der springende Punkt: Vergleichende Physiologie und Morphologie des Vogel-Herzens. Von Aristoteles bis zur Xenotransplantation von Nandu-Herzen“ wurde der Beitrag leicht verändert von der „Wissenschaftlichen Gesellschaft der Johann-Wolfgang Goethe Universität Frankfurt/Main“ in gebundener Form publiziert.

Um das Thema allgemeinverständlich und bildreich darzustellen, berücksichtige ich das Motto von Cicero (46 v. Chr.), der in seiner Anleitung für Redner, die auch für Autoren schriftlicher Abfassungen gilt, sagt: „Etenim necesse est, qui ita dicat, ut a multitudine probetur, eundem doctis probari“ (Der Redner, der so spricht,

dass es die Menge versteht, muss auch bei den Gelehrten ankommen).

Aristoteles (384–322 v. Chr.); Cicero (46 v. Chr.); Guglielmo (1737); Haeckel (1903); Harvey (1628, 1651); Premuda (1957); Patten (1948); Prininger (2014a, 2014b, 2020)

2 Der springende Punkt

Den „Springenden Punkt“ kennt wohl jeder! Es ist eine Metapher aus der frühen Embryogenese der Vögel. Das „punctum saliens“ ist ein seit Jahrtausenden bekannter pulsierender roter Fleck, der im befruchteten Ei des Haushuhns *Gallus domesticus* etwa nach dem dritten Tag der Bebrütung mit bloßem Auge zu erkennen ist. Es ist das erste auffällige Zeichen des Lebens (Abb. 1). Die Herzanlage des Embryos wird sichtbar und ihre physiologische Funktion macht sich bemerkbar. Der Ausdruck geht zurück auf Aristoteles (384–322 v. Chr.), der vor rund 2.360 Jahren in seinen tiergeschichtlichen Ausführungen die Entwicklung im Vogelei beschreibt und in diesem Zusammenhang von einem blutigen Punkt („στυγμῆ αἱματινῆ – stigmē haimatinē“) auf der weißen Keimscheibe spricht, welcher hüpfet „πηδᾶ – pēda“: Er erkannte darin schon das Herz und in ihm den Zeitpunkt (!), der das „Beseelte vom Toten unterscheidet“.

Der Entdecker des Blutkreislaufs, William Harvey, beschreibt 1628 in seinem Werk „Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus“ (Anatomische Studien über die Bewegung des Herzens und des Blutes in Tieren) und später das in Rede stehende biologische Phänomen so:

„Wenn du es so am vierten Tage untersuchst, wird die Metamorphose schon größer erscheinen, und die Umwandlung bewundernswürdiger; und sie wird beinahe mit jeder einzelnen Stunde dieses Tages augenscheinlicher; um diese Zeit findet im Ei der Übergang vom pflanzlichen Leben zum tierischen Leben statt. Jetzt nämlich errötet der Saum von Eiweiß, eine dünne Linie blutig purpurfärbend: und nahezu in dessen Mitte schnell ein blutiger Punkt springend hervor: so winzig, dass er im Moment seiner Diastole, wie das kleinste Feuerfünkchen, hervorleuchtet; und dann, in der Systole, dem Blick wieder völlig entflieht und verschwindet. So wenig ist der Beginn tierischen Lebens, so sehr erblickt die Anfänge, die von der schöpfenden Kraft der Natur zustande gebracht werden!“ („Quarto itaque die si inspexeris, occurret jam major metamorphosis, & permutatio admirabilior; quae singulis fere illius diei horis manifestior fit; quo tempore in ovo, de vita plantae, ad animalis vitam fit transitus. Iam enim colliquamenti limbus linea exili sanguinea purpurascens rutilat: ejusque in centro fere, punctum sanguineum saliens emicat: exiguum adeo, ut in sua diastole, ceu minima ignis scintillula, effulgeat; & mox, in systole, visum prorsus effugiat, & dispareat. Tantillum nempe est vitae animalis exordium, quod tam inconspicuis initiis

molitur plastica vis Naturae!"; nach: Guglielmo 1737, Opera II, Exercitationes de Generatione Animalium, Leyden: 66).

Erstaunlich ist, mit welcher Erkenntnis und Perfektion Harvey die Entwicklung beschreibt. Der springende Punkt ist in diesem Bild also das Kriterium, nach dem Lebendiges zu unterscheiden ist. Im späteren metaphorischen Gebrauch hat sich daraus die Redewendung gebildet, nach der ein springender Punkt das Herz eines Projektes darstellt, bzw. den wesentlichen Kern einer Darstellung zeigt.

Eine falsche Sicht teilt Ernst Haeckel in seinem Essay über den Ursprung und die Entwicklung der Sinnesorgane von 1878 mit: „Der erste Anfang des Sehorgans bei den niederen Tieren ist nichts anderes als ein einfacher dunkler Punkt in der hellen Haut, gemeinhin ein schwarzer oder roter Pigmentpunkt. Sogar bei den einzelligen Protisten scheinen solche dunklen Flecken von Farbstoff der Wahrnehmung von Licht zu dienen.“ Tatsächlich ist diese Verwechslung leicht nachvollziehbar. Das schwarze Augenpigment ist schon früh in der Vogelembryogenese der bestimmende Fleck.

In China ist der aristotelische Gebrauch der Metapher auch bekannt. Im täglichen Leben wird er allerdings anders eingesetzt. Will man bezogen auf den Titel der Arbeit das Wortspiel mit „Herzen“ im Ausdruck „springender Punkt“ beibehalten, lautet die Übersetzung 问题的核心 : 鸟心之生理与构造. Der Titel 问题的核心 bedeutet dabei wörtlich „Der Kern des Problems“. Es geht jedoch nicht um die aristotelische Referenz für den Anfangspunkt der Bildung eines Vogelherzens, sodass eine weitere Übersetzung möglich ist, nämlich „初心“ = 鸟心之生理与构造. Das Titelwort 初心, wörtlich „das erste Herz“, bedeutet dabei „die ursprüngliche Absicht“. Dieser Ausdruck wird vom augenblicklichen Präsidenten Xi Jinping verwendet, um die Kader der Kommunistischen Partei Chinas an ihre ursprüngliche Absicht zu erinnern, die Macht zu ergreifen, um dem Volk zu dienen. Er wird in diesem Sinne so jetzt überall in China entsprechend verwendet.

Zitat Prof. Dr. Zhiyi Yang, FB Sinologie, Universität Frankfurt

Auch in der Esskultur hat der springende Punkt eine Bedeutung: Manche essen nur Eier, die einen solchen Punkt des Lebens aufweisen. Dann sind sie sich sicher, dass die Eier befruchtet sind und darauf legen sie Wert. Bei einem Spiegelei kann man das Herz oft als schwarzen Punkt auf dem Dotter gut erkennen (Blut wird bei Hitze schwarz). Ergänzend muss erwähnt werden, dass es vorkommen kann, dass zwei Herzen vorhanden sind. Solch ein Embryo ist im späteren Alter aber nicht überlebensfähig.

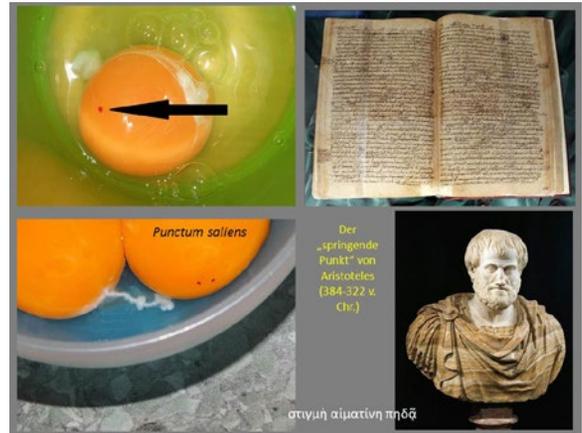


Abb. 1: Links oben: Herzanlage (Pfeil) auf der Keimscheibe eines Hühnereies am 2./3. Bebrütungstag. Links unten: Dotter mit doppelter Herzanlage; rechts: Arbeit von Aristoteles. – Top left: Heart plant (arrow) on the germinal disc of a chicken egg on the 2nd/3rd day of incubation. Bottom left: Yolk with double heart; right: work of Aristotle.

Interessant ist weiterhin: Befruchtete Eier sind länger haltbar als unbefruchtete (bis mehrere Wochen). Der sich entwickelnde Embryo bildet Antikörper gegen eindringende Mikroorganismen, wie es für lebende Systeme typisch ist. Diese fehlen unbefruchteten Eiern.

Aristoteles (384–322 v. Chr.); Brohmer (2006); Bezzel & Prinzing (1990); Diesselhorst (1965); Eckert (2002); Farner & King (1972); Haeckel (1878, 1903); Harvey (1628, 1651); Guglielmo (1737); Premuda (1957); Podulka et al. (2004); Remane et al. (1985); Silbernagl & Despopoulos (2012); Wolters (1982); <http://physiologie.cc/VI.5.htm#RLS>; <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Herz>

3 Wo liegt das Herz?

Von der Metapher zur Biologie mit einer einfachen Frage: Liegt das Vogelherz am rechten Platz? Das Säugerherz liegt links. Beim Vogel liegt das Herz hingegen mittig auf dem Brustbein zwischen den Leberlappen, die in der Abb. 2 weggelassen wurden. Im Vergleich zur starren Vogellunge, die unbeweglich zwischen den Rippen liegt, ist es sehr groß. Man findet kein Zwerchfell zwischen Brust- und Bauchraum, was wegen der Ventilation der Lunge durch Luftsäcke nicht notwendig ist. Beim Säuger ventiliert sich die elastische Lunge selbst, weshalb sie ihr Volumen verändern kann: Lungencompliance.

Man weiß heute, dass sich das Herz in der Embryogenese aus einem Gefäßschlauch entwickelt, der sich später in eine Schlaufe legt. Dieser kann nach rechts oder links ausgelegt sein. Für diese Krümmung ist die Konzentration von Vitamin A wichtig. Bei der „richtigen“ Menge entsteht eine Rechtswindung, bei zu viel

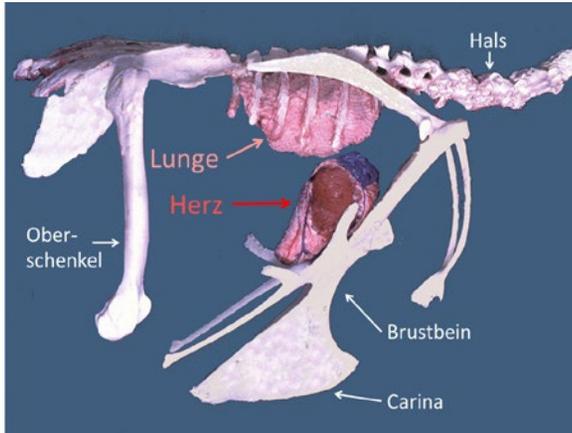


Abb.2: Korrosionspräparat (Längsskeletttopie) eines Huhnes: Außer Herz und Lunge sind andere innere Organe wegretuschiert (verändert nach Ruberte et al. 2001). – Corrosion preparation (longitudinal skeletal atopy) of a chicken: Apart from the heart and lungs, other internal organs have been retouched (after Ruberte et al. 2001).



Abb.3: Die Herzkrümmung (links oder rechts) des Herzschlauches in der frühen Embryogenese ist Vitamin A-abhängig (s. Text). – The cardiac curvature (left or right) of the heart tube in early embryogenesis is vitamin A dependent.

eine Linkswindung (Abb. 3). Beim Menschen kann das Herz übrigens ausnahmsweise auch auf der falschen Seite, also rechts liegen.

Goodrich (1930); Kaupp (1918); König & Liebich (2001); Meijler & Meijler (2011); Romer & Parsons (1983, 1991); Ruberte et al. (2001); Salomon et al. (2015); Storch & Welsch (2005); Westheide & Rieger (2015)

4 Herzgröße und Körpermasse

Eigene Daten von 77 Vogelarten aus 15 Vogelordnungen an 360 Individuen decken das gesamte Massenspektrum vom größten Vogel Strauß *Struthio camelus* (100 bis 150 kg) bis hin zum kleinsten Vogel, der Bienenelfe *Mellisuga helenae* (bis 1,8 g) ab. Dabei sind auch seltene Arten wie Kiwi *Apteryx spec.* oder Pinguine *Spheniscus*

spec. Von den zum Vergleich herangezogenen Säugern haben wir eigene Daten vom Elefanten *Loxodonta africana* (ca. 2 t) bis hinunter zur Etrusker-Spitzmaus *Suncus etruscus* und Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus*: Die beiden letzteren Arten gehören mit 3 bis 5 g zu den kleinsten Säugetieren der Erde.

Die absolute Herzmasse korreliert klar mit der Körpermasse (Abb. 4). Im doppelt logarithmischen Maßstab ergibt sich eine hochsicherbare lineare Abhängigkeit. Danach ist die Herzmasse mit der vierten Wurzel der Körpermasse M korreliert ($a \times M^{0,25}$). Das bedeutet, dass eine Versechsfachung der Körpermasse zu einer Verdopplung der Herzmasse führt. Dies gilt für Säuger in gleichem Maße. Das Herz ist bei ihnen aber nur rund halb so groß! Die Steigung der Gleichung (a) beträgt also die Hälfte des Vogelwertes.

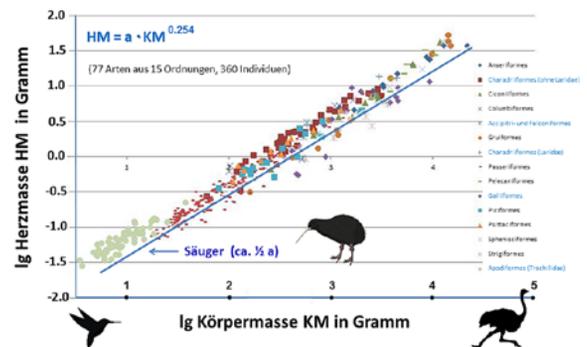


Abb. 4: Allometrie (doppeltlogarithmische Darstellung) der Körpermasse von Vögeln und Säugern (blaue Linie): Verschiedene Vogel-Ordungen sind verschiedenfarbig dargestellt. Beide Tiergruppen haben den gleichen Regressionsexponenten (parallele Linien). – Allometry (double-logarithmic representation) of the body mass of birds and mammals (blue line): Different bird orders are shown in different colours. Both animal groups have the same regression exponent (parallel lines).

Die relative Herzmasse der Reptilien beträgt ein Viertel der von Vögeln. Vögel werden hinsichtlich ihrer relativen „Großherzigkeit“ also von keiner anderen Tiergruppe überboten!

Je schwerer die Vögel, umso geringer wird die relative Herzmasse (Tab. 1). Das wird besonders bei den Kolibris

Tab. 1: Relative Herzmasse in den verschiedenen Größenklassen der Vögel. – Relative heart mass in the different mass classes of birds

Bereich der Körpermasse [g]	durchschnittliche Herzmasse [%]
1–0	2,5
10–250	1,3
250–500	1,1
über 500	1–0,9

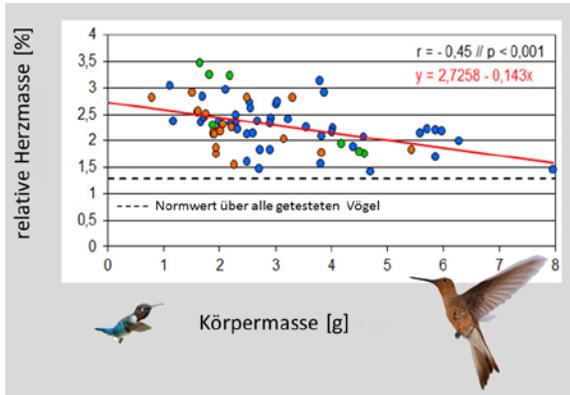


Abb.5: Relative Herzmasse [%] in Abhängigkeit von der Körpermasse bei 27 Kolibriarten, von der größten (10 g) bis zur kleinsten (1,8 g) vorkommenden Art. – *Relative heart mass HM [%] as a function of body mass KM in 27 species of hummingbirds, from the largest (10 g) to the smallest (1.8 g) occurring species.*

(Körpermasse 1,8 bis 10 g) deutlich, deren Wert liegt zwischen 2,5 bis 3,5 % (Abb.5). Die lineare Beziehung von Herzmasse HM und Körpermasse KM lautet für sie: $HM = 2,73 - 0,143 \times KM$

Für Vögel und Säuger gilt zudem die Hesse'sche Herz-Masse-Regel: Die relative Herz-Masse ist danach in kälteren Regionen größer. Am Bsp. des Haussperlings *Passer domesticus* sieht das so aus:

- Stuttgart (48° 47' N) 1,3 %
- Hamburg (53° 30' N) 1,4 %
- St. Petersburg (59° 56' N) 1,6 %

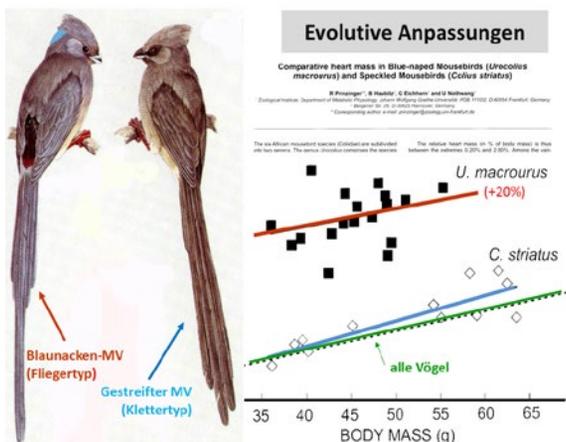


Abb.6: Vergleich der relativen Herzmassen bei zwei Mausvogelgattungen (aus Prinzing et al. 1992). – *Comparison of the relative heart masses in two mouse bird species: The more flying U. macrourus from the genus of the narrow-tailed mousebirds has a 20 % larger heart than the more climbing C. striatus from the genus of the broad-tailed mousebirds (from Prinzing et al. 1992).*

Neben der Körpermasse können andere Faktoren einen wesentlichen Anteil an der relativen Herzgröße haben. Dies lässt sich gut an Mausvögeln (Coliiformes) zeigen, wo es sowohl mehr fliegende als auch mehr kletternde Vertreter bei sonst quasi identischer Körperform und Körpermasse gibt. Der mehr fliegende Blau-nacktenmausvogel *Urocolius macrourus* aus der Gattung der Schmalschwanzmausvögel *Urocolius* hat ein 20 % größeres Herz als der mehr kletternde Gestreifte Mausvogel (*Colius striatus*) aus der Gattung der Breit-schwanzmausvögel *Colius* (Abb. 6), wobei *Colius* mehr dem Standardtyp der Vögel entspricht.

5 Geschlechtsspezifische Differenzierung

Der Vergleich beider Geschlechter zeigt, dass es bei Vögeln keine Unterschiede in der relativen Herzgröße gibt (Abb.7). Für Männchen lautet die exponentielle Regression (x = Körpermasse; y = relative Herzmasse): $\log y = 0,35 - 0,12 \times \log x$; n = 141); für Weibchen $\log y = 0,35 - 0,13 \times \log x$; n = 91); für beide zusammen $\log y = 0,355 - 0,126 \times \log x$. Für den Menschen (Säuger) gilt massenbereinigt dasselbe und ist schon lange bekannt.

Alshuler & Dudley (2002); Baldwin & Kendeigh (1938); Brush (1966); Buddenbrock (1967); Burton & Smith (1967); Clark (1927); Drabek (1988, 1997); Goldschmid (1924); Goodrich (1930); Grober (1908); Hartmann (1954, 1955); Healy & Calder (2006); Johnston & Williamson (1960); Kaufmann (1922); Kaupp (1918); Kern (1926); Lör (1911); Mönckeberg (1924); Moyes & Schulte (2008); Norris & Williamson (1955); Prinzing (2013); Prinzing et al. (1992a, 1992b, 2003; Prin-

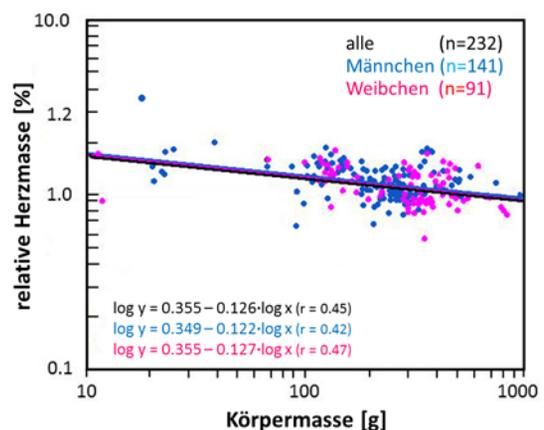


Abb.7: Der Vergleich beider Geschlechter zeigt, dass es bei Vögeln keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der relativen Herzgröße gibt (aus Prinzing 2020). – *The comparison of both sexes shows that there are no genderspecific differences in relative heart size in birds. (from Prinzing 2020.)*

zinger (2020); Romer & Parsons (1983, 1991); Sapir & Dudley (2012); Skutch & Singer (1973); Stahl (1965); Straub et al. (2002); Suarez (1992); Tadjalli et al. (2009); Thorel (1915); Tobalske et al. (2007, 2010); Videler (2005); Viscor (1986); Viscor et al. (1985); Warrick et al. (2005); Welch & Suarez (2007); Welch et al. (2014); West & Brown (2005); Williamson & Norris (1958)

6 Altersaspekte

6.1 Embryonalentwicklung:

Herzmasse und Blutvolumen hängen eng zusammen. Das zeigt sich schon während der Embryogenese deutlich (Abb. 8). In doppelt logarithmischer Darstellung ergibt sich in etwa eine Gerade. Bei erwachsenen Tieren unterscheiden sich Vögel und Säugern nicht. Der Wert für das Blutvolumen liegt bei 7,8 bis 9,2 ml pro 100 g Körpermasse und damit im gleichen Bereich wie bei Säugern. Extremwerte gehen bis 13 %. Einige Beispiele: Ente *Anas platyrhynchos* 10,2; Haus-Hahn 9,0 *Gallus domesticus*; Haus-Huhn 7,0; Taube *Columba livia* f. *domestica* 7,8.

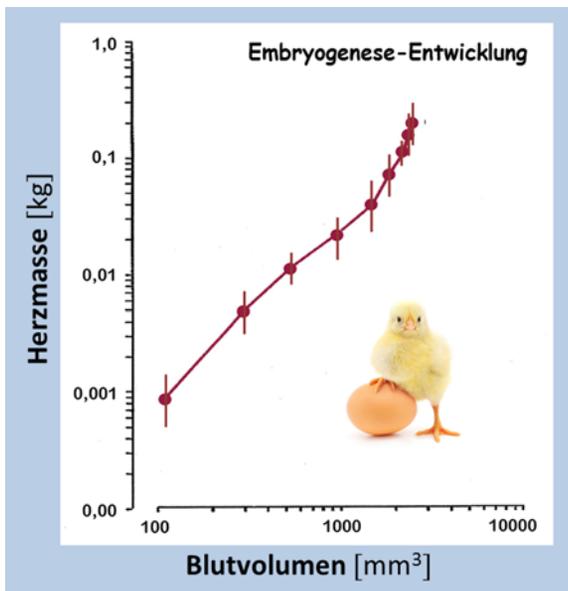


Abb. 8: Die Embryonal-Entwicklung von Blutmenge und Herzmasse beim Huhn *Gallus domesticus* (aus Romanoff 1960). – *The embryonic development of blood volume and heart mass in the chicken Gallus domesticus* (from Romanoff 1960).

6.2 Postnatales Alter(n):

Mit dem Alter nimmt nicht nur die Herzmasse ab, sondern es verändert sich, wie beim Menschen (Säuger), auch die Farbe des Herzens. Dies kommt durch die Einlagerung des braunvioletten Alterspigmentes „Lipofuscin“ in die Herzmuskelzellen zustande (0,6 % pro Lebensjahrzehnt), was einen Indikator für das physiologische Alter des Herzens abgibt, da diese Ablagerung

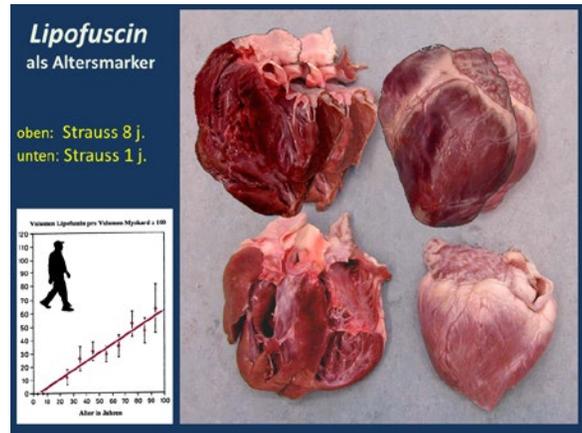


Abb. 9: Alterserscheinungen beim Vogelherzen. Links unten: Zunahme des Alterspigmentes Lipofuscin im Herzmuskel beim Mensch; Rechts: Straußenherzen 1- (unten) bzw. 8-jährig (oben): Das ältere ist durch mehr Lipofuscin dunkler gefärbt. – *Aging effect in the heart of birds. Bottom left: Increase of the age pigment lipofuscin in the human old muscle; Right: Ostrich hearts 1- (below) and 8- years old (above): The older one is darker due to a higher lipofuscin-concentration.*

kontinuierlich und leistungsabhängig verläuft. Sportlerherzen haben deshalb wesentlich höhere Mengen inkorporiert als Menschen, die keinen oder wenig Sport treiben. Bei Geburt ist der Wert gleich Null.

Lipofuscin ist quasi die Stoffwechselablagerung von Lysosomen (Zellorganellen, die Polymere in Monomere abbauen): Bei Ratten fand man, dass bis zu 25 % des Herzzellen-Volumens durch dieses Pigment eingenommen wurde (normal 10–15 %). Anhand seiner Dunkel-färbung kann man relativ gut das physiologische Alter des Herzens abschätzen (Abb. 9).

Aubert (2004); Bezzel & Prinzinger (1990); Goodrich (1930); Ringer & Rood (1959); Romanoff (1960); Jung (2007); Prinzinger & Haupt (2009); Prinzinger (1996)

7 Wenn das Blut das Herz verlässt: Aortensysteme

In der Ausprägung der vom Herz abgehenden Arterien gibt es bei Vögeln eine große Vielfalt. Die wichtigsten zeigt Abb. 10.

Viele Vögel mit Doppelcarotiden haben ein sogenanntes Intercarotid (Anastomosis intercarotica). Solche Intercarotiden fehlen beim Menschen und anderen Säugern! Diese Anastomose verbindet – soweit vorhanden – die beiden Karotiden (Arteria carotis communis) miteinander und verhindert, dass der Blutfluss stockt, wenn eine Karotide durch starkes Drehen des Kopfes kurzfristig behindert oder blockiert wird. Sie wurde nur in der Unterordnung der suboscinen Tyrannen (Schrei-vögel; Tyranni), nicht gefunden. Drei Typen werden unterschieden (Abb. 11): Typ H ist ein transversales

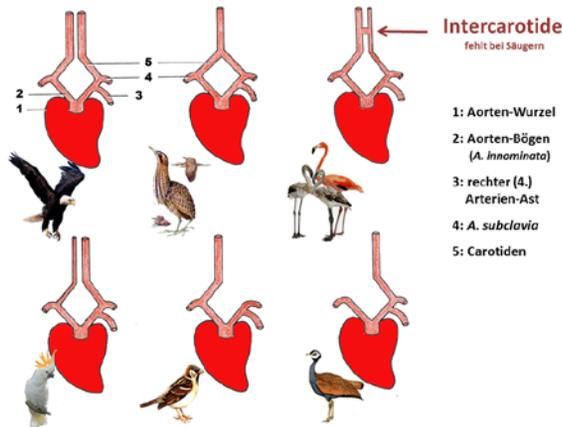


Abb. 10: Die verschiedenen Aortensysteme bei Vögeln (nach Glenny 1940): Von links nach rechts: Seeadler *Haliaeetus albicilla* (bei Vögeln vorherrschend), *Botaurus/Butorides* (Dommeln), *Phoenicopterus* (Flamingos), *Cacatua sulphurea* (Kakadus), *Passeres* (Sperlingsvögel), *Eupodotis* (Trappen). 1: Aortenwurzel, 2: Aortenbögen 3: rechter 4. Arterienast, 4: Arteria subclavia und 5: Carotiden: Der Pfeil zeigt auf das bei Säugern fehlende Intercarotide (s. Abb. 11). – *The different aortic systems in birds (nach Glenny 1940): From left to right: White-tailed Sea Eagle Haliaeetus albicilla (predominant in birds), Botaurus/Butorides (Bittern), Phoenicopterus (Flamingos), Cacatua sulphurea (Cockatoos), Passeres (Songbirds), Eupodotis (Bustards). 1: Aortic root, 2: Aortic arches 3: right 4th arterial branch, 4: Arteria subclavia and 5: Carotids: The arrow points to the intercarotid missing in mammals (see fig. 11).*

Gefäß unterschiedlicher Länge und typisch für Sperlingsvögel (Passeres); beim Typ X (Anseres) kommunizieren die Karotiden Seite an Seite; bei I-Typ (*Strix*) verschmelzen beide Karotiden zu einem gemeinsamen Gefäß mit z. T. beträchtlicher Länge. I und X sind charakteristisch für Vögel, die ihren Kopf sehr weit drehen können (*Strix* steht für Eule, Anseres für Gans).

Eine andere direkte Verbindung (Kurzschluss) zweier Blutsysteme ist das „Foramen ovale“, eine Öffnung

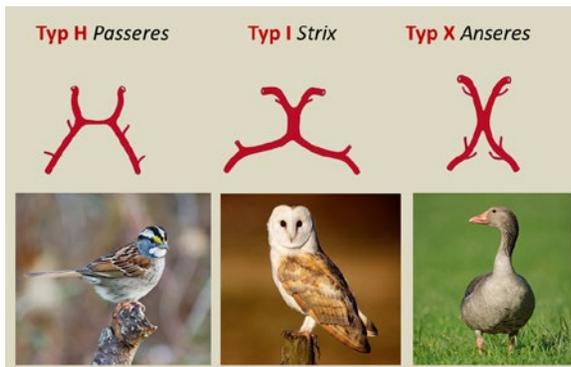


Abb. 11: Die drei verschiedenen Typen intercarotider Anastomosen (Anastomosis intercarotica) bei Vögeln. – *The three different types of intercarotid anastomoses (Anastomosis intercarotica) in birds.*

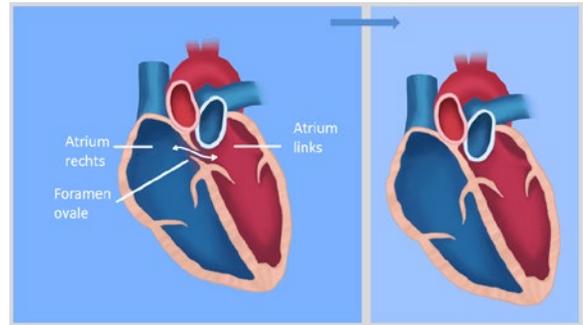


Abb. 12: Lage und Verschluss des „Foramen ovale“ in der Embryonalentwicklung (nach verywellhealth.com verändert. – *Position and closure of the “Foramen ovale” during embryonic development (after verywellhealth.com).*

zwischen den beiden Vorhöfen (Abb. 12). Das ist bereits seit dem 16. Jahrhundert bekannt. Über das Foramen wird der Lungenkreislauf umgangen (kurzgeschlossen), der in der (frühen) Embryonalentwicklung nicht notwendig ist, da hier die Atmung nicht über die Lungen erfolgt. Bei Säugern wird das Foramen erst mit bzw. nach der Geburt (normalerweise in den ersten Lebenstagen oder -wochen) geschlossen, wenn die Lungenatmung einsetzt. Trotzdem ist bei bis zu 25 % der erwachsenen Menschen dieses Loch nicht komplett verschlossen. Das verursacht keine größeren Probleme, solange die Restöffnung klein bleibt. Beim Herzen der Vögel sieht das anders aus: Sie atmen schon in der Endphase (ca. letztes Drittel) der Embryonalentwicklung in der Plateauphase des Stoffwechsels über die Luftblase im Ei durch die Lunge. Bei ihnen ist das Foramen deshalb schon beim Schlüpfen und auch später völlig verschlossen.

Baumel & Gerchmann (1968); Baumel (1967); Bezzel & Prinzing (1990); König & Liebich (2001); Bauriedel et al. (2003); Farner & King (1972); Gerabek et al. (2005); Glenny (1940, 1943, 1955); Jones & Johansen (1972); König & Liebich (2001); Penzlin (2009); Prinzing (2013, 2020); Ruberte et al. (2001); Straub et al. (2002); Westheide & Rieger (2015)

8 Thymusdrüse

Deutliche Unterschiede zwischen Vögeln und Säugern gibt es auch in Lage, Größe und Organisation der herzassoziierten Thymusdrüse. Beim Säuger ist sie ein kompaktes, direkt dem Herzen aufsitzendes Organ. Beim Vogel ist sie hingegen in mehreren Einzeldrüsen entlang der Halsbasis verteilt (Abb. 13). Diese Drüse, in der die weißen Blutkörperchen u. a. ihre Immunkompetenz bekommen, degeneriert übrigens mit dem Alter zum so genannten retrosternalen Fettkörper, aus dessen Größe Pathologen auf das Alter auch schon stark verwester Leichen schließen können, da Fett nur langsam zerfällt. Ob dies bei Vögeln genauso abläuft, ist unbekannt.

Chowdhary (1953); Gille (2008); Jung (1934); Prinzing (2020); Salomon et al. (2008)

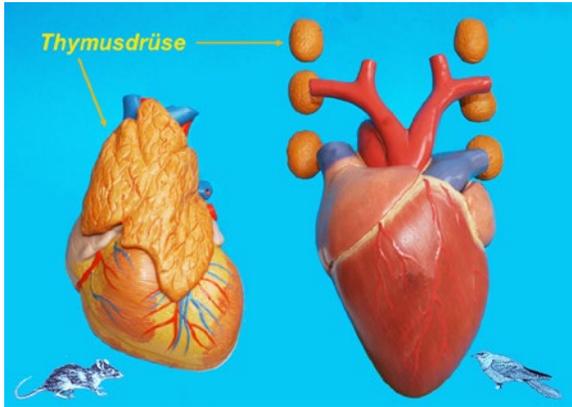


Abb. 13: Vergleichende(r) Bau/Lage der herzassozierten Thymusdrüse bei Vogel und Säugern. – *Comparative structure and position of the heart-associated thymus gland in birds and mammals.*

9 Warum kann man Vogelherzen nicht brechen? Herzknochen

Brechen kann man nur Knochen. Heißt das, dass Herzknochen bei (manchen) Tieren vorkommen? „Ja“ lautet die Antwort. Schon Aristoteles beschreibt solche Herzknochen bei Wiederkäuern. Der Herzknochen der Hirsche, das „Hirschkreuzlein“, wurde in früheren Jahrhunderten gegen Herzkrankheiten benutzt, sowohl in der Volksmedizin als auch in der Arzneilehre. Der Hirsch hatte nämlich eine besondere Stellung in der mittelalterlichen Vorstellungswelt und galt als ein Symbol für Jesus Christus.

Herzknochen (*Ossa cordis*) sind meist zwei kreuzförmige Knochen, die sich bei größeren Paarhufern (Giraffen, Rinder, Schafe, Ziegen, Kamele, Hirsche) und auch Schweinen finden (Abb. 14). Sie sind eine im höheren Alter auftretende Verknöcherung von Bindegewebe (Knorpel) und liegen eingebettet in die Scheidewand zwischen Vor- und Hauptkammern. Bindegewe-

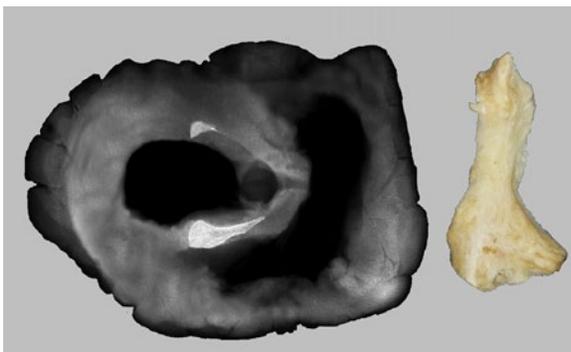


Abb. 14: Röntgenaufnahme des Querschnittes von Abb. 15. Weiß: die Herzknochen; rechts Herzknochen skelettiert (vergrößert). – *X-ray of the cross section of Fig. 15. white: the heart bones; on the right heart bone skeletonized.*



Abb. 15: Querschnitt durch ein Rinderherz auf Höhe der Ventilebene wie in Abb. 14. Deutlich ist die starke Fettanlagerung erkennbar, die so bei Vögeln nicht vorkommt. – *Cross-section through a bovine heart at the level of the valvular plane as in fig. 14: The strong fat accumulation does not occur in birds.*

bige Verstärkungen an gleicher Stelle sind zwar auch bei großen Vögeln und dem Menschen bekannt, Verknöcherungen wurden bisher aber nicht gefunden. In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, dass bei Vögeln keine so starke „Herzverfettung“ zu beobachten ist wie wir sie bei Säugern finden (Abb. 15).

Gerabek et al. (2005); Goehl (2015); König & Lieblich (2001); Nickel et al. (2004); Prinzinger (2013, 2020); Salomon et al. (2005); Tshisuaka (2005)

10 Details zur Zytologie

Der Herzmuskel der Vögel ist im Gegensatz zum Herzmuskel der Säuger innen grobgewebig (schwammförmig) aufgebaut. Dadurch ergibt sich eine sehr gute „innere“ Durchblutung, sodass viele große, äußere Kranzgefäße nicht notwendig sind und dadurch die Gefahr eines Herzinfarkts durch Coronarverstopfung gering ist (Abb. 16).

Wie bei allen anderen Wirbeltieren besteht die Muskulatur der Vögel aus einzelnen Muskelzellen. Man unterscheidet allgemein drei Typen (Abb. 17):

Die **glatte Muskulatur** (entstammt dem Ektoderm, siehe Kasten) besteht aus länglichen, spindelförmigen Zellen. Gesteuert werden diese Muskelzellen unwillkürlich hauptsächlich durch Hormone. Uterus, Blut- und Lymphgefäße, Harnblase, Harnleiter sowie einige Hohlorgane haben diese Muskelzellen (Eingeweidemuskulatur). Merkmale sind große Ausdauer und die relative Langsamkeit bei der Kontraktion. Sie sind zudem extrem flexibel und dehnbar (vgl. Wursthaut).

Die **quergestreifte Muskelzelle** entstammt dem Mesoderm. Viele Zellen verschmelzen (Synzytium) zu

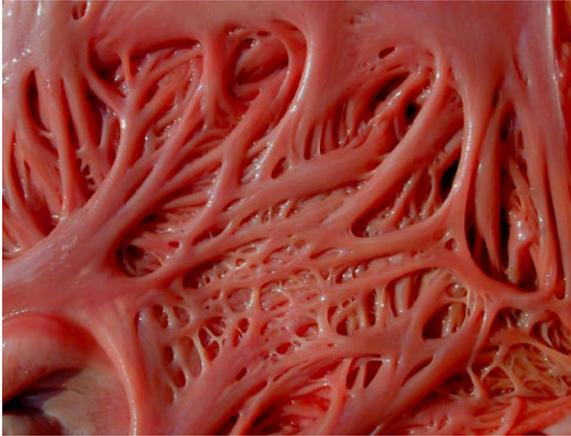


Abb. 16: Innenansicht der Vorkammermuskulatur beim Vogel. – *Interior view of the atrium musculature of the bird.*

parallel liegenden quergestreiften Muskelfasern. Diese sind in Längsrichtung eng verzahnt und damit besonders zugstabil, aber nicht querstabil (vgl. Namen „Faser“). Ihre Kontraktionen werden willkürlich, neuronal gesteuert. Quergestreifte Muskelfasern sind (nur) im Bewegungsapparat als Skelettmuskulatur zu finden. Die Querstreifung ist die Folge überlappender Myofibrillen innerhalb der Zelle (Abb. 17).

Bei den Skelettmuskelfasern kann man noch zwischen roten und weißen Muskelfasern unterscheiden: Die roten Muskelfasern, die auch tonische Fasern genannt werden, enthalten einen hohen Anteil an rotem Myoglobin, das vor allem als Sauerstoffspeicher dient. Auch die Anzahl der Mitochondrien ist im Vergleich zu den weißen Muskelfasern deutlich höher. Die Mitochondrien stellen vor allem die Zellatmung sicher. Die roten Muskelzellen sind vor allem in Muskeln enthalten, die eine Dauerleistung erbringen müssen. Bei den weißen Muskelfasern ist die Anzahl der Mitochondrien deutlich geringer als bei den roten Zellen. Sie haben in der Zellfülligkeit (Zytoplasma oder Sarkoplasma) eine hohe Anzahl von Enzymen der Glykolyse und der Glykogenolyse. In diesen Zellen wird Glukose abgebaut und in Energie umgesetzt. Die weißen Muskelfasern zeichnen sich durch eine hohe Kontraktionsgeschwindigkeit und eine kräftige Kontraktion aus. Für Dauerleistungen sind diese Fasern jedoch nicht geeignet.

Die ebenfalls mesodermalen Herzmuskelzellen (Kardiomyozyten). Sie sind mit den quergestreiften Muskelfasern verwandt, bestehen aber aus Einzelzellen die sich verzweigt aufbauen. Über sogenannte Glanzstreifen (Disci intercalares) bzw. „Gap junctions“ ist eine Herzmuskelzelle mit einer Vielzahl von Nachbarzellen verbunden. Sie sind dadurch sowohl längs- als auch querstabil.

Kardiomyozyten weisen z. T. ähnliche Eigenschaften wie die glatte Muskulatur auf: Markantes Merkmal ist

Als Keimblätter bezeichnet man in der Entwicklungsbiologie der Gewebetiere die verschiedenen Zellschichten, die bei der ersten Differenzierung eines Embryos entstehen und aus denen sich anschließend unterschiedliche Strukturen, Gewebe und Organe entwickeln. Die sogenannten bilateralsymmetrischen Tiere sind triploblastisch, d. h., sie bilden drei Keimblätter aus: Entoderm (Innenschicht), Mesoderm (Mittelschicht) und Ektoderm (Außenschicht).

die sehr geringe Ermüdbarkeit dieser Zellen. Ihre Steuerung erfolgt primär myogen, d. h., aus der Muskelzelle selbst, wobei zusätzlich eine ebenfalls unwillkürliche externe, neuronale und hormonale Beeinflussung stattfindet. Spezielle, übergeordnete Erregungszentren (Sinusknoten, AV-Knoten) bestehen aus spezialisierten Muskelzellen und unterscheiden sich in Bau und Funktion z. T. erheblich von der Arbeitsmuskulatur, was hier aber nicht im Detail dargestellt werden soll.

Im Detail unterscheiden sich die Kardiomyozyten von Vogel und Säuger deutlich voneinander (Abb. 18): Die aviären Myozyten sind im Vergleich zum Säuger deutlich kleiner und untereinander geringer verzahnt. Zudem finden wir weniger Mitochondrien und weniger Myofibrillen pro Zelle. Dass die aviären Myokardzellen kleiner sind, bringt den Vorteil, dass sie besser mit Sauerstoff versorgt werden und eine höhere Kapillardichte aufweisen können. Alle Kardiomyozyten sind wie die Skelettmuskelzellen postmitotisch, können sich also nicht mehr teilen (s. u.).

Kurz muss noch erwähnt werden, dass die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) der Vögel im Gegensatz zu denen der Säuger kernhaltig sind.

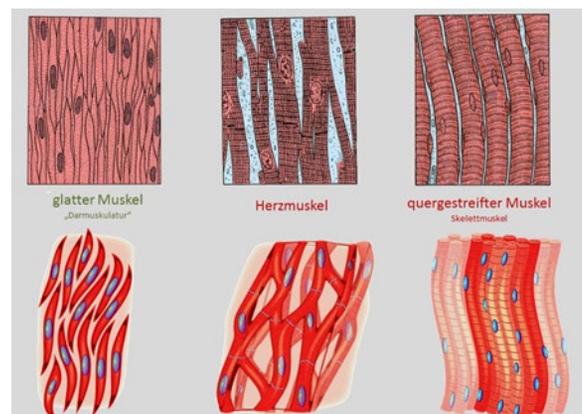


Abb. 17: Morphologie der drei verschiedenen Muskeltypen (Darm-, Skelett-, Herz-), die bei Vögeln und Säugern vorkommen. – *In birds and mammals one finds three types of muscle: skeletal or striated, cardiac, and smooth. Cardiac and smooth muscles contract without conscious thought and are termed involuntary, whereas the skeletal muscles contract upon command.*

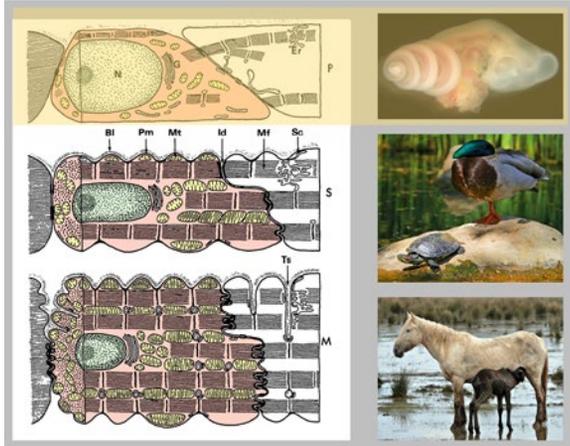


Abb. 18: Schematische Darstellung der Ultrastruktur der drei grundlegenden Typen von Wirbeltiermyokardzellen. P = primitiver oder embryonaler Typ, S = Sauropsidentyp, M = Säugetier (ventrikulär). Vorhof-Myofasern von Säugetieren können auch zum S-Typ gehören. Auf der linken Seite jeder Faser sind Querschnitte von zwei gegenüberliegenden Zellen dargestellt. Im rechten Fasersegment, das als Längsschnitt gezeichnet ist, sind Mitochondrien nicht enthalten, um die tubuläre Struktur besser darzustellen. Granula wie Glykogen und freie Ribosomen sowie gelöstes Myoglobin sind ebenfalls weggelassen. Grundlegende Strukturbauteile sind wie folgt gekennzeichnet: Bl = Kellerlamelle, Er = sarkoplasmatisches oder endoplasmatisches Retikulum, G = Golgi-Komplex, Id = eingelagerte Bandscheibe, Mf = Myofibrillen, Mt = Mitochondrien, N = Kern, Pm = Plasmamembran, Sc = spezielles Segment des sarkoplasmatischen Retikulums in enger Verbindung mit der Plasmamembran, Ts = transversales Rohrsystem. Abbildung ergänzt und verändert aus Hirakow (1970). – *Schematic representation of the ultrastructure of the three basic types of vertebrate myocardial cells. P = primitive or embryonic type, S = sauropsid type, M = mammalian type (ventricular). Mammalian atrial myofibrils may also belong to the S-type. On the left side of each fiber, cross sections of two opposite cells are shown. The right fibre segment, which is drawn as a longitudinal section, does not contain mitochondria to better represent the tubular structure. Granules such as glycogen and free ribosomes and dissolved myoglobin are also omitted. Basic structural components are marked as follows: Bl = cellular lamella, Er = sarcoplasmic or endoplasmic reticulum, G = Golgi complex, Id = intervertebral disc, Mf = myofibrils, Mt = mitochondria, N = nucleus, Pm = plasma membrane, Sc = special segment of the sarcoplasmic reticulum in close connection with the plasma membrane, Ts = transverse tubular system. Figure supplemented and modified from Hirakow (1970).*

Abb. 19: Die unterschiedliche Teilungsfähigkeit von verschiedenen Muskel- und Nervenzellen (Erläuterung s. Text) und ihre Keimblattzugehörigkeit (Prinzinger 2020). – *The different ability of different muscle and nerve cells to divide and their affiliation to the different cotyledons (Prinzinger 2020).*

11 (Muskel)zellen unterscheiden sich im Teilungsvermögen

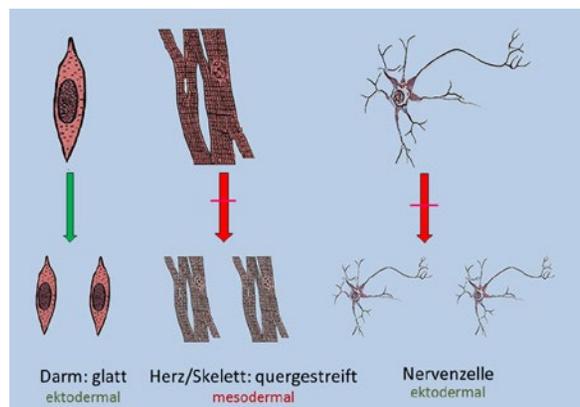
Glatte Muskelzellen entstammen dem Ektoderm und können sich zeitlebens teilen und so z. B. Verluste ausgleichen. Die Anzahl der möglichen Teilungen im Verlauf des Lebens/der Entwicklung ist allerdings nicht unendlich, sondern über die sogenannte Hayflick-Zahl definiert!

Die quergestreiften Muskelzellen (Herz, Skelett) entstammen dem mittleren Keimblatt (mesodermal) und können sich postnatal nicht mehr teilen: Es gibt keinen Herzkrebs und keinen Oberschenkel-Tumor. Wenn es dort zu Wucherungen kommt, sind dies Begleitzellen. Kardiomyozyten sind ausdifferenziert und neben ihrem verzweigten Bau auch bzgl. ihrer Aktionspotenziale so spezialisiert, dass exakter Ersatz nicht möglich ist (s. u.).

Ein Wachstum der quergestreiften Myozyten ist nur über Vergrößerung der Einzelzellen durch Einlagerung von zusätzlichen Myofibrillen möglich. Verluste, z. B. durch Verletzungen, können zwar heilen, die verloren gegangenen Myozyten aber nicht mehr ersetzt werden. An ihrer Stelle findet man stattdessen höchstens Bindegewebszellen. Abgestorbene Herzinfarktgebiete bleiben so zeitlebens ohne funktionellen Ersatz. Das gilt auch für die Skelettmuskulatur (Abb. 19).

Hier bietet sich ein Vergleich mit Nervenzellen an: Sie sind so kompliziert gebaut und untereinander verschaltet, dass aus diesen Gründen eine Teilung schon in früher Embryogenese nicht mehr möglich ist. Auch hier sind Verluste deshalb nicht mehr zu kompensieren, was jeder bei einem Schlaganfall beobachten kann. Auftretende Hirntumore sind Wucherungen von Begleitzellen. Details dazu finden sich z. B. in <https://www.krebsinformationsdienst.de/tumorarten/weitere-tumorarten/hirntumoren.php> und Zimmermann 2018.

Anderson & Finlayson (1976); Bergmann et al. (2009); Hirakow (1970); Hoyl (1983); Kent (1987); Maxintosh et al. (2006); Patten (1948); Prinzinger (2020); Slautterback (1965); Sommer & Johnson (1969); Sommer & Steere (1969)



12 Wachstumsfragen

Bezogen auf die im vorangegangenen Abschnitt dargestellte Teilungsunfähigkeit adulter Skelett- und Herzmuskelzellen wird jetzt jeder zu Recht sagen, dass man sich Muskelmasse und Herzgröße doch adaptiv antrainieren kann. Das stimmt! Das normale Herz eines Erwachsenen wiegt mit 300 g rund das 15-fache der Geburtmasse (rund 20 g): Ausdauertraining kann zusätzlich zu einer gravierenden Vergrößerung führen. Das Herz kann dann das 25-fache der Geburtmasse ausmachen (Abb. 20). Da das oben Gesagte dennoch gilt, muss es einen anderen Wachstumsweg für die Myozyten geben. Dieser erfolgt – wie bereits erwähnt – durch Einlagerung von mehr Myofibrillen, also den kontraktile Elementen der Zelle und nicht durch Vermehrung der Zellen selbst. Dabei bleibt allerdings die Anzahl der den Muskel versorgenden Kapillaren pro Zellzahl bzw. Muskelvolumen gleich und dadurch besteht immer die Gefahr der Blut-Mangelversorgung der Kardiomyozyten, da diese immer größer werden und die Strecke des rein über Diffusion und nicht (mehr) über Blutgefäße versorgten Gewebereiches immer größer wird. Unter Belastung kann es deshalb schnell zu einer Unterversorgung kommen und der Herzinfarkt ist deshalb eine häufige (die häufigste?) Todesursache bei „großherzigen“ Leistungssportlern.

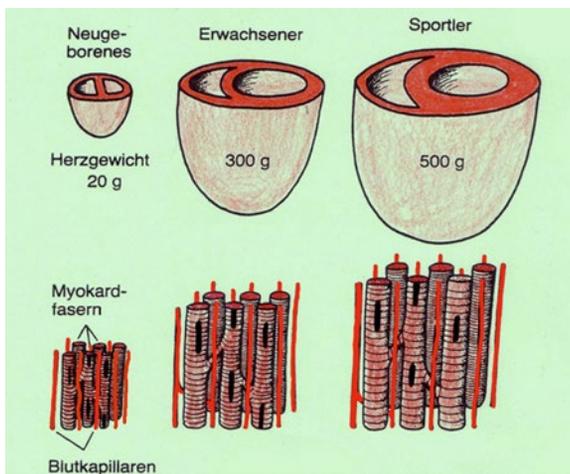


Abb. 20: Altersabhängige Veränderung der Herzgröße und Kapillarisation der Myozyten beim Menschen. Letztere ändern sich nicht. – Age-dependent change in heart size and capillarisation of myocytes in humans. The latter do not change.

13 Unterschiedliche Kapillardichten bei Vögeln: Die Evolution passt an spezielle Anforderungen an

Dort wo bei Vögeln per se höhere Herzleistungen gefordert sind und damit eine höhere Kapillardichte erforderlich ist, wird diese bereits in der Grundausstattung angelegt. Dies zeigen drei Vogel-Beispiele, wo die

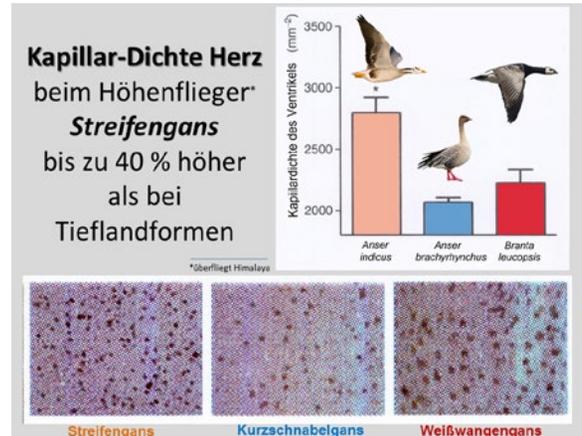


Abb. 21: Evolutive Anpassung der Kapillar-Dichte an die Leistungsanforderungen des Vogelherzens (Näheres s. Text). – Evolutive adaptation of capillary density to the performance requirements of the bird heart.

über den Himalaya fliegende Streifengans *Anser indicus* mit im Mittel 2.800 Kapillaren pro mm^2 Querschnitt eine im Vergleich zu den Tieflandformen Kurzschnabelgans *Anser brachyrhynchus* (2.000) und Weißwangengans *Branta leucopsis* (2.250) eine bis zu 40 % höhere Kapillardichte aufweist (Abb. 21). Eine adaptive Änderung ist wie bei den Säugern nicht bekannt.

Dunson (1965); Laughlin et al. (1976); Prinzinger (1996, 2020)

14 Ein Vogelherz im Menschen! Gibt es eine Xenotransplantation?

2018 warteten 12.000 Menschen in Deutschland auf ein Spenderherz. Nur 318 fanden einen Spender. Man versucht seit langem, für Xenotransplantationen (siehe Kasten) Schweineherzen zu benutzen, die bzgl. Bau und Größe zum Menschen „passen“ würden. Sie werden allerdings vom Immunsystem des Körpers heftig abgestoßen, was an der Ausprägung eines vaskulären sogenannten Epitops (siehe Kasten) mit dem Kurznamen „ αGal “ liegt, das außer bei Mensch und Altwelt-

Bei einer Xenotransplantation (griechisch ξένος, xénos: „Fremder, Fremdes, fremd“) handelt es sich um die Übertragung von lebens- und funktionstüchtigen Zellen oder Zellverbänden (einschließlich ganzer Organe oder Körperteile) zwischen verschiedenen Spezies (z. B. vom Schwein oder Affen auf den Menschen). Bis heute sind ganze Organ-Xenotransplantationen beim Menschen nicht möglich, aber Thema vieler Untersuchungen. Organteile (z. B. Herzklappen) können dagegen nach immunologischer Vorbehandlung genutzt werden

Ein Epitop (griech. ἐπί – epi „bei, auf“ und τόπος – topos „Ort“) ist ein Oberflächen-Molekül, gegen welches das körpereigene Abwehrsystem adaptiv einen spezifischen Antikörper bildet oder das T-Zell-Rezeptoren spezifisch bindet. Normalerweise sind Epitope Proteine bzw. Proteide. Die Träger der Epitope nennt man Antigene. Ein einzelnes Antigen, wie das Membranprotein einer Zelle (im Beispiel eine Herzzelle) oder eines Bakteriums, trägt zahlreiche verschiedene, art- bzw. individualspezifische Epitope. Gegen jedes einzelne dieser Epitope kann unabhängig voneinander ein spezifischer Antikörper oder eine spezifische T-Zelle gebildet werden.

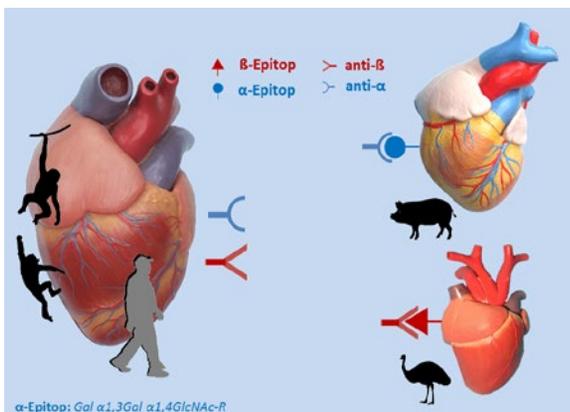


Abb.22: Das Schwein hat das Epitop α Gal gegen das der Mensch ein Antigen hat. Vögel haben kein α Gal, aber ein β Gal Epitop und schienen deshalb für eine Xenotransplantation geeignet. Es zeigte sich aber, dass Menschen auch ein anti- β Gal aufweisen. Man muss beachten, dass in der Grafik aus Gründen der Anschaulichkeit die Epitope auf der Herzoberfläche gezeigt werden. In Wirklichkeit liegen sie auf dem innen auskleidenden Endothel des kardiovaskulären Systems. Nach Huai et al. 2016; Tadjalli et al. 2009; Taniguchi et al. 1996. – *The pig has the epitope α Gal against which humans have an antigen. Birds do not have an α Gal, but a β Gal epitope and therefore seemed suitable for xenotransplantation. However, it turned out that humans also have an anti- β Gal epitope. It should be noted that for the sake of clarity the epitopes are shown on the heart surface in the graph. In reality, they are located on the endothelium of the cardiovascular system that lines the inside of the heart. After Huai et al. 2016; Tadjalli et al. 2009; Taniguchi et al. 1996.*

affen (Schimpanse, Gorilla, Orang-Utan) bei allen Säugtieren vorkommt (Abb. 22).

Vögel exprimieren das α Gal-Epitop ebenfalls nicht, sondern („nur“) ein β Gal-Epitop. Deshalb wurde vermutet, dass Vogelherzen vom menschlichen Immunsystem nicht angegriffen werden und daher keine Abstoßungsreaktion stattfinden würde. Zwar wurde nachgewiesen, dass menschliche Anti-Emu-Herz-Endothel-Epitope keine Anti- α Gal-Antikörper sind, dass das

menschliche Plasma in Kultur dennoch zytotoxisch sowohl auf Straußen- als auch auf Emu-Aorten-Endothelzellen wirkt. In vivo oder ex vivo Hämoperfusion von größenmäßig zum Menschen passenden Emu-*Dromaius novaehollandiae* und Straußenherzen durch Pavianblut führte zu histopathologischen Merkmalen der hyperakuten Abstoßung, die interessanterweise beim Strauß-, aber nicht beim Emu-Herzen zu sehen waren. Es ist also so, dass im Säugerplasma offensichtlich auch bestimmte anti- β Gal-Körper vorhanden sind und die genannten Vogelherzen deshalb keinen Vorteil gegenüber dem Schwein als Organspender für den Menschen bieten. Anatomische, histologische, physiologische und immunologisch artspezifische Unterschiede machen die Laufvogelherzen zusätzlich ungeeignet für die Transplantation in den Menschen. Zusätzlich zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass es nicht nur die genannten α Gal- und β Gal-Epitope gibt, sondern hunderte verschiedene andere, die man noch nicht genau kennt, womit man die schwierigen Antikörper-Reaktionen erklären könnte.

Die genaue Kenntnis der Synthese, Struktur und Wechselwirkung der verschiedenen Epitope verdankt man u. a. auch der Krebsforschung. Hier geht es um die Entwicklung spezifischer Antikörper für die auf Krebszellen vorkommenden spezifischen Epitope. Auch die „Kronenzacken“ der Coronaviren kann man im weitesten Sinne in diese spezielle Oberflächenstrukturen eingliedern.

15 Die Elektrophysiologie des Herzens

Untersuchungen zur Elektrophysiologie beginnen schon früh mit Luigi Aloisio Galvani (1737 bis 1798) in Italien. Galvani studierte u. a. Medizin in Bologna, wo er 1759 sein Studium abschloss. Zunächst wollte er die gesamte Physiologie der Vögel bearbeiten, doch beschränkte er sich später auf die Untersuchung ihrer Gehörorgane.

Galvani entdeckte 1780 durch Experimente mit Froschschenkeln die Kontraktion von Muskeln, wenn diese mit einer Spange aus Kupfer und Eisen in Berührung gebracht wurden. Ihm fiel zudem auf, dass ein Froschschenkel, der mit einer Messerklinge in Berührung stand, immer dann zusammenzuckte, wenn Funken entstanden. Das fand auch statt, wenn bei einem Gewitter in der Nähe ein Blitz aufzuckte. Daraus entwickelte er die Idee, dass die Muskeltätigkeit – auch die des Herzens – mit Elektrizität in Zusammenhang steht.

Das geht bis zu den Aktionspotentialen einzelner Myozyten (Abb. 23). Diese unterscheiden sich von der Basis des Herzens bis zur seiner Spitze sehr deutlich. Jede Herzmuskelzelle besitzt ihr eigenes, typisches Aktionspotential. Dabei wird dessen Dauer immer länger und die Kontraktionsfrequenz dadurch immer niedriger. Jeweils übergeordnete Autorhythmie-Zentren speziell differenzierter Herzmuskelzellen synchronisieren das Gesamtherz aber auf eine gemeinsame

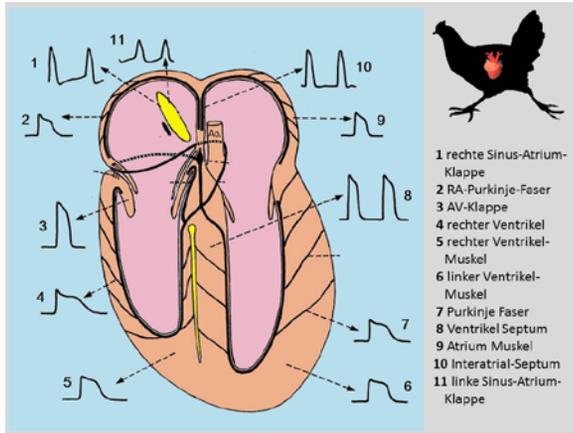


Abb. 23: Das Reizleitungs-(Purkinje-)System des Vogelherzens am Beispiel Huhn/Pute) mit den dazugehörigen transmembranen Aktionspotentialen der einzelnen Herzbereiche; RV = rechter Ventrikel; LV = linker Ventrikel; A = Atrium, V = Ventrikel. – *The conduction- (Purkinje-) system of the avian heart (e.g. chicken/turkey) with the corresponding transmembrane action potentials of the different heart areas; RV = right ventricle; LV = left ventricle; A = atrium, V = ventricle.*

Kontraktion, wobei das jeweils Schnellste den Rhythmus aller bestimmt. Diese Zentren sind von der Herzbasis zur Herzspitze: der Sinus-Knoten mit 60–100 pro Minute, der AV-Knoten (40–45), das His'sche Bündel (40–45) und die Purkinje-Fasern (35–40). Dies kann man u. a. durch einfache Versuche, die sogenannten Stanniuschen Ligaturen zwischen den einzelnen Zen-

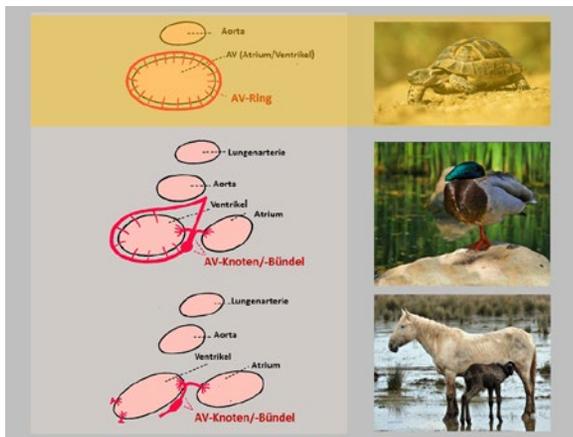


Abb. 24: Verschiedene Ausprägung von atrio-ventrikulären Ringen bei Reptilien, Vögeln und Säugern (Näheres s. Text). – *Different expression of atrio-ventricular connections (rings) in reptiles, birds and mammals. Unlike mammals, birds have a so-called atrio-ventricular ring of Purkinje-fibers on the right side of the heart, which extends around the right AV-valve. As a result, the right valve actively contracts in the ventricular systole at an early stage, so that blood can no more flow back before the ventricle has completely contracted.*

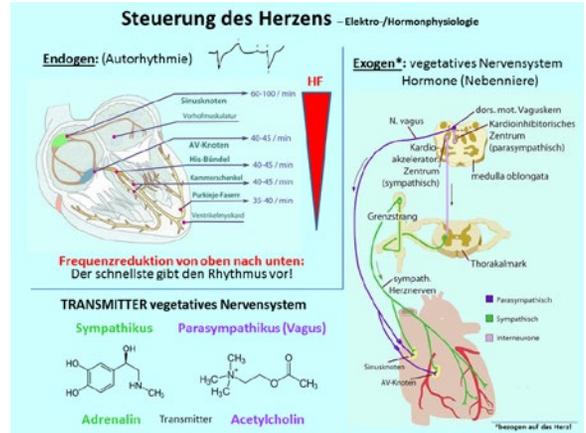


Abb. 25: Die endogene Schlagfrequenz (Autorhythmie) entlang der Herzachse und ihre Beeinflussung durch das vegetative Nervensystem und deren Hormone. Abb. verändert und ergänzt nach <http://physiologie.cc/VI.5.htm#RLS>). – *The different endogenous beat frequencies (autorhythmia) along the heart axis and its influence by the autonomic nervous system and its hormones. Fig. according to <http://physiologie.cc/VI.5.htm#RLS>; modified and supplemented.*

tren sehr schön zeigen, die den Erregungsverlauf von der Basis zur Herzspitze unterbrechen, was schon seit rund 170 Jahren bekannt ist (Abb. 24).

In diesem Zusammenhang ist eine weitere Besonderheit im Herzen der Vögel interessant: Im Gegensatz zu Säugetieren besitzen sie einen sogenannten atrio-ventrikulären Ring aus Purkinje Fasern auf der rechten Seite des Herzens, der sich um die rechte AV-Klappe herum erstreckt. Dadurch zieht sich die rechte Klappe in der ventrikulären Systole schon frühzeitig aktiv zusammen, sodass schon vor der kompletten Kontraktion des Ventrikels kein Blutrückfluss mehr stattfinden kann (Abb. 25).

Neben der durch das Herz selbst erzeugten Erregung (endogene Autorhythmie) und der Weiterleitung des Aktionspotentials wird die Schlagfrequenz zusätzlich durch das vegetative Nervensystem über Neurohormone geregelt (Abb. 25). Dazu gehört u. a. Adrenalin, das auch von der Nebenniere ausgeschüttet wird.

Bei einer Herztransplantation werden die Stränge des vegetativen Nervensystems übrigens durchtrennt und können im Empfänger nicht mehr verbunden werden. Das Herz schlägt also nur in seinem endogenen Grundrhythmus des Spenders!

Cohen & Pitts (1968); Dale & Feldberg (1934); Davies (1930); Didio (1967); Gilbert (1961); Johansen & Reite (1964); Jolly (1910); Jones (1969); Jones & Purves (1970); Jones & Johansen (1972); Jürgens (1909); King et al. (1968); Kisch (1951); Loewi (1921); Lumeeij et al. (1998); Moore (1965); Murphy & Weaver (2018); Prinzing (2014a, 2014b, 2020); Stannius (1852); <http://physiologie.cc/VI.5.htm#RLS>

16 Die Brustmuskeln: je nach Funktion sind sie unterschiedlich groß und gefärbt

Wir wissen erstaunlich viel über die Physiologie des Vogelherzens. Wie gezeigt, geht das bis zu den Aktionspotentialen der einzelnen Herzbereiche (Herzzellen). Wenn wir allerdings eine einfache Übersicht über die Herzgröße und ihren Bezug der zum Fliegen notwendigen Brustmuskulaturzusammensetzung suchen, wird es mit der Datenlage eng, obwohl diese Muskeln für einen fliegenden Organismus von erheblicher Bedeutung sind.

Von 358 Individuen aus 75 verschiedenen Arten und 13 Ordnungen kennen wir dazu die entsprechenden Zusammenhänge, von den kleinsten bis zu den größten Kolibris (27 Arten) bis zu den (heute) flugunfähigen „Flachbrustvögeln“ („nicht systematische“ Zusammenfassung der Strauße, Nandus, Kiwis und Kasuare).

Zunächst zur grundlegenden Information die Lage und Funktion der einzelnen Brustmuskeln: Abb. 26 zeigt jeweils einen Querschnitt durch eine Ringeltaube *Columba palumbus* und ein Rotkehlchen *Erythacus rubecula* in der Höhe der Herzklappen. Neben Herz und Lunge sind die verschiedenen Brustmuskeln, die

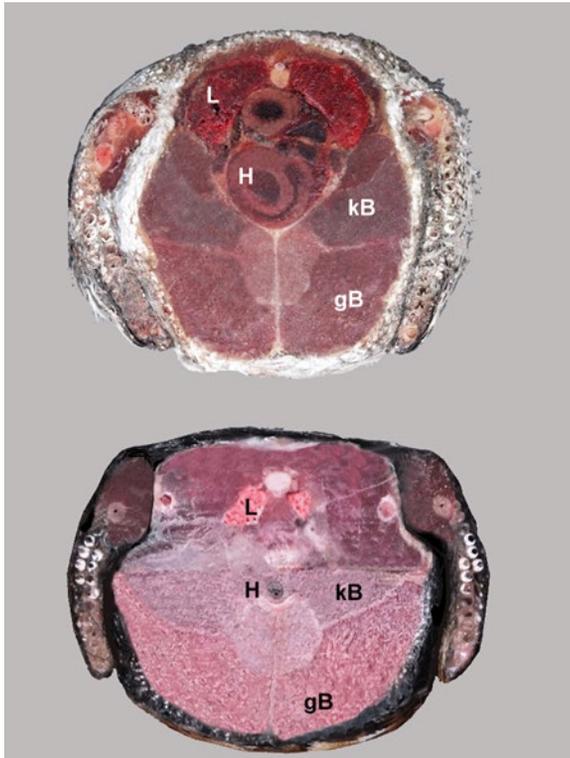


Abb. 26: Querschnitte durch eine Ringeltaube *Columba palumbus* (oben) und durch ein Rotkehlchen *Erythacus rubecula* auf Höhe der Ventilebene. Die Größenverhältnisse zueinander entsprechen nicht den natürlichen! – Cross section of a Wood Pigeon *Columba palumbus* (above) and of a European Robin *Erythacus rubecula* at the level of the valve plane. Note that the proportions to each other do not correspond to the natural ones!



Abb. 27: Die beiden Brustmuskeln am Beispiel einer Ringeltaube *Columba palumbus*: Deutlich ist der Unterschied beider Muskeln erkennbar – sowohl hinsichtlich ihrer Färbung als auch hinsichtlich ihrer Größe. – *The two pectoral muscles of a Wood Pigeon Columba palumbus*: The difference between the two muscles is clearly visible – both in terms of their colour and their size.

am Brustkiel (Carina) des Sternums ansetzen, deutlich zu erkennen. Die Brustmuskulatur ist aus bis zu sechs verschiedenen Muskeln aufgebaut, die durch Faszien deutlich voneinander getrennt sind.

Abb. 27 zeigt die Freipräparation von großen und kleinen Brustmuskeln bei einer Ringeltaube. Sie haben unterschiedliche Aufgaben: Der Kleine Brustmuskel (*Musculus supracoracoideus*) hebt den Flügel und der Große Brustmuskel (*Musculus pectoralis*) ist für den Abschlag verantwortlich (Abb. 28): Wie zu erwarten, ist der *pectoralis* der größere. Sowohl der Ab- als auch der Aufschlag führen zu einem Vortrieb. Das Größenverhältnis beider zueinander ändert sich mit sehr stark mit der Bedeutung beider Bewegungen im Rahmen des Fluges bzgl. Vortrieb und Auftrieb: Je nach Flugart gibt es in beider Verhältnis deshalb große Unterschiede.

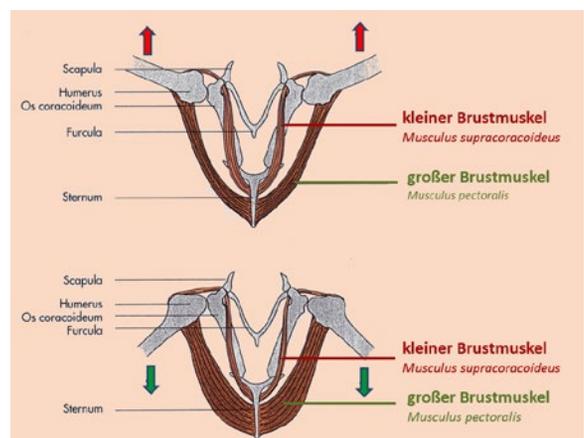


Abb. 28: Insertionsstellen und Aufgaben von großem und kleinem Brustmuskel. – Insertion sites and tasks of large and small pectoral muscles.

Chen & (2014); Clark & Dudley (2009); Drowowitz (2012); Fernández et al. (2011); Fowler (1991); Gill (2014); Hargrove (2005); Harshman et al. (2008); Prinzing (2014a, 2014b, 2020)

17 Physiologische Differenzierung der Brustmuskel-Typen

Die Brustmuskeln unterscheiden sich bei verschiedenen Vogelarten je nach Leistungsanforderung nicht nur in ihrer Größe z. T. beträchtlich. Das zeigt ein direkter Vergleich zwischen einer Gans, die Langstrecken fliegen kann, mit einer Pute (Truthuhn) *Meleagris gallopavo*, die nur einen sogenannten Explosionsflug über kurze Strecken ausführt (Abb. 29): Die dunklere Farbe der Gänsemuskeln kommt von einer höheren Konzentration von rotem Myoglobin im Muskel, das wie Hämoglobin im Blut als Sauerstoffspeicher dient. Dieser Muskeltyp ist für längere Flugstrecken besser gerüstet und kann verfügbare energiereiche Verbindungen sauerstoffverbrauchend gründlicher ausschöpfen. Er baut auf sogenannten Slow-twitch-Fasern (Fasertyp 1), die langsamer zucken, aber ausdauernd sind.

Die schneller zuckenden weißen Muskelfasern haben einen geringeren Gehalt an Myoglobin, dafür mehr Myofibrillen und heißen Fast-twitch-Fasern (Fasertyp 2). Sie benutzen vorwiegend die kürzeren/schnelleren Wege anaerober Energiebereitstellung (vorzugsweise aus Glykogen). Fast jeder kennt ja das hellrote bis weiße Brustfleisch von Huhn und Pute im Gegensatz zum dunkelroten Brustfleisch der Weihnachtsgans.

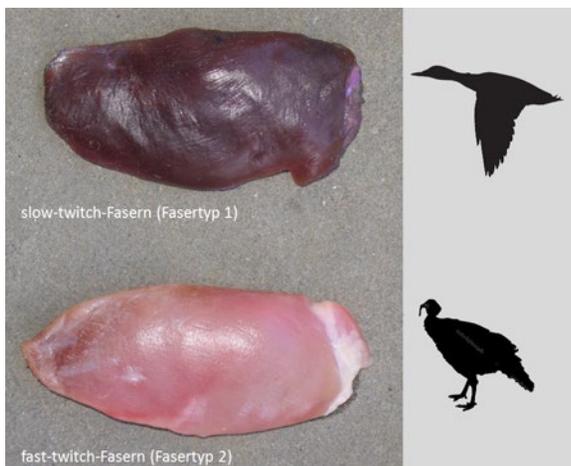


Abb. 29: Die großen Brustmuskeln unterscheiden sich je nach Leistungsanforderung nicht nur in ihrer Größe sondern auch in ihrer Färbung z. T. beträchtlich. Hier der Vergleich zwischen einer Gans (oben), die Langstrecken fliegen kann, und einer Pute (Truthuhn), die nur einen Explosionsflug über kurze Strecken ausführt. – *Depending on the performance requirements, the large pectoral muscles differ not only in size but also in colour, sometimes considerably. Here the comparison between a goose (above), which can fly long distances, and a turkey (below), which only makes an explosive flight over short distances.*

18 Größenrelation der Muskeltypen zueinander und ihre Beziehung zur Herzgröße

Wie ist eigentlich das Herz an das „Übergewicht“ des großen Brustmuskels angepasst? Eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Abb. 30:

- Jäger wie Greifvögel und Eulen haben das „höchste“ Verhältnis von Großem zu Kleinem Brustmuskel. Sie müssen schnell beschleunigen und rütteln (Falken) können. Diese Arbeit leistet vor allem der Große Brustmuskel. Da die jeweiligen Flugphasen in der Regel nur kurz andauern, ist das Herz mit rund 1,1 % der Körpermasse dennoch/deshalb nicht besonders groß!
- Eulen mit ihrem ruhigen, nächtlichen Gleitflug haben im Mittel einen um das 15-fache größeren Großen Flugmuskel, der aber wenig Vortrieb leisten muss, weil die Nachtjäger vorwiegend ruhig gleiten. Das Herz kann deshalb mit 0,5 bis 1 % der Körpermasse relativ klein sein.
- Hühnerartige sind blitzschnelle Senkrechtstarter und fliegen nur relativ kurze Strecken. Deshalb sind bei ihnen beide Brustmuskeln etwa gleich groß und das Herz relativ klein.
- Herausragend sind die Kolibris. Als einzige Vogelart stehen sie im Schwirrflug ruhig in der Luft vor einer Blüte, was durch beinahe gleichwertige Leistung von Auf- und Abschlag möglich wird. Deswegen sind beide Brustmuskeln beinahe gleich groß und/aber das Herz muss für diese Flugform enorm leistungsfähig sein. Es erreicht z. T. 3,5 % der Körpermasse. Zudem wäre ohne sofort verfügbaren Zucker aus der Nektarnahrung diese Leistung nicht möglich.
- Ein kleiner sprachlicher Seitenblick: Das Englische kennt erstaunlicherweise keine Differenzierung zwischen Rüttelflug und Schwirrflug, obwohl es sich um völlig andere Flugformen handelt.
- Nicht in Abb. 31 aufgeführt sind die sogenannten Flachbrustvögel, für die das Fehlen einer Carina charakteristisch ist (Acarinata). Dementsprechend findet man bei ihnen überhaupt keine Brustmuskeln. An deren Stelle sind nur Haut und etwas Fett. Straußenfleisch kommt also im Gegensatz zu Hühnern und Puten nie aus der Brust, sondern ausschließlich aus den muskelreichen Oberschenkeln, die zum Rennen und auch zur Verteidigung gegen Feinde dienen.

Die durchschnittliche Herzgröße beträgt beim „Rennvogel“ Strauß altersabhängig rund 0,6 bis höchstens 0,8 % der Körpermasse. Das sind bei voll erwachsenen Vögeln im Mittel etwa 0,8 bis 1 kg. Es sind die niedrigsten relativen Werte bei Vögeln überhaupt. Die höchsten findet man – wie bereits erwähnt – bei Kolibris (bis 3,5 %).

Biebach & Bauchinger (2002); Prinzing (2013, 2014, 2020); Scott et al. (2001); Welch & Suarez (2007)

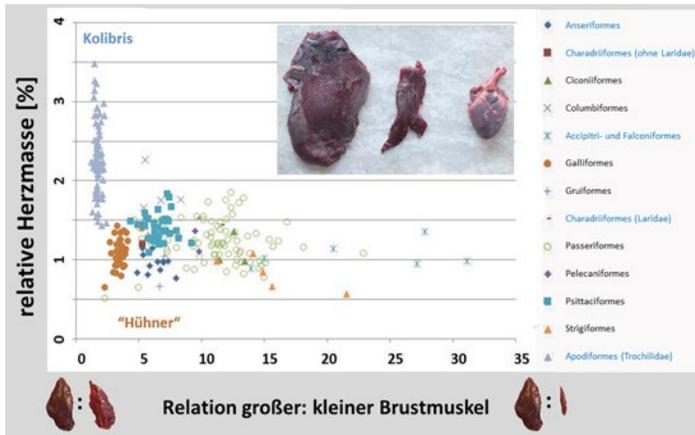


Abb. 30: Das Größenverhältnis von Großem zum Kleinen Brustmuskel und dessen Relation zur Herzgröße. Von links nach rechts nimmt der Große Brustmuskel zu und von unten nach oben die relative Herzgröße. – *The size ratio of large to small pectoral muscle and its relation to heart size. From left to right the large muscle increases and from bottom to top the relative heart size increases.*

19 Wie arbeitet das Herz? – Das Herz als Motor?

Diese einfachen Fragen werden erschreckend häufig falsch beantwortet. Viele Darstellungen im Internet sind nicht korrekt. Selbst in aktuellen (2019) Lehrfilmen für Krankenschwestern wird die Funktion des Herzens falsch beschrieben, und sogar ein Herzchirurg zeigte kürzlich in einem Vortrag ein nicht korrektes Video. Aber auch in den „Bibeln“ der Ornithologie ist die Beschreibung in der Regel falsch. Sie zeigen eine transversale Kontraktion des Ventrikels. Das kommt wohl daher, dass die Tätigkeit des Herzens bei geöffnetem Brustkorb oder außerhalb des Körpers keine korrekte in situ-Funktion zeigt. Wie es richtig funktioniert, zeigten wir (inzwischen verboten!) in unseren physiologischen Praktika über 30 Jahren lang. Das Herz zieht sich bei der Kontraktion nämlich nicht wie eine Ballpumpe zusammen: Länge und Breite des Herzens ändern sich praktisch nicht, nur die Lage der Ventilebene entlang der Herzachse (Abb. 31, 32, 33).

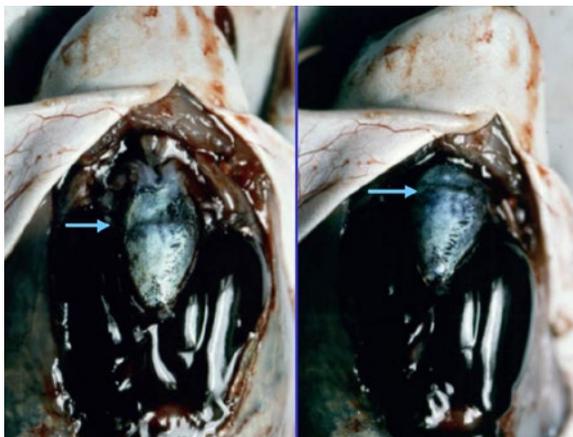


Abb. 31: Verschieben der Ventilebene (Pfeil) beim Froschherzen. Links: Ventrikel-Kontraktion. Screen-shot aus einem S-8-Film Prinzinger. – *Shifting the valve plane (arrow) in a frog heart. Left: ventricular contraction. Screen-shot from a S-8 film Prinzinger.*

(Nur) das Prinzip der Verschiebung der Ventilebene erlaubt es zudem dem Herzen, zur Leistungsanpassung neben der Herzfrequenz (HF) auch unterschiedliche Schlagvolumina leicht zu realisieren, was für die Stoffwechselregulation lebenswichtig ist, wie wir nachfolgend noch sehen werden.

Ganz anders sieht die Pumpfunktion z. B. bei Insekten, aber auch bei Krebsen, Ringelwürmern etc. aus. Hier findet man einen langen, dorsalen Herzschlauch mit vielen einzelnen Herzkammern in die über Ostien die Hämolymphe aus dem Körper in das Herz gezogen wird (Abb. 34). Die einzelnen Herzkammern kontrahieren wellenförmig hintereinander und werden jeweils durch sog. Flügelmuskeln wieder auseinander gezogen. So entsteht ein Blutfluss von kaudal nach frontal. (Nur) im sehr frühen embryonalen Zustand ist dieser Bau bzw. diese Funktion sehr kurz auch bei Vertebraten so ausgeführt, was vielleicht zum Missverständnis der Adultfunktion beigetragen hat.

Cohen & Schnall (1970); Kükenthal (1999); Prinzinger (2013, 2014, 2020); Storch & Welsch (2004); Wigglesworth (1966)

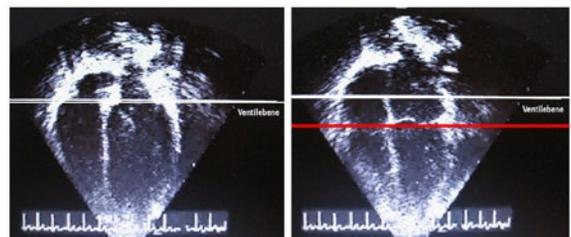


Abb. 32: Die Verschiebung der Ventilebene beim Herzschlag des Menschen. Länge und Breite des Herzens ändern sich praktisch nicht, nur die Lage der Ventilebene. Weiß (links): Vorhöfe kontrahiert, rot (rechts): Ventrikel kontrahiert. MRT-Film Prinzinger. – *Shifting of the valve plane during human heartbeat. Length and width of the heart practically do not change, only the position of the valve plane. White (left): atria contracted, red (right): ventricle contracted.*

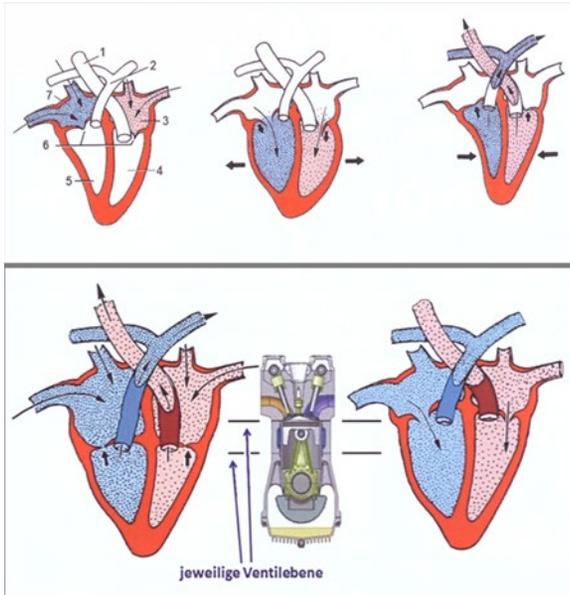
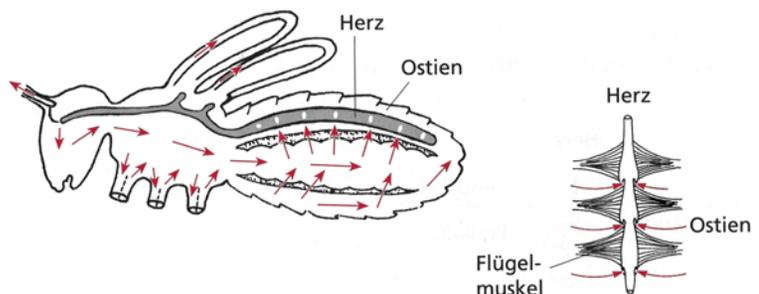


Abb. 33: oben: Falsch dargestellte Pump-Funktion des Herzens verändert aus Podulka et al. (2004): Ventrikel kontrahieren danach im Wechsel mit den Vorhöfen nach dem Prinzip einer Ballpumpe und das Herz verkürzt sich dabei. 1) Aorta; 2) Lungenarterie; 3) linker Vorhof Atrium); 4) linker Ventrikel; 5) rechter Ventrikel; 6) AV-Klappe; 7) rechtes Atrium.; dünne Pfeile markieren den jeweiligen Blutfluss. Unten: Richtige Funktionsweise des Herzens als Hubkolbenpumpe. Das Prinzip ist das eines Verbrennungsmotors. Mitte: Dünne Pfeile markieren die wechselnde Richtung des Blutstromes arteriell rot, venös blau; Dicke Pfeile links weisen auf die Atrio-Ventrikular(AV)-Klappen, die bei der Kontraktion des Ventrikels schließen. – Above: Wrongly represented pumping function of the heart (after Podulka et al. 2004): Ventricles contract afterwards alternating with the atria according to the principle of a ball pump and the heart shortens in this process. 1) aorta; 2) pulmonary artery; 3) left atrial atrium); 4) left ventricle; 5) right ventricle; 6) AV valve; 7) right atrium; thin arrows mark the respective blood flow. Below: Proper functioning of the heart as a reciprocating pump. The principle is that of a combustion engine. Middle: Thin arrows mark the changing direction of the blood flow (arterial red, venous blue). Thick arrows (left) point to the atrio-ventricular (AV) valves, which close when the ventricle contracts.

Abb. 34: Bau und Pumpfunktion des Herzens bei Insekten. Auch bei Vertebraten (Vögel) ist dieser Bau und seine Pumpfunktion als Schlauch im frühembryonalen Stadium angelegt. Die roten Pfeile zeigen die Richtung des Blutflusses (nach Storch & Welsch 2004). – Construction and pumping function of the insect heart. In vertebrates (birds) this structure and its pumping function is also designed as a tube in the very early embryonic stage. The red arrows show the direction of the blood flow.



20 Die (Motor-)Leistung des Herzens

Beim Vergleich mit einem Motor drängt sich natürlich die Frage nach der Leistung (in W oder früher PS), des Herzens auf. In der Umschreibung kann man folgende Gleichsetzungen machen:

Drehzahl → Herzfrequenz (HF)

Drehmoment → Blutdruck (D)

Hubraum → Schlagvolumen (V)

Leistung → Herzarbeit pro Zeit; beim Strauß z. B. 1 bis 5 kW (7 bis 10 PS); (D × V)/F. 5 W sind umgerechnet rund 0,007 PS.

Helb & Prinzing (2009); Hudson & Brush (1963)

21 Die Herzfrequenz – Die „Drehzahl“ des Herzens

Wie gezeigt, ist das Herz der Vögel etwa doppelt so groß wie bei Säugern. Die Herzfrequenz (HF) liegt dagegen weit darunter! Die Normwerte sind in Ruhe nur etwa 60 % so hoch wie bei Säugern (Abb. 35). Die entsprechende Massen-Korrelationen sind wie folgt:

$$HF_{\text{Vogel}} = 870 \times M^{-0,26}; HF_{\text{Säuger}} = 1,355 \times M^{-0,25}$$

M = Masse des Vogels (in g)

Für einen jeweils 100 g schweren Vertreter beider Gruppen ergeben sich folgende Werte: Vogel (z. B. Amsel *Turdus merula*): 275/min und Säuger (z. B. Streifenhörnchen *Tamias spec.*): 428/min.

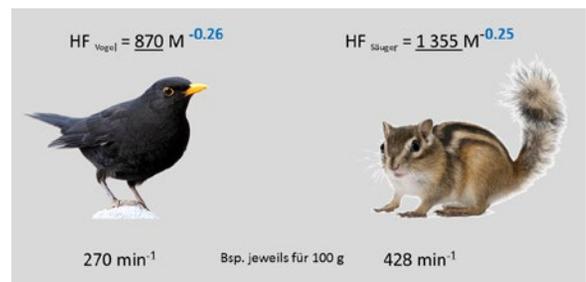


Abb. 35: Vergleich der Herzfrequenz Vogel-Säuger; jeweils für ein 100 g Tier. – Comparison of the heart rate of bird vs. mammal; each for a 100 g animal.

Tab. 2: Ruhe- und Maximalwerte der Herzfrequenz [Schläge/min] bei verschieden großen Vögeln. – *Resting and maximum heart rates [beats/min] in birds of different size.*

Art	Masse [g]	Ruhe	Maximum	Faktor
Strauß <i>Struthio camelus</i>	130.000	40	180	4,5
Truthahn <i>Meleagris gallopavo</i>	4.500	100	400	4,0
Haushuhn <i>Gallus domesticus</i>	2.000	220	800	3,5
Haussperling <i>Passer domesticus</i>	28	350	900	2,6
Kanarienvogel <i>Serinus canaria</i>	16	500	1.000	2,0
Rubinkehlkolibri <i>Archilochus colubris</i>	8	615	1.260	2,0
dto. im Torpor (s. u.)	8	60–80	1.260	10–15

Der (negative) Exponent ist bei beiden Gruppen praktisch identisch. Daraus lässt sich folgendes ableiten: Die Lebensdauer (L) von Vögeln und Säugern gehorcht der Beziehung $L = a \times M^{+0,25}$. Bei der HF lautet die Gleichung: $HF = b \times M^{-0,25}$ (a und b sind jeweils Konstante). Aus beiden Funktionen lässt sich durch Multiplikation beider Größen die Lebenssumme der Herzschläge $L \times H$ berechnen:

$L \times HF = (a \times M^{+0,25}) \times (b \times M^{-0,25}) = a \times b \times M^{0,25-0,25} = a \times b \times M^0$. $L \times H$ ist also eine konstante Größe, da $M^0 = 1$ ist. In der Summe ist die Anzahl der Herzschläge im Lebensverlauf bei allen Vertretern also im Mittel gleich groß! Sie ist wie bei den Säugern im Durchschnitt offensichtlich eine Konstante und beträgt bei Vögeln etwa 100 bis 200 Millionen. Die Zahl bei Säugetieren beträgt rund eine Milliarde, ist also wesentlich höher. Der moderne Mensch bringt es dank der medizinischen Errungenschaften und des bequemen Lebens auf etwa vier Milliarden Herzschläge.

Zwischen Ruhe- und Maximalwerten der Herzfrequenz liegt der Faktor massenabhängig zwischen 2,0 und 4,5 (Tab. 2). Bei großen Vögeln ist die Differenz höher. Das Verhältnis von Herz- zu Atemfrequenz beträgt im Ruhezustand meist 1:4. Bei vielen Arten sind auch Herz- und Flügelschlagfrequenz gekoppelt, allerdings sehr unterschiedlich und deshalb bisher nicht ausreichend untersucht.

Folgende Besonderheiten (physiologische Sondersituationen) sind noch wichtig und müssen kurz erwähnt werden:

Torpor (Tagesschlaflethargie) ist ein nächtlicher Starrezustand, um Energie zu sparen, der in der Tagesperiodik auftritt. Er kommt bei Vögeln bei Kolibris (Trochiliformes), Mausvögeln (Coliiformes) und der Winternachtschwalbe *Phalacrocorax auritus* vor; vermutlich auch bei der Mehlschwalbe *Delichon urbica*. In diesem Zustand kann die HF – abhängig vom erreichten Niveau der Körpertemperatur (10 bis 18 °C) – im Extrem um 90 % abgesenkt werden. Im Gegensatz zu Säugern ist diese Fähigkeit bei Vögeln selten und nach

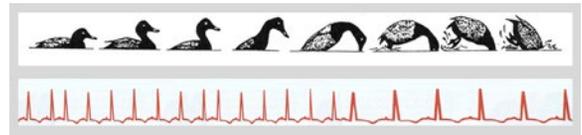


Abb. 36: Verlauf der Herzfrequenz bei Taucherbradykardie bei einer Ente telemetrisch ermittelt. – *Course of the heart rate during diving in a duck (bradycardia).*

bisheriger Kenntnis auf die oben genannten Arten bzw. Gruppen beschränkt.

Taucherbradykardie: Tauchende Vögel zeigen wie die Säugetiere inkl. Mensch beim Abtauchen in kaltes Wasser eine reflexgesteuerte, plötzliche Absenkung der HF um bis zu 50 % (Abb. 36). Aktuell (2019) wurde dieser Effekt auch bei Walen gemessen. Mit angehefteten EKG-Sensoren, die sich automatisch wieder lösen, fand man bei normal schwimmenden Blauwalen *Balaenoptera musculus* eine HF von 30 bis 35 pro Minute. Mit dem Abtauchen sank die Frequenz auf 4 bis 8/min.

Selbst bei gesunden und sportlichen Menschen kann ein Sprung in eiskaltes Wasser zu einer überschießenden Bradykardie zusammen mit einer starken Vasokonstriktion mit plötzlich stark erhöhtem Blutdruck zu einem plötzlichen und damit tödlichen Herzstillstand führen.

Goldbogen et al. (2019); Hoffmann & Prinzing (1984); Hund et al. (1974); Jones & Holeyton (1972a, 1972b); Jones & Purves (1970a, 1970b); Krüger et al. (1981, 1982); Prinzing & Siedle (1986); Prinzing & Siedle (1988); Prinzing (1983); Prinzing et al. (1981); Prinzing et al. (1986)

Während der Entwicklungsphasen **Embryologie und Ontogenese** (Jugendentwicklung) beträgt beim Huhn die HF des Embryos am 3. Bebrütungstag rund 140/min und steigt bis zum Schlupf auf rund 220/min (Abb. 37). Ab dem Schlupftag (Lebensalter: 1 Tag) steigt die Ruhfrequenz schnell auf ein Maximum von rund 440/min im Alter von drei bis vier Wochen, um dann

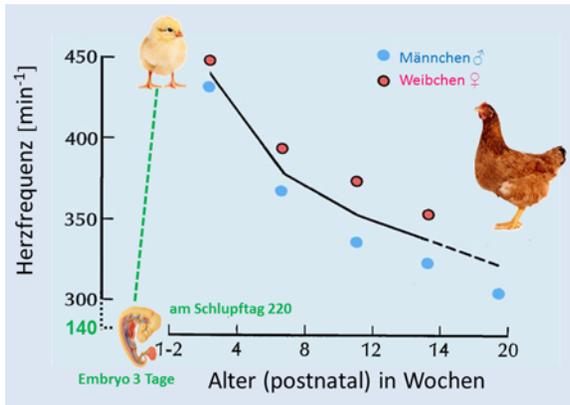


Abb. 37: Entwicklung der Herzfrequenz während der Embryo- und Ontogenese beim Huhn *Gallus domesticus*; nach Girard 1973. – *Development of heart rate during embryo- and ontogenesis in the chicken Gallus domesticus according to Girard 1973.*

langsam wieder abzufallen. Im Alter von 20 Wochen liegt der Wert im Mittel bei 300/min. Bei den Männchen liegen die Frequenzen etwa 10 % niedriger; ihre Herzmasse ist massenbedingt auch größer. Vergleichbare Verläufe fand man beim Truthuhn und einigen anderen Vogelarten. Dem Autor dieser Zusammenstellung erscheinen die Werte, die in Sturkie (1976) zusammenfassend dargestellt werden, allerdings etwas zu hoch! Hier müssten noch die genauen Umstände der Datenerfassung bekannt sein. Beim Huhn (bezogen auf 800 g) wären die Erwartungswerte z. B. 150 bis 200/min.

22 Die Herzfrequenz als embryonale Altersuhr

Wie beim adulten Vogel ist auch beim Vogelembryo die Frequenz des springenden Punktes umgekehrt proportional zur Eimasse und damit zur Herzmasse. Größere Eier haben also geringere embryonale HF als kleine Eier. Die Beziehung gehorcht somit ebenfalls einer exponentiellen Gleichung der Form $a \times W^b$. Dies gilt für alle Phasen (Bebrütungszeiten, Alter) des Embryos. Der Exponent b hat ebenfalls den Wert $+0,25$; a ist altersabhängig (Abb. 38). Der zeitliche Ablauf der HF während der Embryogenese wird weiter unten beschrieben.

Die „Summen-Konstanz“ der Anzahl der Herzschläge gilt nicht nur – wie oben gezeigt – für die gesamte Lebensphase, sondern auch für die gesamte Embryonalentwicklung: Egal, wie lange diese dauert, alle Vögel schlüpfen im Mittel nach der gleichen Summe von Herzschlägen. Drei Beispiele sind schematisch in Abb. 39 dargestellt.

Kleine Vögel wie z. B. der Zaunkönig *Troglodytes troglodytes* (8–10 g; Brutzeit ca. 12 Tage) haben eine kurze Bebrütungszeit mit einem hohen (schnellen) Anstieg der HF. Mit steigender Körpermasse (z. B. die Gans *Anser spec.* 3–3,5 kg und der Albatros *Diomedea spec.* 7–8 kg; 43 bzw. 88 Tage) nimmt die Embryonationsdauer

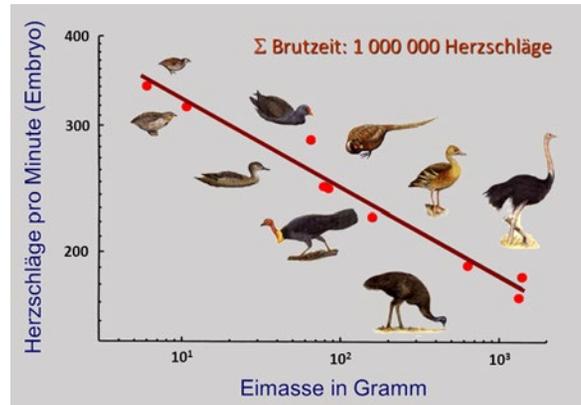


Abb. 38: Die Herzfrequenz ist beim Vogelembryo wie beim erwachsenen Vogel ebenfalls proportional zu Eimasse und damit zur Herzmasse (exponentielle Abhängigkeit): Größere Eier haben geringere embryonale Herzfrequenzen als kleine Eier. Dies gilt für alle Alters-/Entwicklungsphasen (Bebrütungszeiten) des Embryos. – *The heart rate in the avian embryo is also exponentially related to egg mass and to heart mass: Larger eggs have lower embryonic heart rates than small eggs. This applies to all age/development phases (incubation periods) of the embryo.*

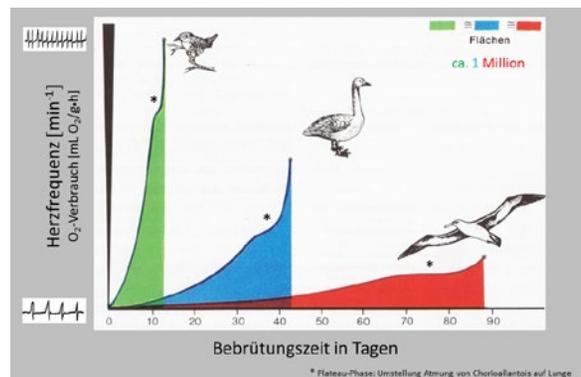


Abb. 39: Schematische Entwicklung der Herzfrequenz im Verlauf der Embryogenese an drei unterschiedlich großen Vögeln mit unterschiedlicher Brutzeit (Zaunkönig, Gans, Albatros). Der Stern kennzeichnet jeweils die Plateauphase, in der die Atmung von der Chorioallantois auf die Lunge umgestellt wird und hier die Stoffwechselsteigerung kurzfristig stagniert. – *Schematic development of heart rate during embryogenesis in three differently sized birds with different breeding periods (Wren, goose, albatross). The star marks the plateau phase in each case, in which respiration is switched from the chorioallantois to the lungs, and here the metabolic rate stagnates for a short time.*

nach den gleichen Bedingungen wie das Lebensalter zu (Exponent $+0,25$), ebenso wie die HF mit negativem Exponenten ($-0,25$) sinkt. In der Summe ist dadurch die Zahl der Herzschläge während der Embryogenese bis zum Schlupf gleich groß und liegt bei etwa einer Million.

Aubet (2004); Drinkuth (2013); Ehrlich et al. (1988); Evans (1972); Flick (1967); Girard (1973); Goldbogen et al. 2019; Grubb (1983); Helb & Prinzinger (2009); Hudson & Brush (1963); Laughlin et al. (1976); Prinzinger (2013, 2014); Prinzinger et al. (1992a, 1992b); Ringer & Rood (1959); Ringer et al. (1957); Soliman & Huston (1972); Speckmann & Ringer (1963, 1972); Walzer et al. (1998); Sturkie & Chillseyzn (1972). Zu Normalfrequenzen: <http://www.hrv24.de/HRV-HerzfrequenzTiere.htm>

23 Der O₂-Puls: Wieviel Sauerstoff wird pro Herzschlag transportiert?

Eine Hauptaufgabe des Herzens liegt im Transport der Atemgase Kohlendioxid CO₂ und Sauerstoff O₂ durch das Blut. Die Transportleistung wird über den O₂-Puls bestimmt. Von 27 Arten über das gesamte Körpermassenspektrum haben wir eigene Daten gesammelt (Abb. 40). Der Massenexponent des O₂-Pulses ist wie der des Sauerstoffverbrauches 0,75. Dieser Wert bedeutet, dass z. B. eine Massen-Multiplikation von 6,5 den O₂-Puls etwa vierfach erhöht. Im gleichen Maße, wie die Stoffwechselrate massenabhängig steigt, steigt also auch der O₂-Puls.

Es lohnt allerdings eine genauere Betrachtung. Gemessen haben wir drei Hornvogelarten und einen Kuckuck. Dazu nehmen wir als Beispiel den Trompeterhornvogel *Bycanistes bucinator* und den Guirakuckuck *Guira guira*, die beide voll im oben genannten Erwartungsbereich liegen.

Im gemessenen Stoffwechsel-Bereich (20 bis 85 J/g×h) besteht beim Guirakuckuck praktisch eine lineare Be-

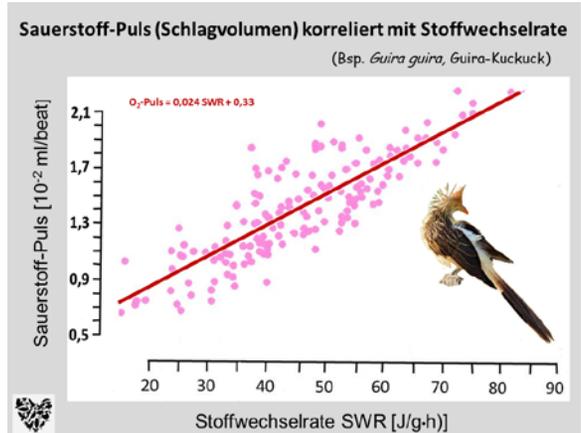


Abb. 41: Zusammenhang von O₂-Puls mit der Stoffwechselrate SWR beim Guirakuckuck *Guira guira*. – Relationship of oxygen pulse with metabolic rate SWR in the *Guira cuckoo* *Guira guira*.

ziehung. Steigt die Stoffwechselrate (SWR), steigt auch der O₂-Puls. Im gegebenen Beispiel: Steigt die Stoffwechselrate um 400 % von 20 auf 80 J/g × h, erhöht sich der O₂-Puls (transportierte Menge O₂ in ml pro Herzschlag) aber nur um etwa 130 % von rund 0,9 auf 2,1. Das ist nur rund 1/3 der Stoffwechselsteigerung. Der Rest muss also über die HF geregelt werden (Abb. 41). Der Zusammenhang beider Größen im Bereich zwischen 15 und 85 J/g × h lautet: O₂-Puls = 0,33 – 0,024 SWR.

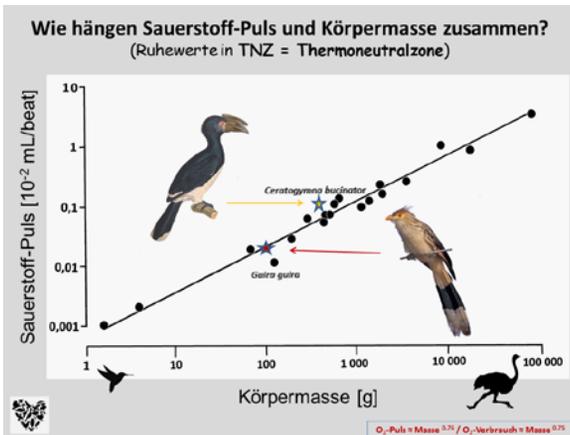


Abb. 40: Zusammenhang zwischen Sauerstoff-Puls und Körpermasse bei 27 verschiedenen großen Vogelarten in der Thermoneutralzone TNZ. Intensiver getestet wurden der Trompeterhornvogel *Bycanistes bucinator* und der Guirakuckuck *Guira guira*. – Relationship between oxygen pulse and body mass in 27 bird species with different body masses in the thermoneutral zone. The Trumpeter Hornbill *Bycanistes bucinator* and the *Guira Cuckoo* *Guira guira* were tested more intensively.

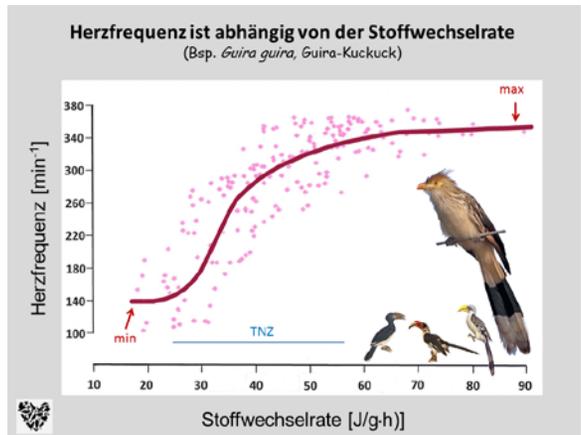


Abb. 42: Stoffwechselrate und Herzfrequenz beim Guirakuckuck *Guira guira*. Im Grundsatz entsprechen die Daten denjenigen der drei Hornvogelarten *Bycanistes bucinator*, *Tockus leucomelas* und *Tockus erythrorhynchus*. – Metabolic rate and heart rate of the *Guira Cuckoo* *Guira guira*. In principle the data correspond to those of the three hornbill species *Bycanistes bucinator*, *Tockus leucomelas* and *Tockus erythrorhynchus*.

Betrachtet man die Verhältnisse der HF über den gesamten möglichen Sauerstoffverbrauch (auch außerhalb der Thermoneutralzone), kann man eine differenziertere Aussage treffen: Hier zeigt der Guirakuckuck erwartungsgemäß eine obere und untere, nicht über- bzw. unterschreitbare HF, die bei rund 340 bzw. 100/min liegt (Abb. 43). Niedrige und insbesondere sehr hohe Stoffwechselraten müssen also durch einen anderen physiologischen Mechanismus als die HF geleistet werden, die natürlich nicht beliebig gesteigert bzw. gesenkt werden kann. Das kann nur über einen veränderlichen O₂-Puls geschehen, der über das Schlagvolumen (ml Blut pro Herzschlag) bestimmt wird.

Abb. 43 zeigt die jeweiligen Anteile von HF und Schlagvolumen an der Änderung der Stoffwechselrate beim Guirakuckuck. Die Daten basieren zusammenfassend auf den Ergebnissen, die in Abb. 41 und 42 dargestellt sind. Im mittleren Stoffwechselbereich (30 bis 40 J/g × h) wird für Stoffwechseländerungen überwiegend die HF eingesetzt. Fazit: Die Änderung des Stoffwechsel, sprich des O₂-Verbrauchs, wird sowohl durch die HF als auch über den O₂-Puls, d. h. das Schlagvolumen, in jeweils sehr unterschiedlichen Anteilen gesteuert. Im oberen und unteren Grenzbereich der HF und des Stoffwechsels wird anteilig vor allem die Veränderung des Schlagvolumens eingesetzt (bis 100 %).

Wie bestimmt man den Sauerstoffpuls? Dazu müssen zeitgleich sowohl der Gasaustausch (O₂ und CO₂) als auch die HF gemessen werden. Über kleinere Distanzen (mehrere Meter) geht das für die HF über implantierte EKG-Transmitter relativ einfach. Über größere Distanzen (teilweise mehrere Kilometer) wird der implantierte HF-Transmitter mit einen auf dem Rücken befestigten

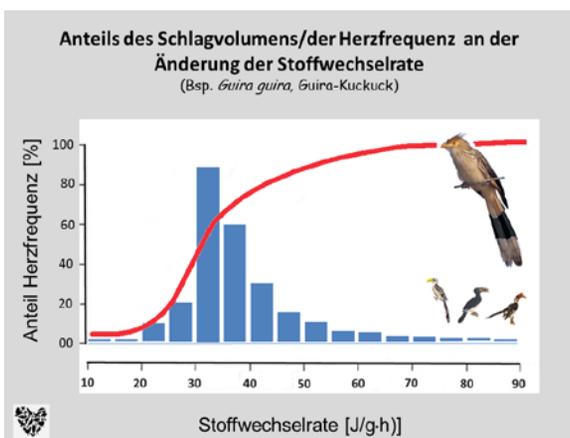


Abb. 43: Anteil der Herzfrequenz an der Änderung der Stoffwechselrate. Die beiden Anteile ergeben in der Summe jeweils 100 %. – Relative portion of the heart rate in the change of the metabolic rate. The two portions add up to 100 %.

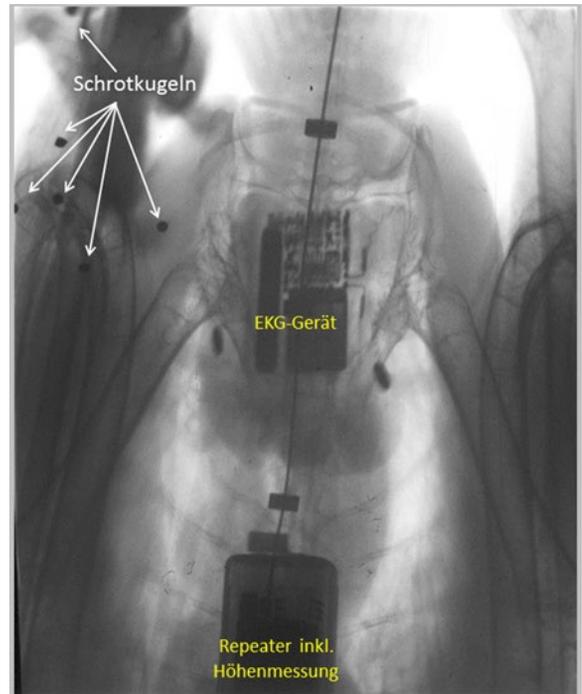


Abb. 44: Röntgenbild der Telemetrie-Einheit (EKG-Transmitter implantiert und Daten-Repeater/Sender als Rucksack) bei einem Gänsegeier *Gyps fulvus* zur Bestimmung der Herzfrequenz im freien Flug. Die schwarzen Punkte sind Schrotkugeln, die sich der Geier beim Freiflug „zugezogen“ hat. – X-ray image of the telemetry unit (ECG transmitter implanted and data repeater/transmitter as backpack) in a griffon vulture *Gyps fulvus* to determine the heart rate in free flight. The black dots are shotgun pellets which the vulture „contracted“ during free flight.

Daten-Repeater zur Telemetrieinheit. Solche Geräte haben aktuell (2022) sehr kleine Dimensionen und übertragen für andere Fragestellungen per Satellit Daten über viele hundert Kilometer. Bei unseren Untersuchungen mussten wir noch relativ große Vögel benutzen.

Bei zwei freifliegenden Gänsegeiern *Gyps fulvus* haben wir über Kilometer die HF verfolgen können. Ein Tier haben wir vorher in der Stoffwechselanlage „kalibriert“ (Abb. 44). Allerdings standen uns vor rund 20 Jahren die heutigen technischen Möglichkeiten bezüglich der Größe der Einheiten bei weitem noch nicht zur Verfügung.

Aubet (2004); Bögel et al. (1998a , b); Drinkuth (2013); Ehrlich et al. (1988); Evans (1972); Flick (1967); Girard (1973); Grubb (1983); Helb & Prininger (2009); Hudson & Brush (1963); Laughlin et al. (1976); Prininger (2013, 2014); Prininger et al. (1992a, 1992b); Ringer & Rood (1959); Ringer et al. (1957); Soliman & Huston (1972); Speckmann & Ringer (1963, 1972); Sturkie & Chillseyzn (1972); Walzer et al. (1998). Zu Normalfrequenzen: <http://www.hrv24.de/HRV-HerzfrequenzTiere.htm>

24 Das Schlagvolumen, sprich der Basis-Hubraum, ist beim Vogel variabel

Zurück zum Vergleich Verbrennungsmotor gegen Herz. Das Schlagvolumen beim Herzen entspricht dem Hubraum beim Verbrennungsmotor. Bei ihm kennen wir in der Regel aber nur einen Hubraum, obwohl die Variabilität des Hubraumes sehr sinnvoll wäre, weil er je nach Anforderung sowohl die Leistung verändern könnte als auch dabei sparsam wäre. Aber das ist technisch sehr aufwändig, weil nur kompliziert zu realisieren. Es geht allerdings: Nissan hat es mit dem „Infinity“ gezeigt, wie man das macht: Der Hubraum variiert zwischen 1,6 und 2,0 l und hat je nach Anforderung eine Leistung von 180 bis 272 PS!

Der Blutausstoß pro Herzschlag liegt bei Vögeln zwischen 0,5 und 3 ml pro kg Körpermasse mit sehr großen individuellen Werten und ist entsprechend der doppelten Herzgröße etwa doppelt so hoch wie beim Säuger.

Die transportierte Blutmenge (Zirkulationsmenge; jeweils ml pro Minute) liegt beim Haushuhn zwischen 128 und 270 ml, bei Enten sind es 200 bis 560 ml und beim Truthahn 100 bis 200 ml; Spitzenwerte liegen bei 560 ml. Es liegen praktisch nur von solchen „Hausvögeln“ Daten vor. Der Mittelwert dürfte bei etwa 260 ml/kg liegen.

Burton et al. (1969); Drinkuth (2013); Grubb (1983); Jones & Johansen in King & Farner (1972)

25 Das Herz verdichtet und „macht so (Blut-) Druck“

Bei Weichtieren (Muscheln, Schnecken und Kopffüßer) weiß man, dass der Druck, der vom Herzen aufgebaut wird, bei Tiergruppen mit aktiverer Lebensweise größer ist als bei ruhigeren Formen: Bei den aktiven Kopffüßern sind z. B. bei *Octopus* bis zu 44 mm Hg gemessen worden. Bei der kriechenden Schnecke *Patella* 3,7 mm und bei festsitzenden Muscheln in der Regel unter 1,5 mm. Logischerweise ist bei Wirbeltieren der Blutdruck am höchsten bei Vögeln, dicht gefolgt von den Säugern. Wirbeltiergruppen, die keine vollständige Trennung zwischen Lungenkreislauf und Körperkreislauf haben, haben einen deutlich niedrigeren Blutdruck.

Bei Vögeln und Säugern ist der Blutdruck bei Männchen etwas höher als bei Weibchen (Tab. 3) und nimmt mit dem Alter zu. Bei Säugetieren, die Winterschlaf halten, sinkt in dieser Ruhephase der Blutdruck stark ab, was bei Vögeln in den vergleichbaren Zuständen (Torpor; s. o.) noch nicht untersucht wurde. Den höchsten Blutdruck aller Vertebraten findet man beim Truthuhn mit systolisch bis zu 500 mm Hg (vgl., dass bei der Pute der Kopf und seine Anhänge bei Ärger dunkelrot werden können!). Die sehr hohen Blutdruckwerte bei der Pute können bei Vorhandensein von Plaques in

Tab. 3: Normaler Blutdruck in mm Hg (systolisch/diastolisch) bei einigen Tierarten. – *Normal blood pressure in mm Hg (systolic/diastolic) in some animal species.*

Vögel:	systolisch Truthahn: bis 500; Hahn: 190/150; Henne: 160/130; Star: 180/130; Haussperling: 80/140; Star <i>Sturnus vulgaris</i> : 180; Wanderdrossel <i>Turdus migratorius</i> : 118; Taube 135
Säugetiere:	Giraffe: 300/250; Pferd: 110/90; Mensch: 120/80; Katze: 125/75; Maus: 150/105
Wechselwarme:	Frosch: 25; Aal: 40; Dornhai: 30/15; <i>Octopus</i> : bis 45; Schnecke <i>Patella</i> : 3,7; Muscheln: unter 1,5.

den Gefäßen nicht selten sogar zu einer Aortenruptur führen. Allgemein ist anscheinend die Blutdruckdifferenz systolisch-diastolisch bei Vögeln wesentlich höher als bei Säugern. Genauere Untersuchungen fehlen.

26 Weitere Parameter

Das Vorstehende konnte nur einen kleinen Ausschnitt aus der Herzphysiologie der Vögel präsentieren. Man könnte noch zig Seiten z. B. zu der vom Herzen beeinflussten Hämodynamik in den Gefäßen füllen. Das würde den „Springenden Punkt“ der Darstellung aber sprengen. Nur einige Stichworte noch dazu:

Ein wichtiger Herzparameter im Kreislaufsystem ist der periphere Widerstand TPR, da er auch von medizinischer Bedeutung ist, weil er u.a. für die Blutdruckregulation ursächlich ist. Er quantifiziert den Widerstand, den die Blutgefäße und die Viskosität des Blutes dem Herzen generierten Volumenstrom entgegensetzen. Vereinfacht kann man ihn definieren als Quotienten aus mittlerem arteriellen minus mittlerem venösen Druck und Zeitvolumen. Dabei wird der venöse Druck allgemein als = 0 angenommen. Es gilt also:

$TPR = \text{arterieller Blutdruck in mm Hg} / \text{Herzschlagvolumen in ml pro Minute}$

Beim Huhn liegt der mittlere venöse Druck tatsächlich bei 0 und bei tauchenden Vögeln bei 15 bis 20 mm Hg. Der TPR ist danach bei Enten 0,57 bis 0,62 dyn \times s/cm und damit etwa halb so groß wie bei Huhn (0,82 bis 1,23) oder Pute (1,00 bis 2,28) und etwa 20mal höher als beim Menschen. Beim Tauchen steigt er bis zum Achtfachen.

Die Zirkulationsdauer des Blutes (in s) ist bei Vögeln relativ kurz. Die mittleren Werte sind beim Huhn 5; bei der Hausgans 11 und bei der Hausente 6 s. Auch hier liegen nur Daten von Hausgeflügel vor. Bei Säugern ist die Zirkulationsdauer deutlich länger. Beim Menschen z. B. 18 s bei max. körperlicher Anstrengung und 86 s in Ruhe.

Weitere Daten betreffen die Pulswellen-Fortpflanzung, die Laminarströmung in den Gefäßen, die Aorten-

Blutgeschwindigkeit (das Blut soll in der Bauchaorta Geschwindigkeiten von 30 bis 35 m/s erreichen, was dem Autor allerdings viel zu hoch erscheint), der Blutdruck-Gradient in den Blutgefäßen, die Blutdichte, die Blutviskosität sowie die Durchblutung verschiedener Organe. Besonders von Hausgeflügel gibt es kaum einen Parameter, der nicht intensiv untersucht worden ist. Dass es so viele Daten gibt, hängt – wie bereits erwähnt – damit zusammen, dass sie alle von Hausgeflügelarten stammen, wo diese Daten für Zucht und Haltung sehr wichtig sein können. Vergleichende Freilanddaten wilder Arten fehlen. Zu erwähnen ist noch, dass natürlich für beinahe alle Parameter Berechnungsformeln erarbeitet wurden, so wie es sich für einen guten Naturwissenschaftler gehört! Eine sehr detaillierte Übersicht der verschiedenen Parameter geben z. B. Mehner & Hartfield (1983) sowie Jones & Johansen (1972).

Bergmann et al. (2009); Bezzel & Prinzinger (1990); Burton & Smith (1968); Butler (1967); Butler & Jones (1971); Calder (1981); Davies (1930); Dobson (2003); Farner & King (1972); Ferguson et al. (1969); Girard (1973); Grubb (1983); Hamlin & Kondrich (1969); Jones & Johansen (1972); Jones & Languille (1972); Mehner & Hartfield (1983); Meijler et al. (2004); Moyes & Schulte (2008); Penzlin (2005, 2009); Prinzinger (2013, 2014, 2020); Prinzinger et al. (1992a, 1992b); Ringer et al. (1957); Ringer & Rood (1959); Speckmann & Ringer (1963); Sturkie & Vogel (1959); <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Herz>

Dank

In der Arbeit werden morphologische Daten von einer großen Zahl von Vögeln und Säugetieren aus unterschiedlichen, z. T. sehr seltenen Gruppen präsentiert. Dazu ist folgende Information wichtig: Für die Untersuchungen wurde kein Tier getötet. Alle Werte wurden an bereits toten Vögeln und Säugetieren erhoben. Diese stammen aus z. T. Jahrzehnte alten Sammlungen verschiedener Quellen. Neben eigenen Präparaten aus dem ehemaligen Zoologischen Institut der JWG-Universität Frankfurt/Main und dem „Institut für Zoophysologie“ der Universität Tübingen waren dies vor allem nachfolgende Institutionen:

Zoo Frankfurt, Opelzoo Kronberg, Wilhelma Stuttgart, Zoo Leipzig, Zoo Innsbruck, Universität Tel Aviv (Prof. Amos Ar), Museum Alexander Koenig in Bonn (Prof. Dr. K.-L. Schuchmann). Daneben bekamen wir Tiere von Universitäten (aus Doktor- und Diplomarbeiten; vor allem aus Tübingen) sowie von zahlreichen Züchtern und Vogelliebhabern, die hier nicht alle aufgeführt werden können. Ihnen allen sei herzlich gedankt. Ohne sie wäre diese Datensammlung nicht möglich gewesen.

Alle Experimente wurden mit den notwendigen Versuchs- und Genehmigungsdokumenten durchgeführt.

27 Zusammenfassung

Die Metapher der „Springende Punkt“ kommt aus der Vogel-Embryogenese: Der „hüpfende“ rote Fleck ist die Herzanlage des Embryos. Aristoteles hat vor 2.360 Jahren dieses „punctum saliens“ als Grenze vom Beseelten zum Toten angesehen. Im metaphorischen Gebrauch ist es der Kern eines Projektes, einer Idee etc.

Beim erwachsenen Vogel liegt das Herz mittig auf dem Brustbein zwischen den Leberlappen. Vögel haben das relativ größte Herz aller Tiergruppen (bis 3,6 % der Körpermasse; Mittelwert 1 bis 1,5 %). Das Säugerherz ist nur halb, das der Reptilien nur ein Viertel so groß. Das Blutvolumen liegt wie bei Säugern bei 8 bis 9 ml/100 g Körpermasse. Mit dem Alter lagern Vogel und Säuger das Alterspigment „Lipofuscin“ ins Herz ein, das dadurch dunkler wird. Vögel mit Doppelcarotiden haben eine verschieden ausgeprägte Intercarotid. Ein embryonales Foramen ovale, das den Lungenkreislauf umgeht, fehlt ihnen. Die Thymusdrüse ist beim Vogel in mehrere Einzeldrüsen entlang der Halsbasis verteilt. Herzknochen, wie bei größeren Paarhufern, fehlen. Das Vogelherz ist im Gegensatz zum Säugerherz innen grobgewebe aufgebaut. Das ergibt eine gute „innere“ Durchblutung, sodass große Kranzgefäße nicht notwendig sind. Die Kardiomyozyten sind kleiner als beim Säuger, sind untereinander geringer verzahnt, und man findet weniger Mitochondrien und Myofibrillen. Letztere sind wie beim Säuger postmitotisch, können sich also nicht mehr teilen. Eine Herzvergrößerung erfolgt daher nicht durch Zellvermehrung sondern durch zusätzliche Einlagerung von Myofibrillen, bei gleichbleibender Kapillanzahl. Eine höhere Kapillardichte (bis 40 %) wird bereits in der Grundausstattung angelegt. Für Xenotransplantationen wurden Herzen von Strauß und Emu angedacht, die bezüglich Bau und Größe zum Menschen „passen“ würden. Ihnen fehlt wie bei Mensch und Altweltaffen ein Epitop namens α Gal, weshalb man irrtümlich vermutete, dass sie vom menschlichen Immunsystem toleriert werden. Herzgröße und Flugmuskeln korrelieren miteinander: Je größer der Brustmuskel im Vergleich zum kleinen ist, desto größer ist die Herzmasse. Es gibt zwei Muskeltypen: Je ausdauernder der Flug, desto mehr überwiegt der rote Muskeltyp gegenüber dem weißen. Das Herz arbeitet nicht wie eine Ballpumpe, sondern wie ein Hubkolbenmotor durch Verschiebung der Ventilebene. Die Herzfrequenz ist halb so hoch wie bei Säugern. Ihre Summe in der Embryogenese, in der Ontogenese und im Adultstadium ist unabhängig von deren physikalischen Dauer jeweils konstant. Zwischen Ruhe- und Maximalwerten liegt der Faktor zwischen 2,0 und 4,5. Im Torpor kann die Frequenz bis zu 90 % abgesenkt werden. Abtauchende Vögel zeigen eine reflexgesteuerte, plötzliche Absenkung der Herzfrequenz um bis zu 70 % (Bradykardie). Der O_2 -Puls (doppelt so hoch wie bei Säugern) steigt wie die Stoffwechselrate massenabhängig mit dem Exponenten 0,75. Der Anteil des Schlagvolumens an der Änderung der Stoffwechselrate kann 0 bis 100 % betragen. Die Zirkulationsdauer ist relativ kurz (Huhn 5, Gans 11, Ente 6 s). Bei Säugern ist sie deutlich länger. Den höchsten Blutdruck aller Vertebraten hat das Truthuhn mit systolisch bis 500 mm Hg. Die Druckdifferenz systolisch-diastrisch ist wesentlich höher als bei Säugern; bei Männchen etwas höher als bei Weibchen und der Druck nimmt mit dem Alter zu.

28 Literatur

- Altshuler D & Dudley R 2002: The ecological and evolutionary interface of hummingbird flight physiology. *J. Exp. Biol.* 205: 2325–2336.
- Alvarez-Buylla A & Nottebohm F 1988: Migration of young neurons in adult avian brain. *Nature* 335: 353–354.
- Alvarez-Buylla A, Buskirk DR & Nottebohm F 1987: Monoclonal antibody reveals radial glia in adult avian brain. *J. Comp. Neurol.* 264: 159–170.
- Alvarez-Buylla A, Theelen M & Nottebohm F 1990: Proliferation „hot spots“ in adult avian ventricular zone reveals radial cell division. *Neuron* 5: 101–109.
- Anderson M & Finlayson LH 1976: The effect of exercise on the growth of mitochondria and myofibrils in the flight muscles of the Tsetse fly, *Glossina morsitans*. *J. Morph.* 150: 321–326.
- Aristoteles 384–322 v. Chr.: Geschichte der Tiere (Historia Animalium), Buch VI, Kapitel 3.
- Aubert AE 2004: Heart rate and heart rate variability in chicken embryos at the end of incubation. *Nat. Center Biotech. Inform.* 89: 199–208.
- Baldwin P & Kendeigh CH 1938: Variations in the weight of birds. *Auk* 55: 416–467.
- Barnea A & Nottebohm F 1994: Seasonal recruitment of hippocampal neurons in young and adult chickadees: An addition to the theory of hippocampal learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91: 11217–11221.
- Barnea A & Nottebohm F 1996: Recruitment and replacement of hippocampal neurons in adult free-living Black-capped Chickadees: An addition to the theory of hippocampal learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93: 714–718.
- Baumel J 1967: The characteristic asymmetrical distribution of the posterior cerebral artery of birds. *Acta Anat.* 67: 523–549.
- Baumel J & Gerchmann L 1968: The avian intercarotid anastomosis and its homologue in other vertebrates. *Amer. J. Anat.* 122/1: 1–18.
- Bauriedel G, Skowasch D, Jabs A, René A, Hartmann A & Lüderitz B 2003: Therapieoptionen bei symptomatischem offenen Foramen ovale. *Deutsches Ärzteblatt* 100: 2230–2235.
- Bergmann O, Bhardwaj RD, Bernard S, Zdunek S, Barnabé-Heider F, Walsh S, Zupicich J, Alkass K, Buchholz BA, Druid H, Jovinge S & Frisén J 2009: Evidence for cardiomyocyte renewal in humans. *Science* 324: 98–102.
- Bezzel E & Prinzinger R 1990: Ornithologie. 2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Ulmer, Stuttgart.
- Biebach H & Bauchinger U 2002: The relation of body mass to breast muscle during long duration flight. *Max-Planck Res. Center f. Ornith., Andechs, Germany. Symposium Abstracts* 109.
- Bögel R, Karl E, Prinzinger R & Walzer C 1998a: Die Reaktion der Herzfrequenz auf Sylvesterfeuerwerk bei einem freifliegenden Gänsegeier *Gyps fulvus*. *Ökol. Vögel* 20: 321–325.
- Bögel R, Prinzinger R, Karl E & Walzer C 1998b: A multisensor telemetry system for studying flight biology and energetics of free-flying Griffon Vultures – a case study. *Abstract IOC Durban, SA.*
- Brohmer P 2006: Fauna von Deutschland. 22. Aufl.; Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- Brush AH 1966: Avian heart size and cardiovascular performance. *Auk* 83: 266–273.
- Buddenbrock W 1967: Vergleichende Physiologie. Vol. VI. Blut und Herz. Springer, Basel.
- Burton RR & Carlisle JC 1969: Acute hypoxia tolerance of the chick. *Poultry Sci.* 48: 1265–1265.
- Burton RR & Smith AH 1967: The effect of polycythaemia and chronic hypoxia on heart mass in the chicken. *J. Appl. Physiol.* 22: 782–788.
- Burton RR & Smith AH 1968: Blood and air volumes in the avian lung. *Poultry Sci.* 47: 85–91.
- Burton RR, Smith AH, Carlisle JC & Slucka SJ 1969: Role of haematocrit, heart mass and high altitude exposure in acute hypoxia tolerance. *J. Appl. Physiol.* 27: 49–54.
- Butler PJ 1967: The effect of progressive hypoxia on the respiratory and cardiovascular systems of the chicken. *J. Physiol. (London)* 191: 309–324.
- Butler PJ 1970: The effect of progressive hypoxia on the respiratory and cardiovascular systems of the pigeon and duck. *J. Physiol. (London)* 210: 527–538.
- Butler PJ & Jones DR 1968: Onset of and recovery from diving bradycardia in ducks. *J. Physiol. (London)* 196: 255–257.
- Butler PJ & Jones DR 1971: The effect of variations in heart rate and regional distribution of blood flow on the normal pressor response to diving in ducks. *J. Physiol. (London)* 214: 457–479.
- Calder WA 1981: Scaling of physiological processes in homeothermic animals. *Ann. Rev. Physiol.* 43: 301–322.
- Chen CC & Welch KC 2014: Hummingbirds can fuel expensive hovering flight completely with either exogenous glucose or fructose. *Funct. Ecol.* 28: 589–600.
- Chowdhary DS 1953: A comparative study of the carotid sinus of vertebrates. II. The carotid body and “carotid sinus“ of the fowl (*Gallus domesticus*). PhD-Thesis University of Edinburgh, Edinburgh.
- Cicero MT (46 v. Chr.) Buch 4. Brutus: 184.
- Clark CJ & Dudley R 2009: Flight costs of long, sexually selected tails in hummingbirds. *Proc. Roy. Soc. B: Biol. Sci.* 276: 2109–2115.
- Clark GA 1927: Body weights of birds. *Condor* 81: 193–202.
- Cohen DH & Pitts LH 1968: Vagal and sympathetic components of conditioned cardio-acceleration in the pigeon. *Brain Res.* 9: 15–31.
- Cohen DH, Schnall AM, Macdonald RL & Pitts LH 1970: Medullary cells of origin of vagal cardioinhibitory fibers in the pigeon. I. Anatomical studies of peripheral vagus nerve and the dorsal motor nucleus. *J. Comp. Neurol.* 140: 299–320.
- Cohen DH & Schnall AM 1970: Medullary cells of origin of vagal cardioinhibitory fibers in the pigeon. II. Electrical stimulation of the dorsal motor nucleus. *J. Comp. Neurol.* 140: 321–330.
- Dale HH & Feldberg W 1934: The chemical transmitter of vagus effects to the stomach. *J. Physiol.* 81: 320–334.
- Davies F 1930: The conducting system of the bird’s heart. *J. Anat.* 64: 129–146.
- Didio LJA 1967: Myocardial ultrastructure and electrocardiograms of the hummingbird under normal and experimental conditions. *Anat. Rec.* 159: 335–351.
- Diesselhorst G 1965: Klasse Aves, Vögel. In: Riedl R, Klausewitz W, Strenger A, Hellmich W & Diesselhorst G (Hrsg): *Handbuch der Biologie. Bd. VI, Das Tier, 2. Teil, Die Stämme des Tierreiches II: 745–866. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Konstanz, Stuttgart.*

- Dobson GP 2003: On being the right size: heart design, mitochondrial efficiency and lifespan potential. *Clin. exp. pharm. physiol.* 30: 590–597.
- Drabek CM 1988: Heart and ventricle weights of Antarctic Penguins. *Can. J. Zool.* 67: 2602–2604.
- Drabek CM 1997: Heart and ventricle weights of the Little Penguin *Eudyptula minor*. *Emu* 97: 258–261.
- Drinkuth N 2013: Vergleichende Untersuchungen zur Herzleistungsregulation bei Bucerotiformes und einem Vertreter der Cuculiformes unter Berücksichtigung der Nahrungsökologie und des natürlichen Habitats sowie thermoregulatorischer Strategien. PhD Thesis, Univ. Frankfurt a. M.
- Drowowitz B 2012: Vergleichende, physiologische Herzmorphologie bei Vögeln. Diplomarbeit, Univ. Frankfurt a. M.
- Dunson WA 1965: Adaption of heart and lung weight to high altitudes in the Robin. *Condor* 67: 215–219.
- Eckert R 2002: Tierphysiologie. Georg Thieme, Stuttgart, New York.
- Ehrlich PR, Dobkin DS & Wheye D 1988: The birder's handbook. A Field Guide to the natural history of North American birds, including all species that regularly breed north of Mexico. Simon & Schuster Inc., New York, USA.
- Evans JH 1972: A method of recording heart rate of chicken embryo. *Physiol. Behav.* 9: 131–132.
- Farner DS & King JR 1972: Avian Biology. Vol. II. Academic Press, New York.
- Ferguson TM, Miller DH, Bradley JW & Atkinson RL 1969: Blood pressure and heart rate of turkeys 17–21 months of age. *Poultry Sci.* 48: 1478–1481.
- Fernández MJ, Dudley R & Bozinovic F 2011: Comparative energetics of the Giant Hummingbird (*Patagona gigas*). *Physiol. Biochem. Zool.* 84 3: 333–340.
- Flick DF 1967: Effects of age and diet on heart rate of the developing cockerel. *Poultry Sci.* 46: 889–894.
- Fowler ME 1991: Comparative clinical anatomy of Ratites. *J. Zoo Wildl. Med.* 22: 204–227.
- Gerabek WE, Haage BD, Keil G & Wegner W 2005: Enzyklopädie Medizingeschichte. De Gruyter, Berlin, New York.
- Gilbert AB 1961: The innervation of the renal portal valve of the domestic fowl. *J. Anat.* 95: 594–598.
- Gille U 2008: Herz-, Kreislauf- und Abwehrsystem, Angiologie. In: Salomon FV, Geyer H & Gille U (Hrsg): Anatomie für die Tiermedizin: 404–463. Enke-Verlag, Stuttgart.
- Girard H 1973: Arterial pressure in chick embryos. *Amer. J. Physiol.* 224: 454–460.
- Glenny FH 1940: A systematic study of the main arteries in the region of the heart. Aves Part I. Belted Kingfisher *Ceryle alcyon* L.), Green Heron *Butorides virescens virescens* L.), Great Blue Heron *Ardea herodias herodias* L.), American Bittern *Botaurus lentiginosus*: *Mont. Anat. Rec.* 76: 371–380.
- Glenny FH 1943: A systematic study of the main arteries in the region of the heart. Aves VI, Trogoniformes, Part I. *Auk* 60: 235–239.
- Glenny FH 1955: Modifications of pattern in the aortic arch system of birds and their phylogenetic significance. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 104: 525–531.
- Goehl K 2015/16: Beobachtungen und Ergänzungen zum ‚Circa instans‘. *Medizinhist. Mitt.* 34: 69–77.
- Goldbogen JA, Cade DE, Calambokidis J, Czapanskiy MF, Fahlbusch J, Friedlaender AS, Gough WT, Kahane-Rapport SR, Savoca MS, Ponganis KV & Ponganis PJ 2019: Extreme bradycardia and tachycardia in the world's largest animal. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116: 25329–25332.
- Goldman SA & Nottebohm F 1983: Neuronal production, migration, and differentiation in a vocal control nucleus of the adult female Canary brain. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 80: 2390–2394.
- Goldschmid E 1924: Größe und Gewicht des Herzens unter normalen und pathologischen Verhältnissen. In: Handbuch der Normalen und Pathologischen Physiologie Bd. 7/1, Blutzirkulation: 141–157. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-99640-5>.
- Goodrich ES 1930: Studies on the structure and development of vertebrates. Macmillan, New York.
- Grober J 1908: Über Massenverhältnisse am Vogelherzen. *Pflügers Archiv Eur. J. Physiol.* 125: 507–521.
- Grubb BR 1983: Allometric relations of cardiovascular function in birds. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 245: H567–H572.
- Guglielmo H 1737: Opera II, Exercitationes de Generatione Animalium. Leyden.
- Haeckel E 1903: Der Stammbaum des Menschen – Kapitel X: Über den Ursprung und die Entwicklung der Sinnesorgane. London.
- Hargrove JL 2005: Adipose energy stores, physical work, and the metabolic syndrome: Lessons from hummingbirds. *Nutrition J.* 4: 36.
- Harshman J, Braun EL, Braun ML, Huddleston ChJ, Bowie RCK, Chojnowski JL, Hackett SJ, Han KL, Kimball RT, Marks BD, Miglia KJ, Moore WS, Reddy S, Sheldon FH, Steadman DW, Steppan SJ, Witt CC & Yuri T 2008: Phylogenomic evidence for multiple losses of flight in ratite birds. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105: 13462–13467.
- Hartmann FA 1954: Cardiac and pectoral muscles of Trochilids. *Auk* 71: 467–469.
- Hartmann FA 1955: Heart weight in birds. *Condor* 57: 221–223.
- Harvey W 1628: Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus (Anatomische Studien über die Bewegung des Herzens und des Blutes in Tieren). Frankfurt/Main.
- Harvey W 1651: Exercitationes de Generatione Animalium (Studien über die Erzeugung der Tiere). Frankfurt/Main.
- Healy S & Calder WA 2006: Rufous Hummingbird *Selasphorus rufus*. In: Rodewald PG (ed): The Birds of North America. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA.
- Helb M & Prinzinger R 2009: Leistungsparameter des Vogelherzens – vergleichende Untersuchungen an Ringeltaube *Columba palumbus* und Mäusebussard *Buteo buteo*. *Vogelwarte* 47: 329–330.
- Hirakow R 1970: Ultrastructural characteristics of the mammalian and sauropsidian heart. *Amer. J. Cardiol.* 25: 195–203.
- Hoffmann R & Prinzinger R 1984: Torpor und Nahrungsausnutzung bei 4 Mausvogelarten (Coliiformes). *J. Ornithol.* 125: 225–237.
- Hoyle G 1983: Muscles and their neural control. 8. Muscle cell diversity: 293–299. John Wiley & Sons, New York.
- Huai G, Qi P, Yang H & Wang Y 2016: Characteristics of α -Gal epitope, anti-Gal antibody, α 1,3 galactosyltransferase and its clinical exploitation (Review). *Int. J. Mol. Med.* 37:11–20.

- Hudson JW & Brush AH 1963: A Comparative study of the cardiac and metabolic performance of the Dove and the Quail. *Comp. Biochem. Physiol.* 12: 157–170.
- Hund K, Prinzinger R & Mörike R 1974: Tiefe Hypothermie bei jungen Zwergdommeln (*Ixobrychus minutus*). *J. Ornithol.* 166: 371–372.
- Johansen K & Krog J 1959: Peripheral circulatory response to submersion asphyxia in the duck. *Acta Physiol. Scand.* 46: 194–200.
- Johansen K & Reite OB 1964: Cardiovascular responses to vagal stimulation and cardioaccelerator nerve blockade in birds. *Comp. Biochem. Physiol.* 12: 479–487.
- Johansen K & Tønnesen KH 1969: Blood flow in the interdigital web of sea gull at low temperatures. *Acta Physiol. Scand.* 76: 21A–22A.
- Johnston DW & Williamson FSL 1960: Heart weight of North American crows and ravens. *Wilson Bull.* 72: 248–252.
- Jolly J 1910: Recherches sur les ganglions lymphatiques des oiseaux. *Arch. Anat. Microsc. Morphol. Exp.* 11: 179–290.
- Jones DR 1969: Avian afferent vagal activity related to respiratory and cardiac cycles. *Comp. Biochem. Physiol.* 28: 961–965.
- Jones DR & Holeton GF 1972a: Cardiovascular and respiratory responses of ducks to progressive hypocapnic hypoxia. *J. Exp. Biol.* 56: 657–666.
- Jones DR & Holeton GF 1972b: Cardiac output of ducks during diving. *Comp. Biochem. Physiol.* 41A: 639–645.
- Jones DR & Johansen K 1972: The blood vascular system of birds. In: Farner DS, King JR & Parkes KC (eds.): *Avian Biology Vol. II*: 158–285.
- Jones DR & Purves MJ 1970a: The carotid body in the duck and the consequences of its denervation upon the cardiac responses to immersion. *J. Physiol. (London)* 211: 279–294.
- Jones DR & Purves MJ 1970b: The effect of carotid body denervation upon the respiratory response to hypoxia and hypercapnia in the duck. *J. Physiol. (London)* 211: 295–300.
- Jung F 1934: Physiologische Versuche über Pressorezeptoren an der Karotisteilungsstelle bei Vögeln. *Z. Kreislaufforsch.* 26: 328–335.
- Jung T 2007: Lipofuscin: formation, distribution, and metabolic consequences. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1119: 97–111.
- Jürgens H 1909: Über die Wirkung des Nervus vagus auf das Herz der Vögel. *Arch. Ges. Physiol. Mensch Tiere* 129: 506–510.
- Kaufmann E 1922: *Lehrbuch der speziellen und pathologischen Anatomie*. De Gryter, Berlin u. Leipzig.
- Kaupp BF 1918: *The Anatomy of the Domestic Fowl*. Saunders, Philadelphia.
- Kent GC 1987: *Comparative Anatomy of the Vertebrates* (7th ed.). 11. Muscles: 326–374. Brown Publishers, Dubuque, Iowa.
- Kern A 1926: Das Vogelherz. Untersuchungen an *Gallus domesticus*. *Gegenbaurs Jahrb. Physiol.* 56: 264–315.
- King AS, Molony V, McLelland J, Bowsher DR & Mortimer MF 1968: Afferent respiratory pathways in the avian vagus. *Experientia* 24: 1017–1018.
- King AS & Payne DC 1964: Normal breathing and the effects of posture in *Gallus domesticus*. *J. Physiol. (London)* 174: 340–347.
- Kisch B 1951: The electrocardiogram of birds (chicken, duck, pigeon). *Exp. Med. Surg.* 9: 103–124.
- König HE & Liebich HG 2001: *Anatomie und Propädeutik des Geflügels*. Schattauer, Stuttgart.
- Krüger K, Prinzinger R & Schuchmann KL 1981: Vergleichende Untersuchungen zum Torpor bei Kolibris. 93. J. Vers. Dt. Ornithol. Ges., Melk/Österreich (*J. Ornithol.* 123: 349–350; 1982).
- Krüger K., Prinzinger R & Schuchmann KL 1982: Torpor and metabolism in hummingbirds. *Comp. Biochem. Physiol.* 73A: 679–689.
- Lasiewski RC 1964: Body Temperatures, Heart and Breathing Rate, and Evaporative Water Loss in Hummingbirds. *Physiol. Zool.* 37 2: 212–223.
- Lasiewski RC & Calder WA 1971: A preliminary allometric analysis of respiration variables in birds. *Resp. Physiol.* 11: 152–166
- Laughlin KF, Lundy H & Tait JA 1976: Chick embryo heart rate during the last week of incubation: population studies. *Poultry Sci.* 17: 293–301.
- Löer F 1911: Vergleichende Untersuchungen über die Masse und Proportionalgewichte des Vogelherzens. *Pflügers Arch. Ges. Physiol.* 140: 293–324.
- Loewi O 1921: Über humorale Übertragbarkeit der Herznervenwirkung. *Pflügers Arch. Physiol.* 189: 239–242.
- Lumeij JT, Remple JD, Redig OT, Lierz M & Cooper JE 1998: Raptor biomedicine III, including bibliography of diseases of birds of prey. *Zoological Education Network, Lake Worth.*
- MacIntosh BR, Gardiner PF & McComas AJ 2006: Muscle architecture and muscle fiber anatomy. *Skeletal muscle: Form and Function. Human Kinetics*: 3–21.
- Marshall AJ 1960: *Biology and comparative physiology of Birds*. Vol. I. Academic Press, New York, London.
- Meijler FL & Meijler TD 2011: Archetype, adaptation and the mammalian heart. *Neth. Heart J.* 19:142–148.
- Mönckeberg JG 1924: *Das Herz. Handbuch der speziellen und pathologischen Anatomie und Histologie*, Bd. II. Springer, Berlin.
- Moore EN 1965: Experimental electrophysiological studies on avian hearts. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 127: 127–144.
- Moyes ChD & Schulte PM 2008: *Tierphysiologie*. Pearson Studium. München, Harlow, Amsterdam u. a.
- Murphy KM & Weaver C (2018): *Janeway Immunobiology*. Springer, Heidelberg.
- Nickel R, Schummer A & Seiferle E 2004: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Bd. III: Kreislaufsystem. Parey, Singhofen.
- Norris RA & Williamson FSL 1955: Variation in relative heart size of certain passerines with increase in altitude. *Wilson Bull.* 67: 78–83.
- Nottebohm F 1981: A brain for all seasons: Cyclical anatomic changes in song control nuclei of the Canary brain. *Science* 214: 1368–1370.
- Nottebohm F 1985: Neuronal replacement in adulthood. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 457: 143–161.
- Nottebohm F 2002: Neuronal replacement in adult brain. *Brain Res. Bull.* 57: 737–749.
- Noujaim SF, Lucca E, Muñoz V, Persaud D, Berenfeld O, Meijler FL & Jalife J 2004: From mouse to whale: a universal scaling relation for the PR Interval of the electrocardiogram of mammals. *Circulation* 110: 2802–2808.
- Paton JA & Nottebohm F 1984: Neurons generated in the adult brain are recruited into functional circuits. *Science* 225: 1046–1048.
- Patten BM 1948: *The early embryology of the chick*. Blakiston, Philadelphia.

- Penzlin 2009: Lehrbuch der Tierphysiologie. 7. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Podulka SR, Rohrbaugh W & Bonney R 2004: Handbook of bird biology. Cornell Lab. Ornith., Ithaca.
- Premuda L 1957: Guglielmo Harvey: De motu cordis. Edizione de „Il giardino di Esculapio“. Milano.
- Prinzinger R 1983: Torpor – Leben auf (Energie)-Sparflamme. Kosmos 1983 (8): 22–24.
- Prinzinger R 1996: Das Geheimnis des Alterns. Die programmierte Lebenszeit bei Mensch, Tier und Pflanze. Campus, Frankfurt, New York.
- Prinzinger R 2013: Wie großzügig sind Vögel. Bekanntes und Neues aus der Erforschung des Vogelherzens. Ornithol. Beob. 110: 281–294.
- Prinzinger R 2014a: Bekanntes und Neues aus der Erforschung des Vogelherzens. Kleintiermedizin 3: 103–113.
- Prinzinger R 2014b: Vögel in Kunst, Kultur und Kommerz. In: Janich P (Hrsg): Der Mensch und seine Tiere. Mensch-Tier-Verhältnisse im Spiegel der Wissenschaften. Schr. Wiss. Ges. Frankfurt 23: 93–120. Steiner, Stuttgart.
- Prinzinger R 2020: Der springende Punkt: Vergleichende Physiologie und Morphologie des Vogel-Herzens. Von Aristoteles bis zur Xenotransplantation von Nandu-Herzen. Sitzungsber. Wiss. Ges. JWG-Universität Frankfurt/Main; Bd. LVII, Nr. 3. Steiner, Stuttgart.
- Prinzinger R, Göppel R & Lorenz A 1981: Der Torpor beim Rotrückenausvogel *Colius castanotus*. J. Ornithol. 122: 379–392.
- Prinzinger R, Haubitz B, Eichhorn G & Nothwang U 2003: Comparative heart mass in Blue-naped Mousebirds (*Urocolius macrourus*) and Speckled Mousebirds (*Colius striatus*). Ostrich 74: 139–140.
- Prinzinger R & Haupt C 2009: Die Ontogenese des Herzens beim Mauersegler *Apus apus*. Osnabr. Naturw. Mitt. 35: 249–254.
- Prinzinger R, Lübben I & Jackel S 1986: Vergleichende Untersuchungen zum Energiestoffwechsel bei Kolibris und Nektarvögeln. J. Ornithol. 127: 303–313.
- Prinzinger R, Schäfer T & Schuchmann KL 1992a: Energy metabolism, respiratory quotient and breathing parameters in two convergent small bird species: the Fork-tailed Sunbird (*Aethopyga christinae* Nectariniidae) and the Chilean Hummingbird (*Sephanoides sephanoides* Trochilidae). J. Thermal Biol. 17: 71–79.
- Prinzinger R, Schleucher E & Pressmar A 1992b: Langzeit-telemetrie der Körpertemperatur mit synchroner Bestimmung des Energiestoffwechsels beim Blaunackenmausvogel (*Urocolius macrourus*) unter Normal- und Lethargiebedingungen (Torpor). J. Ornithol. 133: 446–450.
- Prinzinger R & Siedle K 1986: Experimenteller Nachweis von Torpor bei jungen Mehlschwalben *Delichon urbica*. J. Ornithol. 127: 95–96.
- Prinzinger R & Siedle K 1988: Ontogeny of metabolism, thermoregulation and torpor in the House Martin *Delichon u. urbica* (L.) and its ecological significance. Oecologia 76: 302–312.
- Remane A, Storch V & Welsch U 1985: Kurzes Lehrbuch der Zoologie. 5. Auflage. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Rensch B 1931: Der Einfluss des Tropenklimas auf den Vogel. Proc. VII. Int. Congr. Amsterdam 1930: 197–205.
- Ridgely RS & Greenfield PG 2001: The Birds of Ecuador. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Ringer RK & Rood K 1959: Hemodynamic changes associated with aging in the broad-breasted Bronze turkey. Poultry Sci. 38: 395–397.
- Ringer RK, Sturkie PD & Weiss HS 1957: Role of gonads in the control of blood pressure in chickens. Am. J. Physiol. 190: 54–56.
- Romer AS & Parsons TS 1983/1991: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 5. Aufl., Nachdruck 1991. Parey, Hamburg und Berlin.
- Ruberte J, König HE & Liebich HG 2001: Kapitel 11: Organe des Herz-Kreislauf-Systems. In: König HE & Liebich HG (Hrsg): Anatomie und Propädeutik des Geflügels: 143–160. Schattauer, Stuttgart.
- Salomon FV, Geyer H & Gille U 2008: Anatomie für die Tiermedizin. Enke, Stuttgart.
- Salomon FV, Geyer H & Gille U 2015: Anatomie für die Tiermedizin. Thieme, Stuttgart.
- Sapir N & Dudley R 2012: Backward flight in hummingbirds employs unique kinematic adjustments and entails low metabolic cost. J. Exp. Biol. 215: 3603–3611.
- Schaub R & Prinzinger R 1999: Heart rates long-term telemetry and energy metabolic rate during the diurnal cycle in normothermic and torpid African Blue-naped Mousebirds (*Urocolius macrourus*). Comp. Biochem. Physiol. A 124: 439–445.
- Scott W, Stevens J & Binder-Macleod S 2001: Human skeletal muscle fiber type classifications. Physical Therapy 81: 1810–1816.
- Silbernagl S & Despopoulos A 2012: Taschenatlas Physiologie. Thieme, Stuttgart.
- Skutch AF & Singer AB 1973: The Life of the Hummingbird. Crown Publishers, New York.
- Slautterback DB 1965: Mitochondria in cardiac muscle cells of the Canary and some other birds. J. Cell Biol. 24: 1–21.
- Soliman, FA & Huston TM 1972: The photoelectric plethysmography technique for recording heart rate in chick embryo. Poultry Sci. 51: 651–658.
- Sommer JR & Johnson EA 1969: Cardiac muscle. A comparative ultrastructural study with special reference to frog and chicken hearts. Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. 98: 437–468.
- Sommer JR & Steere RJ 1969: A propos: Transverse tubules in chicken cardiac muscle. Fed. Proc. Fed. Amer. Soc. Exp. Biol. 28: 328.
- Speckmann EW & Ringer RK 1963: The cardiac output and carotid and tibial pressure of the Turkey. J. Biochem. Physiol. 41: 2337.
- Stahl WR 1965: Organ weights in primates and other mammals. Science 150: 1039–1042.
- Stannius HF 1852: Zwei Reihen physiologischer Versuche. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin Berlin: 85–100.
- Storch V & Welsch U 2005: Kurzes Lehrbuch der Zoologie: 606–611. Springer, Heidelberg.
- Straub J, Valerius KP, Pees M & Krautwald-Junghans ME 2002: Morphometry of the heart of Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*), Alisterus Parrots (*Alisterus scapularis*) and Common Buzzards (*Buteo buteo*). Res. Vet. Sci. 72: 147–151.
- Sturkie PD & Vogel 1959: Avian Physiology. Springer, New York, Heidelberg, Berlin.
- Sturkie PD & Chillseyzn J 1972: Heart rate change with age in chickens. Poultry Sci. 51: 906–911.

- Sturkie PD 1976: Avian Physiology. Springer. New York, Heidelberg, Berlin.
- Suarez RK 1992: Hummingbird flight: Sustaining the highest mass-specific metabolic rates among vertebrates. *Experientia* 48: 565–570.
- Tadjalli M, Ghazi SR & Parto P 2009: Gross anatomy of the heart in Ostrich (*Struthio camelus*). *Iran. J. Vet. Res.* 10: 21–27.
- Taniguchi FA, Neefhling R, Oriol T, Kobayashis Y, Ye M, Niekraz L, Peters S, Kosanke E, Koren E & Cooper DKC 1996: Ratites (Ostrich, Emu) as potential heart donors for humans: Immunologic, anatomic, and physiologic considerations. *Xenotransplantation* 3: 1399–3089.
- Thorel C 1915: Pathologie der Kreislauforgane des Menschen. *Ergeb. Allg. Pathol. pathol. Anat.* XVII. Jg. II. Bergmann, Wiesbaden.
- Tobalske BW, Biewener AA, Warrick DR, Hedrick TL & Powers DR 2010: Effects of flight speed upon muscle activity in hummingbirds. *J. Exp. Biol.* 213: 2515–2523.
- Tobalske BW, Warrick DR, Clark CJ, Powers DR, Hedrick TL, Hyder GA & Biewener AA 2007: Three-dimensional kinematics of hummingbird flight. *J. Exp. Biol.* 210: 2368–2382.
- Videler JJ 2005: Avian Flight. Oxford University Press, Ornithology Series, New York
- Viscor G & Fuster JF 1986: Relationships between morphological parameters in birds with different flying habits. *Comp. Biochem. Physiol.* 87A: 231–249.
- Viscor G, Marques MS & Palomeque J 1985: Cardiovascular and organ weight adaptations as related to flight activity in birds. *Comp. Biochem. Physiol.* 82A: 597–599.
- Walzer C, Bögel R, Fluch E, Karl E, Schober F & Prinzinger R 1998: Intraabdominal implantation of a multisensory telemetry system in a free-living Griffon Vulture (*Gyps fulvus*). In: Lumeneij JT, Remple JD, Redig OT, Lierz M. & Cooper JE (eds): Raptor biomedicine III, including bibliography of diseases of birds of prey: 313–319. Zoological Education Network, Lake Worth.
- Warrick DR, Tobalske BW & Powers DR 2005: Aerodynamics of the hovering hummingbird. *Nature* 435: 1094–1097.
- Welch Jr KC & Chen CC 2014: Sugar flux through the flight muscles of hovering vertebrate nectarivores: a review. *J. Comp. Physiol. B* 184: 945–959.
- Welch Jr KC & Suarez RK 2007: Oxidation rate and turnover of ingested sugar in hovering Anna's (*Calypte anna*) and Rufous (*Selasphorus rufus*) Hummingbirds. *J. Exp. Biol.* 210: 2154–2162.
- West GB & Brown JH 2005: The origin of allometric scaling laws in biology from genomes to ecosystems: towards a quantitative unifying theory of biological structure and organization. *J. exp. Biol.* 208: 1575–1592.
- Westheide W & Rieger G 2015: Spezielle Zoologie. Teil 2: Wirbel- oder Schädeltiere. Springer, Heidelberg.
- Wigglesworth VB 1966: Physiologie der Insekten. Birkhäuser, Basel.
- Williamson FS & Norris PA 1958: Data on relative heart size of the Wrabbling Vireo and other passerines from high altitudes. *General Notes* 70: 90–91.
- Wolters HE 1982: Die Vogelarten der Erde. Parey, Berlin.
- Zimmermann H 2018: Plastizität und Erneuerung im adulten Gehirn. *Sitzungsber. Wiss. Ges. Uni. Frankfurt/Main LV/1*. Franz Steiner, Stuttgart.

Wirkungskontrollen zur Vogelbesiedlung von Vertragsnaturschutzflächen in Schleswig-Holstein

Helge Neumann, Heike Jeromin & Jutta Leyrer

Neumann H, Jeromin H & Leyrer J 2022: How effective are agri-environment schemes for birds in Schleswig-Holstein? Vogelwarte 60: 39–50.

In 2016, the effectiveness of agri-environment schemes for arable fields and permanent grasslands on both breeding and non-breeding birds was evaluated in Schleswig-Holstein. The results of this study were used to fulfill EU co-financing requirements of agri-environment schemes. Three bird surveys took place during the breeding season and two surveys during the non-breeding season. The study focused on single-field based schemes, and each focal field under the agri-environment scheme was assigned to a control field (pairwise analysis).

All studied agri-environment schemes generally had positive effects on birds in both arable fields and permanent grasslands, with the exception of one scheme featuring cattle grazing in summer as the only requirement. Fields and grasslands under agri-environment schemes showed on average 1.5 times as many bird species and 1.5 times as many breeding bird territories as control fields. For species listed on the red list of threatened species in Schleswig-Holstein, fields and grasslands under agri-environment schemes showed on average 1.4 times as many bird species and 1.6 times as many breeding bird territories. For single species, some of the focal agri-environment schemes had positive effects on the number of breeding bird territories of red-listed species such as Northern Lapwing *Vanellus vanellus*, Meadow Pipit *Anthus pratensis* and Eurasian Skylark *Alauda arvensis*, but also of non-threatened species such as Eurasian Oystercatcher *Haematopus ostralegus*, Bluethroat *Luscinia svecica* and Common Reed Bunting *Emberiza schoeniclus*.

Despite the shown positive effects of agri-environment schemes on breeding and non-breeding birds and a continuous expansion of areas under agri-environment schemes for arable fields and permanent grasslands, numbers of bird indicator species are declining in Schleswig-Holstein. Therefore, future CAP subsidies should focus on efficient measures and tools including specific advisory services with the aim of enhancing the areas especially managed for the protection of birds.

✉ HN: Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL), Artenagentur Schleswig-Holstein, Seekoppelweg 16, 24113 Kiel, E-Mail: h.neumann@dvl.org
HJ & JL: Michael-Otto-Institut im NABU (MOIN), Goosstroot 1, 24861 Bergenhusen, E-Mail: heike.jeromin@nabu.de, jutta.leyrer@nabu.de

1 Einleitung

Das Land Schleswig-Holstein bot in der EU-Agrarförderperiode 2014 bis 2020 (verlängert bis 2022; Europäische Kommission 2020) über die Landesgesellschaft Schleswig-Holstein (LGSH) landwirtschaftlichen Betrieben die freiwillige Teilnahme an Vertragsnaturschutzmustern auf Acker- und Grünlandflächen an (MELUND 2020a). Die Vertragsnehmer erhielten für die Einhaltung von Bewirtschaftungsauflagen während der Vertragslaufzeit jährliche Ausgleichszahlungen, die durch die Europäische Union (EU) im Rahmen des Landesprogramms Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 kofinanziert wurden (MELUND 2021). Die Zielsetzungen für das Instrument des Vertragsnaturschutzes waren weit gefasst und umfassten die Sicherung und Steigerung der Artenvielfalt von Flora und Fauna, die Erhaltung, Förderung und Vernetzung nutzungssensibler Biotope bzw. Habitate in den Agrar- und Naturlandschaften Schleswig-Holsteins sowie auch speziell den Schutz und Erhalt der EU-rechtlich bedeutsamen Arten und Lebensraumtypen (MELUND 2021). Die Auswirkungen

des Vertragsnaturschutzes waren gemäß Vorgaben der EU für die Programmevaluierung zu überprüfen (MEN-D 2015) und wurden im Jahr 2016 mit Finanzierung des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) am Beispiel der Artengruppe der Vögel untersucht. Ziel der Wirkungskontrollen war es zu überprüfen, ob durch die einzelflächenbezogenen Bewirtschaftungsauflagen im Vergleich zur ansonsten praxisüblichen landwirtschaftlichen Nutzung positive Effekte auf die Artenvielfalt und Individuendichte von Brut- und auch Gastvögeln erzielt werden. Die Ergebnisse der Erfolgskontrollen werden in dem vorliegenden Beitrag vorgestellt und diskutiert.

2 Material und Methode

2.1 Vertragsmuster

Für die Wirkungskontrollen wurden diejenigen Vertragsmuster ausgewählt, die in Schleswig-Holstein landesweit oder auch in bestimmten Kulissen für einzelne Acker- und Grünlandflächen angeboten wurden. Die Untersuchungen erfolgten für insgesamt sechs einzelflächenbezogene Vertragsmuster, von

denen sich zwei auf Acker- und vier auf Grünlandflächen bezogen. Für den Ackerbereich umfassten die Erfolgskontrollen ein Vertragsmuster für selbst begrünte Brach- bzw. ange-säte Blühflächen („Ackerlebensräume“) sowie ein Vertrags-muster für eine kleinräumig aufgeteilte Ackerbewirtschaftung im ökologischen Landbau („Kleinteiligkeit im Ackerbau“). Für den Grünlandbereich wurden drei Vertragsmuster unter-sucht, die als Vorgaben jeweils den Verzicht auf Narben-pflegemaßnahmen (Schleppen, Walzen), den Ausschluss der Düngung (mineralisch, organisch) sowie entweder eine Spät-mahd ab dem 21.6. oder alternativ regional angepasste re-duzierte Beweidungsdichten beinhalteten („Weidewirtschaft“ [Hügelland/Geest], „Weidewirtschaft Marsch“, „Weidewirt-schaft Moor“). Das vierte Vertragsmuster, das für den Grün-landbereich mit in die Untersuchungen aufgenommen wurde („Weidegang“), gab als Kernaufgabe lediglich eine Bewei-dung vor und beinhaltete keine weiteren Einschränkungen zur Düngung und Beweidungsdichte. Die detaillierten Bewirtschaftungsvorgaben der untersuchten einzelflächenbe-zogenen Vertragsvarianten sind in der Tab. A1 im Anhang aufgeführt.

2.2 Untersuchungsdesign und Probeflächenauswahl

Das Untersuchungsdesign für die Wirkungskontrollen be-stand auf Basis der Empfehlungen der Programmbewertung aus der vorherigen EU-Förderperiode (Sander & Franz 2013) aus einem paarweisen Vergleich der Vertragsflächen mit Re-ferenzflächen ohne Maßnahmenumsetzungen. Die Wirkungs-kontrollen zielten damit auf die Analyse der Effekte der ein-zelnen Vertragsmuster, jedoch nicht auf Vergleiche der Ver-tragsmuster untereinander ab.

Der Stichprobenumfang betrug 20 Flächenpaare je Ver-tragsmuster. Die Größe der einzelnen Vertragsflächen lag zwischen 1,0 ha und 40,5 ha. Die untersuchten Vertragsmuster beinhalteten mit Ausnahme der Maßnahme „Kleinteiligkeit im Ackerbau“ jeweils zwei Varianten, die sich in speziellen Bewirtschaftungsaufgaben unterschieden. Die Aufteilung der jeweils 20 Vertragsflächen auf die beiden Varianten variierte im Bereich 3 zu 17 bis 10 zu 10 und entsprach damit jeweils in etwa den landesweiten Vertragsanteilen. Die einzelnen

Zuordnungen der Varianten sind der Tab. A1 im Anhang zu entnehmen.

Für die paarweisen Vergleiche wurden die Vertrags- und Kontrollflächen auf der Grundlage von Luftbildern mit einem geographischen Informationssystem so ausgesucht, dass sie sich soweit möglich nur in dem Faktor der Bewirtschaftung unterschieden (mit/ohne Vertragsnaturschutz). Bei den Flächenpaarungen wurden als Parameter neben den Flächen-größen und -zuschnitten insbesondere die Geländemorpho-logie sowie die Art und Ausprägung von Randstrukturen (v. a. Knicks/Hecken, Gehölze, Gebäude) berücksichtigt (siehe Neumann et al. 2007). Zudem wurde darauf geachtet, dass die ausgewählten Flächenpaare jeweils in demselben Naturraum lagen und nicht direkt aneinander angrenzten.

Die Auswahl der Untersuchungsflächen konzentrierte sich für alle Vertragsmuster nach Möglichkeit generell auf Regionen, in denen mehrere Flächenpaare (mit/ohne Vertragsnatur-schutz) lagen, um so den Aufwand für An- und Abfahrten zu begrenzen. Bei der Festlegung der Untersuchungsregionen wurde darauf geachtet, dass aus landesweiter Sicht jeweils die räumlichen Schwerpunktgebiete für die jeweiligen Vertrags-abschlüsse abgedeckt waren.

Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung der Kontrollflächen erfolgte jeweils konventionell und entsprach den (Anbau-) Verhältnissen, die zum Zeitpunkt der Untersuchungen für die Acker- und Grünlandnutzung in Schleswig-Holstein typisch waren. Das Vertragsmuster „Kleinteiligkeit im Ackerbau“ ist ausschließlich für Ökobetriebe konzipiert (siehe Tab. A1 im Anhang). Als Kontrollflächen mussten für das Vertragsmuster ebenfalls konventionell bewirtschaftete Flächen ausgewählt werden, da aufgrund der generell gerin-gen Anzahl an Ökolandbaubetrieben keine vergleichbaren ökologisch bewirtschafteten Flächen ohne zusätzliche (Natur-schutz-) Vertragsauflagen zur Verfügung standen. Da bereits die Wirtschaftsweise des Ökolandbaus gewisse positive Effekte erwarten lässt (z. B. Neumann et al. 2007), können diese durch das Untersuchungsdesign von den Effekten der „Kleinteiligkeit“ nicht getrennt werden, was bei den Ergeb-nisinterpretationen entsprechend zu berücksichtigen war (siehe Diskussion).

Tab. 1: Flächengrößen (ha) der je Vertragsmuster untersuchten Probeflächen (je n = 20) und der Gesamtstichprobe der landesweiten Vertragsflächen (Datenquelle: LGSH, Stand 2/2016). – *Area of fields sampled for the studied agri-environment schemes (n = 20 fields per scheme) and overall area and number of fields enrolled into the respective agri-environment schemes in Schleswig-Holstein (SH).*

Vertragsmuster <i>agri-environment scheme</i>	Untersuchungsflächen (ha) <i>area of fields sampled (ha)</i>				Flächen landesweit <i>overall area SH</i>			
	Min. <i>min.</i>	Max. <i>max.</i>	Mittel <i>mean</i>	Median <i>median</i>	Fläche (ha) – <i>area (ha)</i>			Anzahl – <i>number</i> n
					Mittel <i>mean</i>	Median <i>median</i>	Gesamt <i>total</i>	
Ackerlebensräume	3,3	27,2	8,0	6,2	3,0	2,0	3.025	1.010
Kleinteiligkeit im Ackerbau	8,6	40,5	20,7	18,4	18,4	16,3	1.287	70
Weidegang	1,1	6,7	3,1	2,8	2,7	2,1	4.579	1.690
Weidewirtschaft	3,4	11,4	7,3	6,5	3,0	2,1	6.249	2.060
Weidewirtschaft Marsch	1,0	6,0	3,1	2,9	2,7	2,4	4.988	1.838
Weidewirtschaft Moor	1,3	7,3	2,7	2,2	2,6	2,0	1.006	386

Da das Auftreten von Vogelarten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eine Funktion der Flächengröße ist (Bezzel 1982; Flade 1994), wurde bei der Zusammenstellung der Stichprobe für die vogelkundlichen Wirkungskontrollen darauf geachtet, auch größere Flächen auszuwählen (siehe oben), um so das Potenzial der Wirkweise der Vertragsmuster abbilden zu können. Zugleich wurde im Rahmen der Flächenverfügbarkeiten versucht, durch die Flächenauswahl möglichst die landesweite Gesamtstichprobe an Vertragsflächen abzubilden. Während die durchschnittliche Größe der Untersuchungsflächen für das Vertragsmuster „Kleinteiligkeit im Ackerbau“ rund 20 ha und für die Maßnahmen „Ackerlebensräume“ und „Weidewirtschaft“ rund sieben Hektar betrug, wiesen die Probeflächen für die übrigen Grünland-Vertragsmuster lediglich durchschnittlich zwei bis drei Hektar auf (Tab. 1). Die mittleren Flächengrößen der Untersuchungsflächen entsprechen bei der Mehrzahl der untersuchten Vertragsmuster dem landesweiten Durchschnitt. Eine Ausnahme stellen die Probeflächengrößen der Vertragsmuster „Weidewirtschaft“ und „Ackerlebensräume“ dar, die oberhalb der landesweiten Vergleichsflächen liegen (Tab. 1), was ebenfalls bei den Ergebnisinterpretationen berücksichtigt werden musste (siehe Diskussion).

2.3 Vogelerfassungen

Die Freilanderfassungen wurden im Jahr 2016 an insgesamt fünf Terminen durchgeführt, die neben der Brutzeit (drei Kontrollen Mitte April bis Mitte Juli) auch die Nicht-Brutzeit berücksichtigten (zwei Kontrollen im Abstand von mindestens vier Wochen Oktober bis Dezember). Die Vogelbeobachtungen erfolgten standardisiert von einer ausgewählten Stelle am Acker-/Grünlandrand aus (siehe z. B. Batáry et al. 2010). Die Maßnahmen- und Kontrollflächen wurden je Kontrolltermin für einen Zeitraum von 20 Minuten beobachtet, innerhalb dessen alle Vögel protokolliert wurden, die aufgrund ihrer Anwesenheit oder ihres Verhaltens der Beobachtungsfläche zuzuordnen waren. Neben der artspezifischen Anzahl an Individuen wurden standardisierte Angaben zum Verhalten notiert (Gesang, Futtersuche etc.). Des Weiteren wurden Einschätzungen zur Beobachtung identischer Individuen sowie der Anzahl an Revieren vermerkt, wobei der Status „Revier“ aus Verhaltensbeobachtungen abgeleitet wurde, die auf eine Brut hindeuten (Südbeck et al. 2005). Die Probeflächenpaare wurden jeweils am selben Tag und bei möglichst günstigen Witterungsbedingungen kontrolliert. Während der Brutzeit (1.–3. Termin) erfolgten die Beobachtungen in den Morgenstunden, in der Nicht-Brutzeit (4. und 5. Termin) erstreckten sich die Erfassungen teilweise auch in den Nachmittag. Feldvogelarten, die während der Brutzeit v. a. dämmerungs- und nachtaktiv sind, und die vorrangig mit Hilfe einer Klangattrappe erfasst werden sollten (Rebhuhn *Perdix perdix*, Wachtel *Coturnix coturnix*, Wachtelkönig *Crex crex*; siehe Südbeck et al. 2005), sind aufgrund der gewählten Beobachtungsmethode in den Ergebnissen vermutlich unterrepräsentiert. Die Kontrollflächen, auf denen Silomais angebaut wurde ($n = 4$ Kontrollflächen Vertragsmuster „Ackerlebensräume“, $n = 2$ „Kleinteiligkeit im Ackerbau“), waren aufgrund der Wuchshöhe des Maises ab Juli nur noch in geringem Umfang einsehbar, sodass sich die Erfassungen ab diesem Zeitraum auf akustische Wahrnehmungen sowie die Beobachtung von auf-/einfliegenden Vögeln konzentrierten.

2.4 Auswertungen

Bei der Auswertung der Beobachtungsprotokolle wurden nur diejenigen Nachweise berücksichtigt, die direkt den landwirtschaftlichen Nutzflächen bzw. Maßnahmenflächen zuzuordnen waren (an/über der Fläche singende, warnende, rufende, auf-, einfliegende, Nahrung suchende, rastende Vögel). Doppelnennungen, die lediglich den Abflug von kurz zuvor registrierten Individuen beschreiben, wurden bei den Auswertungen nicht berücksichtigt. Für die Gilde der Greifvögel wurden nur diejenigen Beobachtungen einbezogen, die unmittelbar den Untersuchungsflächen zuzuordnen waren (Nahrungssuchflüge, Rütteln, Kreisen, auf-, einfliegende Individuen).

Als Parameter für die Brutzeitbeobachtungen (1.–3. Beobachtungstermin) wurden je Untersuchungsfläche die Artenzahl sowie die Summe der Reviere der Gilde der Feldvogelarten (Hötker et al. 2013) und der Gruppe der Zielarten des Artenhilfsprogramms Schleswig-Holstein (MLUR 2008; Rote Liste-Arten inklusive Vorwarnliste, Knief et al. 2010) ermittelt, die zugleich die Gilde der Arten des Feldvogel-Indikators abdeckt („Pflichtindikator“ EU-Programmbewertung, Sander & Franz 2013; Wahl et al. 2015, 2020). Eine Ausnahme bildet hier lediglich die Goldammer *Emberiza citrinella*, die Bestandteil des Feldvogel-Indikators ist, jedoch nicht in der Roten Liste Schleswig-Holstein geführt wird (Knief et al. 2010). Da die Art zu den Brutvögeln der Randstrukturen zählt (Südbeck et al. 2005), ist sie im Rahmen der gewählten Erfassungsmethode (siehe oben) jedoch generell nur untergeordnet als Indikatorart für die Bewertung der unterschiedlichen Bewirtschaftungen der Vertrags- und Kontrollflächen geeignet. Der Status „Revier“ wurde auf Basis der Vermerke in den Tagesprotokollen vergeben (siehe oben). In Einzelfällen wurden hierbei auch Beobachtungen in Randstrukturen berücksichtigt, sofern deren Anzahl in der Summe der Erfassungstermine geringer war als die Anzahl der Registrierungen innerhalb der Probefläche (Puchstein 1999). Bei Vogelarten, die (überwiegend) dämmerungsaktiv sind (siehe oben, Südbeck et al. 2005), wurden während der Hauptbrutzeit Einzelbeobachtungen, die eindeutiges Revierverhalten dokumentierten, ebenfalls als Revier gewertet. Einzelartauswertungen konnten aufgrund der überwiegend nur geringen Präsenzen (siehe unten) generell nur für wenige Arten durchgeführt werden. Für die Feldlerche *Alauda arvensis* wurde neben der Anzahl an Revieren zusätzlich die Anzahl an Nachweisen an dem ersten Erfassungstermin (Mitte April–Mitte Mai) und dem dritten Termin (Mitte Juni–Mitte Juli) ermittelt, da aus der Besiedlungsphänologie gewisse Rückschlüsse auf die Brutplatzqualität gezogen werden können (z. B. Eggers et al. 2011).

Der Status „Gastvogel“ wurde ebenfalls auf Grundlage der in den Tagesprotokollen vermerkten artspezifischen Verhaltensbeobachtungen abgeleitet (siehe oben, Südbeck et al. 2005). Die Beobachtungen der Gastvögel (inklusive Greifvogelarten) wurden aufgrund der geringen Anzahlen an Nachweisen für die fünf Erfassungstermine zusammengefasst. Als Parameter für den Vergleich der Flächenpaare (siehe unten) wurde neben der Artenzahl die Gesamtzahl an Nachweisen der Gastvögel ermittelt.

Für die Gesamtstichprobe der Vertrags- und Kontrollflächen wurde für die Reviervögel der artspezifische Anteil der besiedelten Schläge errechnet (Präsenz). Die untersuchten Flächenpaare konnten während der Freilanderfassungen je nach Geländemorphologie, Randstrukturen, Flächenzuschnitt

und Flächenbewirtschaftung nicht immer vollständig eingesehen werden. Es handelte sich hierbei jedoch nur um Einzelfälle und kleinere Flächenareale, sodass etwaige verzerrende Effekte ausgeschlossen werden konnten. Da die diesbezüglichen Unterschiede zwischen Flächenpaaren nicht quantifizierbar waren, wurden die Auswertungen auf Basis der absoluten (An-) Zahlen vorgenommen und nicht – wie ansonsten vielfach üblich – mit flächenkorrigierten Werten (Abundanzen, Dichten).

Im Rahmen der statistischen Auswertungen wurde für die abgeleiteten Parameter je Flächenpaar zunächst die Differenz zwischen den beiden geprüften Flächennutzungen gebildet (Vertragsnaturschutz – Kontrolle; paarweiser Vergleich). Die Paardifferenzen wurden aufgrund der Datenverteilung sowie im Hinblick auf die Vergleichbarkeit anschließend einheitlich

mit dem Vorzeichen-Rang-Test geprüft. Signifikante Effekte wurden bei positiven Z-Werten als positive Effekte der Vertragsfläche interpretiert. Einzelartauswertungen wurden durchgeführt, wenn mindestens sechs Paardifferenzen vorlagen (Sachs & Hedderich 2006).

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen für die sechs untersuchten einzelflächenbezogenen Vertragsmuster sind in der Tab. 2 aufgeführt. Die dazugehörigen artspezifischen Revierversummen und Präsenzen für die Gesamtstichprobe der Vertrags- und Kontrollflächen sind in Tab. 3 und Tab. 4 dokumentiert.

Tab. 2: Ergebnisse der statistischen Tests für den paarweisen Vergleich der Vertrags- und Kontrollflächen. Signifikante Unterschiede (Vertragsflächen > Kontrollflächen) sind grau unterlegt ($p < 0,05$; Vorzeichen-Rang-Test Paardifferenzen, Z-Werte jeweils > 0 ; weitere Erläuterungen inklusive Abkürzungen siehe Fußnote unter Tabelle) – *Results of the pair-wise comparison between fields under agri-environment schemes and control fields. Significant results are shown in grey ($p < 0,05$, paired difference test, $Z > 0$, for further explanation see footnote below table).*

Parameter - parameter	AL	KL	WG	WW	WWMa	WWMo
Artenzahl – number species T 1-5	0,004	0,018	0,571	0,229	0,040	0,142
Artenzahl Gastvögel – number species non-breeding birds T 1-5	0,012	0,031	0,393	0,639	0,246	0,734
Artenzahl RL-Arten – number red listed species T 1-3	0,003	0,039	0,465	0,426	0,049	0,277
Reviere Austernfischer – territories <i>Haematopus ostralegus</i>	-	-	-	-	0,542	-
Reviere Kiebitz – territories <i>Vanellus vanellus</i>	-	-	-	-	0,020	-
Reviere Uferschnepfe – territories <i>Limosa limosa</i>	-	-	-	-	-	-
Reviere Feldlerche – territories <i>Alauda arvensis</i>	0,080	0,004	0,641	0,850	0,376	0,078
Reviere Wiesenpieper – territories <i>Anthus pratensis</i>	-	-	-	0,008	-	0,191
Reviere Schafstelze – territories <i>Motacilla flava</i>	-	0,094	0,844	-	-	-
Reviere Blaukehlchen – territories <i>Luscinia svecica</i>	-	-	-	-	0,049	1,000
Reviere Braunkehlchen – territories <i>Saxicola rubetra</i>	0,031	-	-	-	-	-
Reviere Dorngrasmücke – territories <i>Sylvia communis</i>	-	-	-	-	-	0,250
Reviere Rohrammer – territories <i>Emberiza schoeniclus</i>	-	-	-	-	-	0,004
Reviere RL-Arten – territories red listed species	0,006	0,002	0,938	0,389	0,135	0,145
Reviere Feldvogelarten – territories farmland birds	0,009	0,145	0,296	0,021	0,135	0,007
Nachweise – records T 1-5	<0,001	0,001	0,231	0,196	0,869	0,388
Nachweise RL-Arten – records red listed species T 1-3	0,001	0,003	0,970	0,903	0,799	0,229
Nachweise Feldlerche – records <i>Alauda arvensis</i> T 1-3	0,013	0,006	0,313	0,787	0,049	0,006
Nachweise Feldlerche – records <i>Alauda arvensis</i> T 1	0,015	0,018	0,547	0,922	0,020	0,110
Nachweise Feldlerche – records <i>Alauda arvensis</i> T 3	0,104	0,006	0,875	0,813	0,844	0,016
Nachweise Gastvögel – records non-breeding birds T 1-5	0,006	0,005	0,216	0,073	0,898	0,114

T: Termin Erfassung, T1–3: April–Juli, T4–5: Oktober–Dezember – *T: date of survey, T1–3: April–July, T4–5: October–December*
Fett: Arten der Roten Liste (RL) S.-H. (inkl. Vorwarnliste, Knief et al. 2010) bzw. Gilde Artenhilfsprogramm (MLUR 2008)
– **bold:** species listed in red list of threatened birds of Schleswig-Holstein

-: Kein Test, Anzahl an Paardifferenzen zu gering (vgl. Präsenzen Tab. 4) – -: not tested

AL: „Ackerlebensräume“, KL: „Kleinteiligkeit im Ackerbau“, WG: „Weidegang“, WW: „Weidewirtschaft“, WWMa: „Weidewirtschaft Marsch“, WWMo: „Weidewirtschaft Moor“ – *agri-environment schemes for arable fields: AL, KL; agri-environment schemes for permanent grasslands: WG, WW, WWMa and WWMo*

Tab. 3: Summe der (Brutzeit-) Reviere der nachgewiesenen Vogelarten für die Gesamtheit der Vertragsflächen (VF) und der dazugehörigen Kontrollflächen (KF) (jeweils Summen der n = 20 Flächenpaare VF/KF). – *Number of breeding bird territories observed on all fields enrolled in agri-environment schemes (VF) and corresponding control field (KT) (n = 20 fields each for VF and KT).*

Vogelart – <i>bird species</i>	AL		KT		WG		WW		WWMa		WWMo	
	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF
Rebhuhn <i>Perdix perdix</i>			1	0								
Wachtel <i>Coturnix coturnix</i>	4	1	4	1			2	1			1	0
Wachtelkönig <i>Crex crex</i>							1	1				
Jagdfasan <i>Phasianus colchicus</i>	2	0					1	0				
Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>					0	1			9	12		
Flussregenpfeifer <i>Charadrius dubius</i>							0	1				
Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	4	5			1	0	6	7	13	2	1	4
Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>									1	2	1	0
Uferschnepfe <i>Limosa limosa</i>					0	1			3	3	1	1
Brachvogel <i>Numenius arquata</i>					1	1					1	2
Bekassine <i>Gallinago gallinago</i>					0	1	1	0			1	0
Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	39	27	54	29	11	10	16	17	11	7	24	15
Heidelerche <i>Lullula arborea</i>	3	2					1	1				
Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	2	0			9	7	10	1	4	2	20	14
Baumpieper <i>Anthus trivialis</i>	3	1	1	0			7	2				
Wiesenschafstelze <i>Motacilla flava</i>	3	11	12	24	5	3	5	1	2	4	3	5
Blaukehlchen <i>Luscinia svecica</i>					1	1			11	2	5	5
Braunkehlchen <i>Saxicola rubetra</i>	8	0	1	0	5	1	4	2	1	0	5	4
Schwarzkehlchen <i>Saxicola rubicola</i>	0	1			5	1	5	2			9	6
Dorngrasmücke <i>Sylvia communis</i>			2	0	3	3			1	0	8	4
Feldschwirl <i>Locustella naevia</i>					2	0	2	0			1	0
Sumpfrohrsänger <i>Acrocephalus palustris</i>	1	0			1	3	1	0	2	1	1	0
Neuntöter <i>Lanius collurio</i>	2	0					0	2				
Bluthänfling <i>Linaria cannabina</i>	1	0			3	0					2	0
Rohrhammer <i>Emberiza schoeniclus</i>	3	0	1	2	5	2	5	0	9	10	13	1
Grauammer <i>Emberiza calandra</i>	3	0										
Reviere gesamt	78	47	76	56	52	35	67	37	67	45	97	61
Reviere RL-Arten	65	35	60	30	27	21	41	32	33	16	55	40

Fett: Arten der Roten Liste (RL) S.-H. (inkl. Vorwarnliste, Knief et al. 2010) – **bold:** species listed in the red list of threatened birds of Schleswig-Holstein.

Abkürzungen Vertragsmuster AL-WWMoor siehe Tab. 2 – abbreviations of agri-environment schemes AL-WWMoor see table 2.

Tab. 4: Präsenzen (%) der mit (Brutzeit-) Revieren nachgewiesenen Vogelarten für die Gesamtheit der Vertragsflächen (VF) und der dazugehörigen Kontrollflächen (KF) (jeweils n = 20 Flächenpaare VF/KF, siehe Tab. 3). – *Percentage (%) of fields with observations of breeding bird territories for each agri-environment scheme (VF) and corresponding control (KT) (n = 20 fields each for VF and KT; see Tab. 3).*

Vogelart - bird species	AL		KT		WG		WW		WWMa		WWMo	
	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF	VF	KF
Rebhuhn <i>Perdix perdix</i>			5	0								
Wachtel <i>Coturnix coturnix</i>	20	5	15	5			10	5			5	0
Wachtelkönig <i>Crex crex</i>							5	5				
Jagdfasan <i>Phasianus colchicus</i>	10	0					5	0				
Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>					0	5			45	45		
Flussregenpfeifer <i>Charadrius dubius</i>							0	5				
Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	20	20			5	0	20	20	45	10	5	20
Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>									5	5	5	0
Uferschnepfe <i>Limosa limosa</i>					0	5			5	10	5	5
Brachvogel <i>Numenius arquata</i>					5	5					5	10
Bekassine <i>Gallinago gallinago</i>					0	5	5	0			5	0
Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	80	75	100	70	30	50	45	45	55	25	80	60
Heidelerche <i>Lullula arborea</i>	15	10					5	5				
Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	5	0			35	35	40	5	20	10	75	55
Baumpieper <i>Anthus trivialis</i>	15	5	5	0			25	10				
Wiesenschafstelze <i>Motacilla flava</i>	15	25	35	65	25	15	20	5	10	15	15	25
Blaukehlchen <i>Luscinia svecica</i>					5	5			40	10	25	25
Braunkehlchen <i>Saxicola rubetra</i>	30	0	5	0	25	5	15	10	5	0	25	20
Schwarzkehlchen <i>Saxicola rubicola</i>	0	5			25	5	15	10			40	25
Dorngrasmücke <i>Sylvia communis</i>			5	0	15	10			5	0	35	20
Feldschwirl <i>Locustella naevia</i>					5	0	5	0			5	0
Sumpfrohrsänger <i>Acrocephalus palustris</i>	5	0			5	15	5	0	10	5	5	0
Neuntöter <i>Lanius collurio</i>	10	0					0	10				
Bluthänfling <i>Linaria cannabina</i>	5	0			15	0					10	0
Rohrhammer <i>Emberiza schoeniclus</i>	10	0	5	10	25	10	10	0	35	40	50	5
Grauhammer <i>Emberiza calandra</i>	15	0										
Anzahl Arten gesamt	14	6	8	4	13	13	15	11	12	11	17	11
Anzahl RL-Arten	8	4	4	2	5	6	8	8	6	5	9	6

Fett: Arten der Roten Liste (RL) S.-H. (inkl. Vorwarnliste, Knief et al. 2010) – **bold:** species listed in the red list of threatened birds of Schleswig-Holstein.

Abkürzungen Vertragsmuster AL-WWMoor siehe Tab. 2 – *abbreviations of agri-environment schemes see table 2.*

Auf den Untersuchungsflächen des Vertragsmusters „**Ackerlebensräume**“ wurden in der Summe der Flächen im Vergleich zu den Kontrollflächen insgesamt 1,7-fach so viele Vogelreviere nachgewiesen (Tab. 3). Für die Gilde der Rote Liste-Arten hatte dieser Faktor den Wert 1,9. Die Vertragsflächen wiesen darüber hinaus insgesamt eine etwa doppelt so hohe Artenzahl an Reviervögeln auf wie die Kontrollflächen (Tab. 4). Die separate Betrachtung der Gilde der gefährdeten Arten ergibt ebenfalls eine doppelt so hohe Anzahl an Arten auf den „Ackerlebensraum“-Flächen.

Die statistischen Auswertungen für das Vertragsmuster „Ackerlebensräume“ ergaben für nahezu alle betrachteten Parameter signifikante Unterschiede zwischen den Paaren der Vertrags- und Kontrollflächen (Tab. 2). Die „Ackerlebensraum“-Flächen zeichneten sich gegenüber den Kontrollflächen durch eine höhere Artenvielfalt und mehr Nachweise an Vögeln aus. Die Unterschiede betrafen sowohl die Gilden der Feldvögel und der gefährdeten bzw. Artenhilfsprogramm-Arten als auch die Gastvögel. Auf der Ebene einzelner Arten traten Feldlerchen und Braunkehlchen *Saxicola rubetra* signifikant häufiger auf den „Ackerlebensraum“-Flächen auf, wobei der Unterschied für die Feldlerche nur für die Nachweise zu Beginn der Brutzeit bestand (Tab. 2).

Die Untersuchungsflächen des Vertragsmusters „**Kleinteiligkeit im Ackerbau**“ wiesen insgesamt um den Faktor 1,4 mehr Vogelreviere auf als die dazugehörigen Kontrollflächen (Tab. 3). Bezogen auf die Gruppe der Rote Liste-Arten waren die Vertragsflächen durch eine doppelt so hohe Reviersumme gekennzeichnet. Auf den Flächen mit „Kleinteiligkeit“ war darüber hinaus die Anzahl an beobachteten Arten doppelt so hoch wie auf den Kontrollflächen (Tab. 4). Für die Gilde der gefährdeten Arten ergibt die Gesamtbetrachtung der Vergleichsflächen ein identisches Verhältnis der Artenzahl.

Die Ackerflächen mit „Kleinteiligkeit“ unterschieden sich nach den Ergebnissen der statistischen Auswertungen in nahezu allen Untersuchungsparametern signifikant von den Kontrollflächen (Tab. 2) und waren durch eine höhere Artenvielfalt und mehr Nachweise an Vögeln aus den Gruppen der Feldvogel-, Rote Liste- und Gastvogelarten gekennzeichnet. Einzelartvergleiche waren aufgrund der Präsenzen für die Feldlerche und die Schafstelze *Motacilla flava* möglich. Während für die Feldlerche signifikant mehr Reviere auf den Vertragsflächen mit „Kleinteiligkeit“ festgestellt wurden, ergaben die Auswertungen für die Schafstelze keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flächenpaaren (Tab. 2).

Auf den Untersuchungs- und Kontrollflächen des Vertragsmusters „**Weidengang**“ wurde eine identische Artenanzahl nachgewiesen, das Artenspektrum der Flächenpaare unterschied sich jedoch leicht (Tab. 3 und 4). Die Revierzahl war in der Summe der Vertragsflächen 1,5-fach höher als auf den untersuchten intensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden. Im Hinblick auf die Gruppe der Rote Liste-Arten wiesen die Ver-

gleichspaare insgesamt ähnliche Reviersummen und Artenzahlen auf. Die statistischen Tests zeigten für keinen der betrachteten Parameter einen signifikanten Unterschied zwischen den Flächenpaaren (Tab. 2).

Für das Vertragsmuster „**Weidewirtschaft**“ ergaben die Freilandbefragungen in der Summe der Vertragsflächen 1,8-fach mehr Vogelreviere als für die Kontrollflächen (Tab. 3). Die Gesamtartenzahlen der Flächenpaare lagen in einer ähnlichen Größenordnung (Tab. 4). Die separate Betrachtung der Gilde der Rote Liste-Arten zeigt für die Vergleichsgruppen der Vertrags- und Kontrollflächen insgesamt eine identische Artenzahl und nur leicht unterschiedliche Reviersummen.

Der paarweise Vergleich der Vertrags- und Kontrollflächen ergab für das Vertragsmuster „Weidewirtschaft“ für zwei Parameter signifikante Effekte (Tab. 2). Auf den Vertragsnaturschutzflächen wurden mehr Reviere des Wiesenpiepers *Anthus pratensis* sowie mehr Reviere an Feldvogelarten (Summenparameter) beobachtet als auf den Kontrollflächen.

Auf den untersuchten Flächen des Vertragsmusters „**Weidewirtschaft Marsch**“ wurden insgesamt 1,5 mal mehr Feldvogelreviere beobachtet als auf den Kontrollflächen (Tab. 3). Die Flächenpaare wiesen in ihrer Gesamtheit ein ähnliches Artenspektrum auf (Tab. 4). Für die Gilde der Rote Liste-Arten ergibt die Summe der Reviere aller Arten für die Vertragsflächen einen 2,1-fach so hohen Wert wie für die Kontrollflächen. Die Gesamtanzahl an gefährdeten Arten liegt für die beiden Vergleichsgruppen hingegen ebenfalls in einer ähnlichen Größenordnung.

Nach den Ergebnissen der statistischen Analysen waren die Vertragsflächen des Vertragsmusters „Weidewirtschaft Marsch“ im Untersuchungsjahr durch eine höhere Gesamtzahl an Arten (Summe Nachweise fünf Durchgänge) sowie eine höhere Anzahl an Rote Liste-Arten gekennzeichnet (Tab. 2). Die Einzelartenauswertungen ergaben für die Vertragsnaturschutzflächen für den Kiebitz *Vanellus vanellus* und das Blaukehlchen *Luscinia svecica* höhere Revierzahlen und für die Feldlerche mehr Nachweise in der Brutzeit (1. sowie 1.–3. Erfassungstermin) als für die Kontrollflächen.

Für das Vertragsmuster „**Weidewirtschaft Moor**“ wurden im Rahmen der Freilandbeobachtungen auf den Vertragsflächen insgesamt um den Faktor 1,6 mehr Reviere festgestellt als auf den Kontrollflächen (Tab. 3). Auf den Untersuchungsflächen des Vertragsnaturschutzmusters konnten zudem 1,5-mal mehr Arten als auf den Referenzflächen nachgewiesen werden (Tab. 4). Auch im Hinblick auf die Gruppe der Rote Liste-Arten waren die Programmflächen in ihrer Gesamtheit durch mehr Vogelreviere (Faktor 1,4) und eine höhere Artenzahl (Faktor 1,5) gekennzeichnet.

Die statistischen Analysen ergaben für die Untersuchungsflächen des Vertragsmusters „Weidewirtschaft Moor“ im Vergleich zu den Referenzflächen signifikant mehr Reviere der Rohrammer *Emberiza schoenicus*

sowie der Gilde der Feldvogelarten (Tab. 2). Darüber hinaus wurden auf den Vertragsflächen zur Brutzeit mehr Feldlerchen (Nachweise Durchgang 1 und Durchgang 1–3) nachgewiesen als auf den Vergleichsflächen.

4 Diskussion

4.1 Gesamtbewertung der Vertragsmuster

Mit Ausnahme des Vertragstyps „Weidegang“ ergaben die statistischen Tests für alle anderen Vertragsmuster positive Effekte für einzelne Untersuchungsparameter (Tab. 2). Im Mittel der Vertragstypen wurden auf den Vertragsnaturschutzflächen (inklusive „Weidegang“) 1,5-mal so viele Arten sowie auch Vogelreviere wie auf den Kontrollflächen nachgewiesen. Für die Gilde der Rote Liste-Arten hatte dieser Faktor den Wert 1,4 (Arten) bzw. 1,6 (Reviere). Die ermittelten positiven Effekte lassen sich aufgrund des gewählten Untersuchungsansatzes (Vergleich mit Kontrollflächen ohne Bewirtschaftungsauflagen) auf die Vertragsvorgaben zurückführen. Da je nach Vertragsmuster verschiedene Auflagen gemeinsam wirken (z. B. Sperrfrist Bodenbearbeitung, Verzicht Düngung, späte Mahd; siehe Tab. A1 im Anhang), können die Effekte jedoch nicht den Wirkungen einzelner Bewirtschaftungsvorgaben zugeordnet werden. Weil die Untersuchungsflächen für das Vertragsmuster „Ackerlebensräume“ und „Weidewirtschaft“ im Vergleich der Mediane rund dreimal so groß wie die landesweiten Vertragsflächen waren (Tab. 1), werden die positiven Effekte für diese Vertragsmuster im Hinblick auf die Landessituation womöglich etwas überschätzt, da das Potenzial für die Vogelbesiedlung generell durch die Flächengröße beeinflusst wird (Bezzel 1982; Flade 1994). Aufgrund der verschiedenen weiteren Faktoren, die neben der Flächengröße einen Einfluss auf das Vorkommen von Feldvogelarten haben können, lässt sich das Ausmaß dieses möglichen Effektes mit dem gewählten Untersuchungsansatz nicht quantifizieren.

Für das Vertragsmuster „Weidegang“ konnten keine statistisch signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Der Vertragstyp war jedoch im Vergleich zu den anderen Vertragsmustern auch nur durch sehr geringe Bewirtschaftungsauflagen gekennzeichnet und beinhaltete als Kernaufgabe lediglich eine Beweidung, jedoch keine weiteren speziellen Einschränkungen zur Düngung und Beweidungsdichte (siehe Tab. A1 im Anhang). Im Hinblick auf die Gesamtbewertung ist zu berücksichtigen, dass das Vertragsmuster auch auf das Tierwohl der Weidetiere abzielt und darüber hinaus Vorteile für den Klima- und Gewässerschutz aufweisen kann (Reinsch et al. 2021). Die Ergebnisse der Vogelerfassungen könnten für das Vertragsmuster „Weidegang“ darüber hinaus auch methodisch beeinflusst worden sein. Das Vertragsmuster beinhaltete als Hauptaufgabe eine Beweidung im Zeitraum Mai bis September (siehe Tab. A1 im Anhang). Flächen dieses Vertragsmusters

lassen hierdurch trotz der i. d. R. intensiven Beweidung im Vergleich zu herkömmlich genutzten Mahdflächen gewisse Vorteile für Nahrungsgäste erwarten, da sich die Beweidung der Grünlandnarbe positiv auf die Nahrungsverfügbarkeit für Vögel auswirken kann (Vickery et al. 2001). Dieser potenziell positive Effekt des „Weidegangs“ müsste insbesondere unmittelbar vor der Mahd der intensiv bewirtschafteten Kontrollflächen nachweisbar sein, wenn die Vegetation des Referenzgrünlandes besonders dicht und hochwüchsig ist, die Weideflächen jedoch eine niedrigwüchsiger Vegetation aufweisen. Im Rahmen der Wirkungskontrollen im Jahr 2016 konnten diese Zeiträume aufgrund der geringen Anzahl an Kontrollen nicht gezielt abgepasst werden. Darüber hinaus lagen die Vertrags- und Kontrollflächen, die für das Vertragsmuster „Weidegang“ untersucht wurden, in Regionen, in denen die Beweidung generell noch eine größere Rolle spielt (Wilster Marsch, Eider-Treene-Sorge-Niederung) und dadurch vermutlich insgesamt die Attraktivität für Rastvögel gesteigert wurde. Die Wirkung des Vertragsmusters „Weidegang“ könnte womöglich besser in Landschaften untersucht werden, die keinen größeren Umfang an Weideflächen aufweisen, da die Bedeutung der Vertragsflächen für Nahrungsgäste hier deutlicher zum Tragen kommen könnte.

Im Vergleich der Ergebnisse für die einzelnen Vertragsmuster fallen die beiden Ackervertragsmuster („Ackerlebensräume“, „Kleinteiligkeit im Ackerbau“) durch eine hohe Anzahl an positiven Effekten auf (Tab. 2). Bei der Interpretation der Resultate ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Untersuchungsflächen für die Wirkungskontrolle generell lediglich für die vertragspezifischen paarweisen Vergleiche (Vertrags-/Kontrollflächen) und nicht für eine vergleichende Analyse der Vertragsmuster untereinander ausgewählt wurden. Die Untersuchungsflächen der Ackervertragsmuster sind deutlich größer als die Probestellen der Mehrzahl der Grünlandvertragsmuster (Tab. 1) und weisen damit per se ein größeres Potenzial für die Besiedlung durch (Feldvogel-) Arten des Offenlandes auf (Bezzel 1982; Hötter et al. 2013). Neben der Flächengröße könnten darüber hinaus insbesondere Landschaftsstrukturparameter einen Einfluss auf Unterschiede zwischen den Vertragsmustern hervorrufen, da beispielsweise Hecken- und Grabenstrukturen einen maßgeblichen Einfluss auf das Vorkommen von Vögeln in den verschiedenen Naturräumen Schleswig-Holsteins haben (Koop & Berndt 2014).

Bei der Bewertung der positiven Auswirkungen des Vertragsmusters „Kleinteiligkeit im Ackerbau“ (Tab. 2) muss berücksichtigt werden, dass das Vertragsmuster nur für Ökobetriebe angeboten wurde und entsprechend Maßnahmen beinhaltete, die über die Bewirtschaftung nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus hinausgehen (siehe Tab. A1 im Anhang). Da für die Erfolgskontrolle des Vertragsmusters als Kontroll-

flächen nur konventionell bewirtschaftete Äcker zur Verfügung standen, konnten die Effekte der vertrags-spezifischen Zusatzmaßnahmen mit dem gewählten Untersuchungsansatz nicht von den Auswirkungen des Ökolandbaus unterschieden werden. Für die verschiedenen Einzelmaßnahmen des Vertragsmusters „Kleinteiligkeit im Ackerbau“ (Verzicht auf Mineraldüngung und chemischen Pflanzenschutz/Ökolandbau, Einteilung der Vertragsfläche in kleinere Schläge mit unterschiedlichen Anbaufrüchten, Integration von Blüh-/Brachflächen; siehe Tab. A1) sind jedoch jeweils positive Effekte auf Vögel bekannt (u. a. Neumann et al. 2007; Batáry et al. 2010; Hötker et al. 2013; Neumann & Dierking 2013; Clough et al. 2020). Dies gilt auch für die verschiedenen Teilaufgaben der anderen Vertragsmuster (siehe Tab. A1 im Anhang, Newton 2004; Hötker et al. 2013), die jedoch im Einzelfall in Abhängigkeit von der Ausrichtung auf spezielle Zielsetzungen bzw. Zielarten ggf. weiter optimiert werden können. In Teilen lassen sich derartige Anpassungen womöglich im Rahmen der bestehenden Vertragsauflagen durch eine begleitende Beratung erzielen (z. B. Gottschalk & Beeke 2014; Neumann 2021). Darüber hinaus sind einzelne Vertragsinhalte bzw. -angebote gegebenenfalls zu erweitern, wozu sich auf Basis der Ergebnisse der Wirkungskontrollen jedoch keine Schlussfolgerungen ableiten lassen.

4.2 Bewertung für Zielarten/-gruppen

Im Hinblick auf die Zielsetzungen der EU und des Landes Schleswig-Holstein sind insbesondere die Ergebnisse für die Gruppe der gefährdeten Arten bzw. der Arten des Artenhilfsprogramms Schleswig-Holstein relevant, die aufgrund der oben genannten Gründe anstelle des Feldvogel-Indikators für die Bewertung herangezogen wurden.

Durch die Wirkungskontrollen konnten für nahezu alle Vertragsmuster positive Effekte für Parameter nachgewiesen werden, die Rote Liste-Arten betreffen (Tab. 2). Auf der Einzelartebene wurden lediglich für einzelne Vertragsmuster signifikante Unterschiede für die Rote Liste-Arten Kiebitz, Wiesenpieper und Feldlerche sowie die nicht gefährdeten Arten Austernfischer, Blaukehlchen und Rohrammer nachgewiesen (Tab. 2). Im Hinblick auf die Wirksamkeit der Vertragsmuster für den speziellen Vogel- bzw. Artenschutz ist jedoch generell zu beachten, dass gefährdete Arten vielfach nur (noch) in ausgewählten Gebieten und zudem zerstreut in der Landschaft vorkommen (Koop & Berndt 2014). Im Rahmen des Vertragsnaturschutzes in Schleswig-Holstein wird dies speziell für den Schutz gefährdeter Wiesenvogelarten durch bestimmte Angebotskulissen berücksichtigt, deren Grenzen auf Basis der bekannten Wiesenvogelbrutgebiete festgelegt wurden. Die Vertragskulissen berücksichtigen aufgrund unterschiedlicher Zielsetzungen jedoch auch weitere Parameter, wie z. B. die Vorkommen gefährdeter Amphibienarten sowie die Lage von Schutzgebieten. Da das Instrument

des Vertragsnaturschutzes darüber hinaus auf dem freiwilligen Flächenangebot der Landwirte beruht und das Vorkommen von Zielarten nicht nur von der Flächenbewirtschaftung, sondern auch maßgeblich von der Landschaftsstruktur abhängt, lässt sich der spezielle Schutz einzelner Arten/-gruppen damit auch mit den (Förder-) Kulissen generell nur eingeschränkt gewährleisten bzw. steuern (Sander & Franz 2013). Wie aus Tab. 1 ersichtlich, wiesen die Grünlandflächen, für die im Untersuchungsjahr 2016 landesweit Einzelflächenverträge bestanden, durchweg nur geringe Größen von durchschnittlich 2–3 ha auf, wodurch das Potenzial zur Besiedlung durch (Brut-) Vogelarten (des Offenlandes) in Abhängigkeit der angrenzenden (Rand-) Strukturen generell begrenzt war.

Die Zielgenauigkeit für den speziellen Artenschutz kann durch erfolgs- bzw. ergebnisorientierte Förderangebote erhöht werden (Allen et al. 2014). Der direkte Gelegeschutz bestehender Brutten im Rahmen des Artenschutzprogramms „Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz“, das mit Naturschutzmitteln des schleswig-holsteinischen Umweltministeriums finanziert wird, stellt hier eine wichtige und wirksame Ergänzung der EU-kofinanzierten Vertragsnaturschutzangebote in Schleswig-Holstein dar (siehe Jeromin & Evers 2019). Eine gezieltere Flächenauswahl für den mehrjährigen Vertragsnaturschutz kann darüber hinaus in Abhängigkeit der Maßnahmenakzeptanz womöglich durch eine Intensivierung der Naturschutzberatung befördert werden, die im Frühjahr/Sommer 2016 im Rahmen des LPLR in Schleswig-Holstein durch die Lokalen Aktionen und den Deutschen Verband für Landschaftspflege (DVL) eingeführt wurde (Neumann 2021).

Die Auswirkungen der EU-Agrarpolitik inklusive des Programmbereiches des Vertragsnaturschutzes werden gegenüber der EU u. a. durch den Feldvogel-Indikator dokumentiert (siehe oben), der in Deutschland jährlich auf der Grundlage von Erfassungen auf Dauermonitoringflächen fortgeschrieben wird (Wahl et al. 2015, 2020). Trotz der positiven Auswirkungen, die durch die Wirkungskontrollen im Jahr 2016 für die Vertragsnaturschutzmuster ermittelt wurden, zeigt der Feldvogel-Indikator für Schleswig-Holstein seit Beginn des Monitorings im Jahr 2014 eine rückläufige Tendenz und erreichte im Jahr 2016 lediglich 76,9 % des Ausgangswertes. Bis 2019 nahm der Indikatorwert weiter auf 60,5 % des Ausgangswertes ab (Mitschke 2019).

Der Umfang an Vertragsnaturschutzflächen hat demgegenüber in dem betrachteten Zeitraum in Schleswig-Holstein leicht zugenommen, wies jedoch absolut gesehen dennoch insbesondere im Ackerbereich nur niedrige Werte auf. So betrug der Flächenumfang des Vertragsnaturschutzes im Untersuchungsjahr 2016 insgesamt lediglich 1,2 % der Ackerfläche und 6,7 % der Grünlandfläche. Bis zum Jahr 2019 stiegen die Anteile auf 2,2 % (Acker) bzw. 8,8 % (Grünland) der landwirtschaftlich genutzten Fläche an (MELUND 2020b). Die

Flächenanteile sämtlicher Maßnahmen des Landesprogramms Ländlicher Raum (LPLR), die nach Einstufung der externen LPLR-Evaluation in Schleswig-Holstein eine mittlere bis hohe Flächenwirkung für Biodiversitäts-Zielsetzungen aufweisen (Vertragsnaturschutzmuster und Ökolandbau), lagen im Jahr 2016 bei 4,5 % (Acker) bzw. 14,0 % (Grünland; Sander et al. 2019). Über die LPLR-Maßnahmen hinaus wurden durch die „Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF)“, die durch landwirtschaftliche Betriebe aufgrund der (Greening-) Vorgaben für die flächenbezogenen EU-Direktzahlungen auf Ackerflächen angelegt werden mussten, kaum zusätzliche Flächen geschaffen, die potenziell als Brutplätze für Feldvögel in Frage kommen. Die betreffenden ÖFV-Typen „Brachen“ und „Streifen“ machten in Schleswig-Holstein je nach Naturraum lediglich 0–1 % bzw. 1–2 % der Ackerfläche aus (Klassenangaben, Nitsch et al. 2017).

Es kann daher insgesamt davon ausgegangen werden, dass der Anteil an geeigneten Maßnahmenflächen in Schleswig-Holstein wie auch in anderen Regionen Deutschlands (z. B. Krämer et al. 2020) insbesondere im Ackerbereich, für den die Effekte der untersuchten Vertragsmuster womöglich noch etwas überschätzt wurden (siehe oben), deutlich unterhalb der Mindestwerte lag, die aus Expertensicht für den Populationserhalt der Feldvogelbestände als erforderlich erachtet werden (ca. 15–20 % des Acker- und 15–30 % des Grünlands in der Normallandschaft, Oppermann et al. 2020). Um die fachlichen und politischen Zielsetzungen zu erreichen, ist es damit für die kommende EU-Förderperiode ab dem Jahr 2023 entscheidend, dass die verschiedenen Bereiche der 1. und 2. Säule der Agrarpolitik (Maßnahmen inkl. Beratung) durch eine geeignete Ausgestaltung (Inhalte, Fördervolumen) eine maßgebliche Steigerung der Flächenumfänge zielführender Maßnahmen ermöglichen.

Dank

Die Vogelerfassungen der Wirkungskontrollen wurden durch das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) des Landes Schleswig-Holstein finanziert und im Auftrage des Deutschen Verbands für Landschaftspflege (DVL) und das Michael-Otto-Institut im NABU (MOIN) durch das Büro Bioplan (DVL) bzw. Carmen Dehnfeld und Malte Hoffmann (MOIN) durchgeführt. Die Auswertungsarbeiten erfolgten im Rahmen von Projektförderungen des Landesprogramms Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 (DVL-Artenagentur) und des MELUND (MOIN).

5 Zusammenfassung

Im Jahr 2016 wurden in Schleswig-Holstein für sechs einzelflächenbezogene Vertragsnaturschutzmuster (Acker, Dauergrünland) Wirkungskontrollen durchgeführt, um die Bedeutung der Vertragsflächen für Brut- und Gastvögel zu über-

prüfen. Die Untersuchungen hatten zum Ziel, Ergebnisse für die Programmevaluierung zu ermitteln, die aufgrund der EU-Kofinanzierung der Vertragsnaturschutzmaßnahmen vorgeschrieben ist. Die Freilanduntersuchungen beinhalteten drei Vogelerfassungen in der Brutzeit und zwei Erfassungen in der Nicht-Brutzeit. Das Untersuchungsdesign umfasste neben den Vertragsflächen in derselben Anzahl vergleichbare Flächen ohne Bewirtschaftungsauflagen (paarweiser Vergleich mit Kontrollflächen).

Mit Ausnahme eines Vertragstyps, der außer dem Sommerweidegang von Rindern keine weiteren Auflagen beinhaltete, ergaben die statistischen Auswertungen für alle Vertragsmuster im Vergleich zu den Kontrollflächen positive Effekte für einzelne Untersuchungsparameter (Tab. 2). Im Mittel der untersuchten Vertragsmuster wurden auf den Vertragsnaturschutzflächen 1,5-mal mehr Arten sowie auch 1,5-mal mehr Vogelreviere als auf den Kontrollflächen nachgewiesen. Für die Gilde der Rote Liste-Arten hatte dieser Faktor den Wert 1,4 (Arten) bzw. 1,6 (Reviere). Auf der Einzelartebene konnten für einzelne Vertragsmuster positive Effekte für die Revierzahl der Rote Liste-Arten Kiebitz *Vanellus vanellus*, Wiesenpieper *Anthus pratensis* und Feldlerche *Alauda arvensis* sowie der ungefährdeten Arten Austernfischer *Haematopus ostralegus*, Blaukehlchen *Luscinia svecica* und Rohrammer *Emberiza schoeniclus* nachgewiesen werden.

Trotz der positiven Ergebnisse der Wirkungskontrollen und einer landesweit leichten Zunahme an Vertragsnaturschutzflächen im Acker- und Grünlandbereich zeigt der Feldvogel-Indikator für Schleswig-Holstein eine rückläufige Tendenz. Im Rahmen der zukünftigen Ausrichtung der EU-Agrarpolitik sollten daher geeignete Instrumente und Bedingungen für Maßnahmen- und auch Beratungsangebote geschaffen bzw. verstetigt werden, die eine weitere Flächensteigerung zielführender Maßnahmen ermöglichen.

6 Literatur

- Allen B, Hart K, Radley G, Tucker G, Keenleyside C, Oppermann R, Underwood E, Menadue H, Poux X, Beaufoy G, Herzon I, Povellato A, Vanni F, Pražan J, Hudson T & Yellachich N 2014: Biodiversity protection through results based remuneration of ecological achievement. Report Prepared for the European Commission, DG Environment, Contract No ENV.B.2/ETU/2013/0046, Institute for European Environmental Policy, London.
- Batáry P, Matthiesen T & Tscharncke T 2010: Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143: 2020–2027.
- Bezzel, E 1982: Vögel in der Kulturlandschaft. Ulmer, Stuttgart.
- Clough Y, Kirchweber S & Kantelhardt J 2020: Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters*. 2020;13:e12752.
- Eggers S, Unell M & Pärt T 2011: Autumn-sowing of cereals reduces breeding bird numbers in a heterogeneous agricultural landscape. *Biological Conservation* 144: 1137–1144.
- Europäische Kommission 2020: Verordnung (EU) 2020/2220 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Dezember 2020. Amtsblatt der Europäischen Union L 437.

- Flade M 1994: Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW Verlag, Eching.
- Gottschalk E & Beeke W 2014: Wie ist der drastische Rückgang des Rebhuhns (*Perdix perdix*) aufzuhalten? Erfahrungen aus zehn Jahren mit dem Rebhuhnschutzprojekt im Landkreis Göttingen. Ber. Vogelschutz 51: 95–116.
- Hötker H, Bernardy P, Dziewiaty K, Flade M, Hoffmann J, Schöne F & Thomsen KM 2013: Vögel der Agrarlandschaften. Gefährdung und Schutz. NABU, Berlin.
- Jeromin H & Evers A 2019: Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz in Schleswig-Holstein 2019. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen. https://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/nabu/images/nabu/einrichtungen/bergenhusen/projekte/wiesenvoegel/enbericht_uebergeordneter_gws_2019.pdf. Zugriff am 31.1.2022.
- Knief W, Berndt RK, Hälterlein B, Jeromin K, Kieckbusch JJ & Koop B 2010: Die Brutvögel Schleswig-Holsteins. Rote Liste, 5. Fassung. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.
- Koop B & Berndt RK 2014: Zweiter Brutvogelatlas. Vogelwelt Schleswig-Holsteins. Band 7. Wachholtz Verlag, Neumünster.
- Krämer A, Ott D & Joest R 2020: Landschaftsbezogene Erfolgskontrolle von Vertragsnaturschutzmaßnahmen für Feldvögel im Vogelschutzgebiet Hellwegbörde – Dichte der Feldvögel steigt mit zunehmendem Bracheanteil. Die Vogelwelt 140: 83–92.
- MELUND, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein 2020a: „Vertragsnaturschutz“ des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) vom 22.02.2016, zuletzt geändert am 13.07.2020. MELUND, Kiel. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/V/vertragsnaturschutz/Downloads/vnsGrundsatzetze.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugriff am 31.1.2022.
- MELUND, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein 2020b: Jahresbericht 2020. Zur biologischen Vielfalt. Jagd und Artenschutz. MELUND, Kiel. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/artenschutz/Downloads/Jahresbericht_zur_biologischen_Vielfalt_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugriff am 31.1.2022.
- MELUND, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein 2021: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Schleswig-Holstein Stand 14/05/2021. MELUND, Kiel. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/foerderprogramme/MELUR/LPLR/Downloads/lplr11052021.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugriff am 31.1.2022.
- MEN-D, Monitoring- und Evaluierungsnetzwerk Agrarstruktur und ländliche Entwicklung Deutschland 2015: Grundlagen M+E ELER 2014 bis 2020. MEN-D Newsletter 13.
- Mitschke A 2019: Monitoring in der Normallandschaft. Bestandsentwicklung häufiger Brutvögel in Schleswig-Holstein. 14. Jahresbericht, Saison 2019. Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V., Winnert. https://www.oagsh.de/pdf/OAG_SH_Monitoring_hBV_2019.pdf. Zugriff am 31.1.2022.
- MLUR, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein 2008: Artenhilfsprogramm 2008. Veranlassung, Herleitung und Begründung. MLUR, Kiel.
- Neumann H 2021: Kooperationen im Naturschutz: Ergebnisse der Natur- und Landschaftsschutzberatung für landwirtschaftliche Betriebe. In: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) (Hrsg.): Jahresbericht 2021. Zur biologischen Vielfalt. Jagd und Artenschutz: 32–37. MELUND, Kiel.
- Neumann H & Dierking U 2013: Vogelbesiedlung von Ackerbrachen in Schleswig-Holstein zur Brutzeit und im Herbst. Die Vogelwelt 134: 99–114.
- Neumann H, Loges R & Taube F 2007: Fördert der ökologische Landbau die Vielfalt und Häufigkeit von Brutvögeln auf Ackerflächen? Untersuchungsergebnisse aus der Heckenlandschaft Schleswig-Holsteins. Berichte über Landwirtschaft 85: 272–299.
- Newton I 2004: The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. Ibis 146: 579–600.
- Nitsch H, Röder N, Oppermann R, Milz E, Baum S, Lepp T, Kronenbitter J, Ackermann A & Schramek J 2017: Naturschutzfachliche Ausgestaltung von Ökologischen Vorrangflächen. Endbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben (FKZ 3514 8241 00). BfN-Skripten 472. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Oppermann R, Pfister S C & Eirich A 2020: Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen zur Umsetzung. Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), Mannheim.
- Puchstein K 1999: Siedlungsdichte auf Abwegen? Mit einem Beispiel der Rohammer (*Emberiza schoeniclus*). Corax 18: 2–8.
- Reinsch T, Loza C, Malisch CS, Vogeler I, Kluß C, Loges R & Taube F 2021: Toward Specialized or Integrated Systems in Northwest Europe: On-Farm Eco-Efficiency of Dairy Farming in Germany. Front. Sustain. Food Syst. 5: Article 614348.
- Sachs I & Hedderich J 2006: Angewandte Statistik – Methodensammlung mit R. Springer, Berlin Heidelberg.
- Sander A & Franz K 2013: Ex-post-Bewertung Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007-2013. Beitrag des Programms zur Umkehr des Biodiversitätsverlustes. Entera, Hannover & Thünen Institut, Hamburg. https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/SH/9-3_MB_SH_Biodiversitaet.pdf. Zugriff am 31.1.2022.
- Sander A, Bathke M & Franz K 2019: Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020. Beiträge zur Evaluation des Schwerpunktbereichs 4A. Biologische Vielfalt. 5-Länder-Evaluation 7/19. Entera, Hannover. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/>

- foerderprogramme/MELUR/LPLR/Downloads/biologische-Vielfalt2014_2018.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Zugriff am 31.1.2022.
- Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder K & Sudfeldt C 2005: Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Radolfzell.
- Vickery JA, Tallowin JR, Feber RE, Asteraki EJ, Atkinson PW, Fuller RJ & Brown VK 2001: The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of ag-ricultural practices on birds and their food resources. *J. Appl. Ecol.* 38: 647–664.
- Wahl J, Busch M, Dröschmeister R, König C, Koffijberg K, Langgemach T, Sudfeldt C & Trautmann S 2020: Vögel in Deutschland – Erfassung von Brutvögeln. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Wahl J, Dröschmeister R, Gerlach B, Grüneberg C, Langgemach T, Trautmann S & Sudfeldt C 2015: Vögel in Deutschland – 2014. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.

Anhang

Tab. A1: Bewirtschaftungsauflagen (MELUND 2020a) der Vertragsmuster der Wirkungskontrollen mit Angabe des Stichprobenumfangs (n) der untersuchten Vertragsvarianten (insgesamt n = 20 Flächen je Vertragsmuster und Kontrollflächen). – *Management requirements (MELUND 2020a) of the agri-environment schemes of the impact controls with indication of the sample size (total n = 20 plots per contract sample and control plots).*

Vertragsmuster	Kulisse	Bewirtschaftungsauflagen
Ackerlebensräume (AL) ¹	Acker landesweit, nur Mineralböden	a.) Gezielte Begrünung: Verwendung einer vorgegebenen ein- oder zweijährigen (Kulturpflanzen-) Blütmischung, keine Düngung, kein Pflanzenschutz, nach maximal einjähriger Pause Wiederholung der Ansaat (n = 17) b.) Selbstbegrünung: Natürliche Begrünung ohne Ansaat (keine Düngung, kein Pflanzenschutz, keine Nutzung als Vorgewende, nach maximal einjähriger Pause erneute Bodenbearbeitung) (n = 3)
Kleinteiligkeit im Ackerbau (KT) ¹	Acker landesweit, nur Ökolandbau-Betriebe	Innerhalb von Feldblöcken > 8 ha Verkleinerung der Schlaggrößen auf 2–5 ha, mind. 3 Hauptfruchtarten, Brach-/Blühflächen auf mind. 5 % d. Vertragsfläche, Vorgabe zum Anteil an Leguminosen (n = 20)
Weidewirtschaft (WW) ¹	Grünland Geest und Hügelland	Keine Düngung, kein Pflanzenschutz, keine Bodenbearbeitung zwischen 01.4. und 20.06., kein Absenken des Wasserstandes a.) Mähweide: Mahd ab 21.06. danach mehrmalige Mahd bzw. Nachweide mit max. 3 Tieren/ha bis Ende Oktober (n = 7) b.) Standweide: Beweidung Mai bis Oktober mit 1–3 Tieren/ha, von November bis April max. 1,5 Tiere/ha, Pflegemahd ab 21.06. zulässig (n = 13) ³
Weidewirtschaft Marsch (WWMa) ²	Grünland Marsch	Keine mineralische Düngung, kein Pflanzenschutz, kein Absenken des Wasserstandes, keine Bodenbearbeitung zwischen 01.04. und 20.06., Winterbeweidung 01.11.–31.03. mit Schafen ohne Tierzahlbegrenzung zulässig, organische Düngung zwischen 01.04. und 20.06. verboten (Variante: generelles Düngeverbot), mind. 2 % der Vertragsfläche Biotop gestaltende Maßnahmen (Kuhlen, Blänken, Grabenanstau) a.) Mähweide: Mahd ab 21.06. u. anschließend max. 4 Tiere/ha bis 15.12. (n = 3) b.) Standweide: Beweidung ab 01.04. mit 1–4 Tieren/ha, 16.7.–15.12. ohne Tierzahlbegrenzung (n = 17) ³
Weidewirtschaft Moor (WWMo) ²	Grünland (moorige) Niederungen	Keine mineralische Düngung, kein Pflanzenschutz, kein Absenken des Wasserstandes, keine Bodenbearbeitung zwischen 1.4. und 20.6., organische Düngung zwischen 1.04. und 20.06. verboten, Variante: mit organischer Düngung (nur Wiesenvogelbrutgebiete), sonst: generelles Düngeverbot a.) Mähweide: Mahd ab 21.6. danach mehrmalige Mahd bzw. Nachweide (n = 10) b.) Standweide-Variante: Beweidung von Anfang April bis Oktober mit 1–4 Tieren/ha, ab Mitte Juli ohne Tierzahlbegrenzung (n = 10) ³
Weidegang (WG) ²	Grünland landesweit	Ausschließlich Beweidung ohne Schnittnutzung, Mischbeweidung möglich, Pflegemahd ab 21.06. erlaubt a.) kein Schleppen/Walzen ab 01.04. (n = 4) b.) ohne Einschränkung Bodenbearbeitung (n = 16)

¹ Wirkungskontrolle DVL, ² Wirkungskontrolle MOIN, ³ inkl. jährliche Wahlfreiheit Mähweide

Zippammer- *Emberiza cia* Bestand im Unteren Rheingau: Dramatischer und fortdauernder Rückgang seit Beginn der Flurbereinigung vor 60 Jahren

Ingolf Schuphan & Bernd Flehmig

Schuphan I & Flehmig B 2022: Rock Bunting *Emberiza cia* population in the Lower Rheingau: Dramatic and ongoing decline since the start of land consolidation 60 years ago. *Vogelwarte* 60: 51–60.

In the Lower Rheingau, the population of Rock Bunting has currently declined to 28 territories, which forms the total population in Hesse (average over five years 2017–2021, max. 29, min. 26). In the years 1983 to 2013, biennial surveys (period over 30 years) revealed an average of 46.4 (max. 55, min. 35) Rock Bunting territories. On one hand, the decline can be attributed to the continuously increased new planting of vineyards in recent years. Through extensive merging of smaller, aging vineyards, stepped terraced areas (without dry stone supports) for the transverse rows of vines are created by massive earth movements with heavy backhoes. On the other hand, the existing smaller, steep vineyard terraces, which were not included in the earlier large-scale land consolidation from 1961 to 1995 in the Lower Rheingau, grew over, up to the point of the regression of coppice. These areas previously suitable for the Rock Bunting were then lost for establishing of territories. In an area that still had an average of 11 territories in the 1960s, there are now only two Rock Bunting territories on average, due to bush encroachment. In order to prevent further losses of territories or even to promote a resettlement of Rock Buntings, the originally existing loose bush/tree structure should be preserved or, if necessary, newly supplemented when planting new extensive transverse systems. If former vineyard terraces are released as part of nature conservation measures, they should definitely be replanted with vines again. All other measures such as annual mulching, mowing or grazing with goats have proven counterproductive for the reintroduction of the Rock Bunting over the last three decades, because these often, if at all, occur during the vegetation and breeding season.

✉ IS: Institut für Pflanzenphysiologie (Bio III), RWTH Aachen University, Worringerweg1, D-52074 Aachen, Germany, schuphan@bio5.rwth-aachen.de

1 Einleitung

Die Zippammer ist in Deutschland gegenwärtig fast ausschließlich entlang der südwärts gerichteten, besonders steilen Uferhänge einiger Flüsse verbreitet. An sich kommt sie in Europa überwiegend in den mediterranen Ländern vor. Dort findet man sie an steilen, felsigen Hängen (Rock Bunting) mit angrenzenden locker bedeckten Trockenrasenflächen (Keusch 1999). Die beliebten, südwärts gerichteten Steilhänge signalisieren eine gewisse Wärme- liebe, aber man trifft sie auch als Brutvogel im rauen, hohen Gebirge bis 2.300 m NN in felsigen Hängen der Alpen an (Schmid et al. 1998; Schuphan & Wink 2016), in den teils unwirtlichen Gipfellagen der Vogesen um 1.100 m Höhe, bis vor kurzem in Gipfelbereichen des Schwarzwaldes und auf Kahlschlaghängen des Pfälzer Waldes (Schuphan 1911b; Groh 1982).

In Deutschland finden sich die bevorzugten Habitate fast nur noch in sehr steilen flussbegleitenden Hanglagen. Diese sind natürlichen Ursprungs, nämlich felsige, schütter bewachsene Lagen. Aber auch durch Menschenhand dem Niederwald durch Rodung für die Nutzung abgerungene Hänge, die zu kleineren, stufigen Weinterrassen ausgebaut

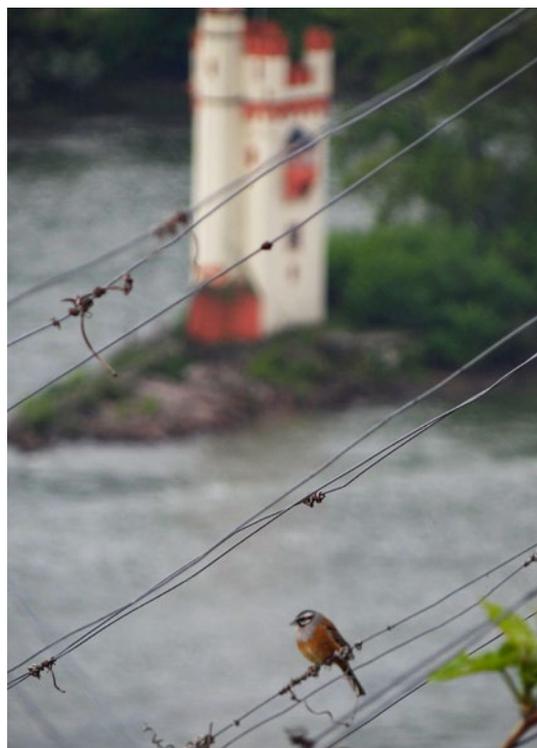


Abb. 1: Zippammer ♂ im Bereich Binger Loch mit Mäuseturm.
– Rock Bunting ♂ in the Binger Loch area with Mäuseturm.

wurden, sind beliebte Habitatstrukturen. Im Verlauf des Rheins entsprechen den Ansprüchen der Zippammern erst die rheinabwärts bestehenden Steilhänge ab Rüdesheim, oberhalb des Binger Lochs, nach dem Durchbruch des sich querstellenden Hunsrück-Taunusquarzit-Gebirges. Bis Koblenz kommt sie, entsprechend vorhandener, möglichst südlich bis südwestlich gelagerter Steilhänge regelmäßig vor, mehr sporadisch von Koblenz bis Königswinter.

Von der östlichen Grenze des Oberrheins, gleichzeitig der nordwestlichen Grenze des Unteren Rheingaus – von Lorchhausen bis vor Rüdesheim – liegen Bestandsermittlungen der Zippammer aus den 1960er Jahren bis gegenwärtig vor, also über einen Zeitraum von über sechzig Jahren. Der Vergleich dieser Daten zeigt, dass über diesen Zeitraum verschiedene Faktoren Einfluss auf die Bestandszahlen der Zippammer nahmen und noch nehmen.

2 Material und Methoden

In den Jahren 1963 bis 1972 wurden im Rahmen von Studien zur Populationsdynamik der Zippammer in einem Teilgebiet des Vorkommens im Unteren Rheingau über 10 Jahre auch die Reviere und damit die territorialen Zippammern erfasst. In dieser Zeitspanne wurden über 80 % der Revierinhaber

durch individuelle Farbringmarkierung gekennzeichnet (Schuphan 1972, 2011a). So können die dort erhaltenen Reviere in einem nicht von Meliorationsmaßnahmen der Flurbereinigung betroffenen Gebiet mit den erhobenen Zahlen im gesamten Gebiet des Unteren Rheingaus verglichen werden und darüber hinaus mit den neuesten gegenwärtig erhaltenen Zippammer-Bestandsdaten. Das ausgesuchte, sehr steile Teilgebiet befindet sich oberhalb der bekannten Binger-Loch-Stromschnelle des Rheins und des Mäuseturms im Rhein, mit den Assmannshäuser Lagebezeichnungen Losberg, Frauenstieb bis angrenzend zu den Weinbergen Kaisersteinfels (Abb. 1, Abb. 2 Nr. 5 und Abb. 3a). Unterhalb des vom Berg Rücken hangabwärts fallenden Niederwalds verläuft in diesem - speziell ausgesuchten Forschungsteilstück - der einzige nach Assmannshausen führende Wirtschaftsweg auf 180 m Höhe. Von ihm reihen sich stufig bis auf Rheinniveau (78 m NN Höhe) fallend die historisch gewachsenen, kleinparzellierten Weinberge (Abb. 3a). Vom Wirtschaftsweg aus und von zwei schmalen, zum Hang parallel verlaufenden Pfaden, können die bis hinunter zum Rhein reichenden Weinterrassen, ca. 80 m Luftlinie von oben, sehr gut eingesehen werden. Die ausgedehnten Zusammenlegungen des 'Flurbereinigungs-verfahrens Rüdesheimer Berg – West', Dauer 1961–1995, endeten von Osten (Rüdesheim) kommend direkt am Forschungsgebiet, dem Revier 6, Assmannshäuser Kaisersteinfels (Abb. 3a und b, Nr. 6).

Die Erfassung der Zippammern im Gesamtgebiet erfolgte zweijährlich von der hessischen Landesgrenze bei Lorchhausen

im Nordwesten bis nach Rüdesheim im Osten (Unterer Rheingau) durch Mitglieder der HGON (Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz) vom Jahr 1983 bis zum Jahr 2013. In diesem Rahmen erfolgten wiederholte Begehungen aller sieben Teilgebiete zwischen April und Mai durch Gruppen von jeweils zwei bis drei Personen. Von Nordwest nach Ost: 1. Lorchhausener Berg und Lorcher Berg, 2. Lorch Bodenthal, 3. Assmannshäuser Höllenberg, 4. Assmannshäuser Berg, Frankenthal, 5. Assmannshäuser Losberg-Frauenstieb, 6. Assmannshäuser Kaisersteinfels und 7. Rüdesheimer Berg (Abb. 2, Tab. 2). Die Zahlen stellen den Gesamtbestand Hessens dar.

Die durch die Rebhänge führenden Wirtschaftswege wurden so für die Gesamterfassung gewählt, dass sich zwischen den Wegen etwa 50 m Weinberg-Hangfläche befand. So konnte nach oben und unten jeweils die gesamte Hangfläche erfasst werden. An Örtlichkeiten mit in früheren Jahren ermittelten territorialen Zippammern wurde verlängert verweilt und beobachtet (Sicht und Gesang). Ab dem Jahr 1995 wurde

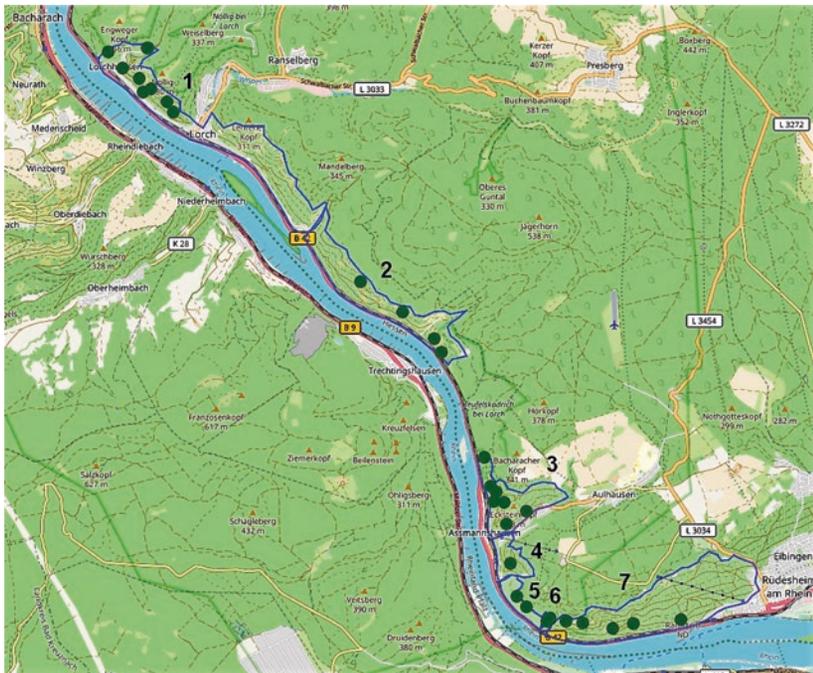


Abb. 2: Verbreitungsgebiet der Zippammer im Unteren Rheingau mit seinen Teilgebieten 2021: 1. Lorchhausener Berg und Lorcher Berg, 2. Lorch Bodenthal, 3. Assmannshäuser Höllenberg, 4. Assmannshäuser Berg, Frankenthal, 5. Assmannshäuser Losberg-Frauenstieb, 6. Assmannshäuser Kaisersteinfels und 7. Rüdesheimer Berg. – *Distribution area of the Rock Bunting in the Lower Rheingau with its sub-areas in 2021: 1. Lorchhausener Berg and Lorcher Berg, 2. Lorch Bodenthal, 3. Assmannshäuser Höllenberg, 4. Assmannshäuser Berg, Frankenthal, 5. Assmannshäuser Losberg-Frauenstieb, 6. Assmannshäuser Kaisersteinfels, and 7. Rüdesheimer Berg.*

zunehmend auch die Klangattrappe (KA) mittels Smartphone eingesetzt.

Die Gesamterfassung der Zippammern wurde ab 2015 (grau) bis gegenwärtig durch Ingolf Schuphan (IS) fortgeführt. Hierbei wurden auch leistungsstarke KA eingesetzt, die bis zu 50 m weit tragen (Schuphan 2017, 2018, 2020). Das aktuelle Gesamtgebiet Unterer Rheingau ist in Abb. 2 dargestellt.

Aus einer über das Jahr 1972 hinaus weitergehenden vorliegenden, unabhängig von IS durchgeführten Zippammer-Erfassung, kann man für das Teilgebiet Losberg-Frauenstieb des Assmannshäuser Bergs in Tab. 2 für das Jahr 1976 (grün unterlegt) von Bernd Flehmig (BF), die Bestandszahlen der Zippammer mit denen der Jahre 1963–1972 (IS) vergleichen, dem Zeitpunkt gerade noch vor der fortgeschrittenen Verbuschung des nicht von der Bereinigung erfassten Gebiets. Deshalb ist die Erfassung von 1976 von grundlegender Bedeutung, bevor ab 1983 unter Anleitung von BF zweijährlich die Bestände von den HGON-Gruppen erfasst wurden.

Die Ermittlung von Strecken und Ausdehnung von Revieren erfolgte einmalig mit Bandmaß für Revier 7, alle anderen Reviere und Strecken wurden abgeschritten (1 Schritt = 80 cm). Die Kartendarstellung erfolgte mit MultiBaseCS Professional.

3 Ergebnisse

3.1 Bestand über 10 Jahre im Untersuchungsgebiet

Die Bestandszahlen, erhalten während der populationsbiologischen Untersuchungen in den Jahren 1963 bis 1972, konnten präzise ermittelt werden, da die Revierinhaber während der Untersuchungszeit im Mittel zu 81 % farbig beringt waren. Eine der Revierbesetzungen über die zehn Beobachtungsjahre ist als Beispiel für das

Revier 1 dargestellt (Tab. 1). Die Anzahl besetzter Reviere in dem beobachteten Teilgebiet ergab im Mittel 11 Reviere (1963 min. 8, 1969 max. 16). Die Größe der Reviere variierte zwischen 4.200 und 11.000 m², sie betrug im Durchschnitt 6.000 m². Flurbereinigungsmaßnahmen, also die Elimination der Kleinterrassen und die Schaffung großer Weinbergflächen, erreichten zu der Zeit aber noch nicht das Forschungsgebiet, richteten sich aber über die Jahre ab 1961 von Rüdesheim (Osten) kommend Richtung Assmannshausen (Nordwesten) zum Forschungsgebiet hin und endeten nach 1972 direkt am Rand des damaligen Untersuchungsgebiets (Abb. 3b). Schon bald nach Abschluss der Untersuchungen 1972 begann eine Verwilderung und Verbuschung einzelner Wingerte in den untersuchten, hier nun nicht flurbereinigten Bereichen. Fortlaufend wurde der Steillagenweinbau in den schwer zu bearbeitenden Wingertterrassen aufgegeben. So gingen stetig durch Verwilderung die meisten der (im Durchschnitt über 10 Jahre vorhanden) 11 Reviere der Zippammer verloren. In einer Bestandsaufnahme 1976 durch BF konnten noch neun Reviere festgestellt werden (Tab. 2, grün unterlegt).

3.2 Entwicklungen im Untersuchungsgebiet nach Abschluss der zehnjährigen Zippammer-Populationsforschung

Die Verbuschung erfolgte zunehmend über eine Sukzession mit Brombeeren *Rubus fruticosus*, Heckrosen *Rosa corymbifera*, Hundsrose *Rosa canina*, Schlehen *Prunus spinosa*, Felsenkirschen *Prunus mahaleb* und Traubenei-

Tab. 1: Revier 1 als Beispiel der Besetzung während der zehnjährigen Untersuchungen zur Populationsdynamik der Zippammer. – *Territory 1 as an example of occupation during the ten-year study period of population dynamics of the Rock Bunting.*

Männchen				Jahr	Weibchen			
Allgemeine Daten	Alter	Farbring-Kombination	Farbig beringt		Farbig beringt	Farbring-Kombination	Alter	Allgemeine Daten
	ad	gA gw	05.05.	1963	26.05.	gA rgr	vj	wandert ab nach R 0 für zweite Brut
fo njg 21.07.1963	vj	wA grw		1964		gA rgr	ad	
	ad	wA grw		1965		l o	ad	wohl ♀ 1a (1964)
	ad	wA grw		1966	19.06.	grr wA	ad	njg o 26.5.63, R 11
	ad	wA grw		1967		bs gA	ad	njg o 27.5.65, R 7a, ♀ 1a (1966)
	ad	wA grw		1968	19.05.	bgr wA	vj	
	ad	wA grw		1969	26.05.	grA wb	vj	
	ad	wA grw		1970	03.06.	bw wA	vj	
	vj	sA wr	09.04.	1971		un o	vj	
	ad	un o		1972		un o	ad	

o = beringt; un o = unberingt; l o = links beringt; njg o = nestjung beringt; fo = farbig beringt; A = Alu-Kennring; r = rot; g = gelb; w = weiß; gr = grün; b = blau; s = schwarz; ad = adult; vj = vorjährig (vor der ersten Vollmauser); R = Revier

Tab. 2: Zippammer-Reviere im Unteren Rheingau (Lorchhausen bis Rüdesheim): Dunkelgrau unterlegte Zahlen von 1963–1972 ermittelt nur im Teilbereich Losberg-Frauenstieb des Assmannshäuser Bergs (s. Abb.3a) während der populationsbiologischen Studien (IS); Daten einmalig ermittelt 1976 (BF) mit Teilbereich Losberg-Frauenstieb noch nicht verbuscht, übrige Daten von 1983–2013 ermittelt von Mitarbeitern der HGON, Leiter BF; von 2015 bis 2021 ermittelt von IS (Zahlen grau unterlegt). – *Rock Bunting territories in the Lower Rheingau (Lorchhausen to Rüdesheim): numbers in brackets with a dark gray background from 1963–1972 determined only in the Losberg-Frauenstieb sub-area of the Assmannshäuser Berg (see Fig. 3a) during the population studies (IS); Data recorded once in 1976 (BF) with the Losberg-Frauenstieb sub-area not yet covered with bushes, other data from 1983–2013 recorded by members of HGON, head BF; from 2015 to 2021 recorded by (IS).*

Jahre	Summe aller Teilgebiete	Lorchhausener- Berg und Ergw. Kopf	Lorch-Bodenthal	Assmannshäuser Höllenberg	Assmannshäuser Berg (Frankenthal)	Assmannshäuser Berg (Losberg, Frauenstieb)	Rüdeshheimer-Berg	Summen (nur Losberg-Frauenstieb und Rüdeshheimer Berg)	
								1983–2021	Mittel
1963						(8)			
1964						(12)			
1965						(10)			
1966						(9)			
1967						(13)			
1968						(11)			
1969						(16)			
1970						(11)			
1971						(9)			
1972						(11)			
Mittel 63–71						(11)			
1976	(41)	n	6	5	1	9	20	29	
1983	55	13	10	8	3	2	19	21	
1985	43	12	12	6	2	2	9	11	
1987	46	7	15	5	3	2	14	16	
1989	42	8	13	5	1	2	13	15	
1991	43	9	12	7	2	2	11	13	
1993	44	7	12	7	3	3	12	15	
1995	44	9	12	7	3	3	10	13	
1997	44	8	14	6	7	2	7	9	
1999	53	14	17	6	7	3	6	9	
2001	51	9	19	8	6	3 (2)	6	9	
2003	46	9	13	8	5	3 (2)	8	11	
2005	44	14	8	6	4	3 (3)	9	12	
2007	52	15	10	8	4	3 (3)	12	15	
2009	38	10	7	7	1	3 (2)	10	13	

Tab. 2: Fortsetzung –

Jahre	Summe aller Teilgebiete	Lorchhausener- Berg und Ergw. Kopf	Lorch-Bodenthal	Assmannshäuser Höllenberg	Assmannshäuser Berg (Frankenthal)	Assmannshäuser Berg (Losberg, Frauenstieb)	Rüdesheimer-Berg	Summen (nur Losberg; Frauenstieb und Rüdesheimer Berg)	
								1983–2021	Mittel
2011	47	11	6	9	2	3 (1)	16	19	
2013	46	9	8	7	4	1 (1)	17	18	13,7
2015	51	9	8	10	10	(2)	12	14	
2016	46	7	8	11	7	(3)	10	13	13,5
2017	30	9	4	6	2	(2)	7	9	
2018	31	5	7	5	4	(2)	8	10	
2019	26	4	4	7	6	(1)	4	5	
2020	26	7	6	3	3	(2)	5	7	
2021	29	8	4	7	1	(2)	7	9	8,0

chen *Quercus paetrea*. Nur ein kleiner Terrassenteilbereich des ehemaligen Reviers 4 (Bereich Frauenstieb) wurde bis heute weiter bewirtschaftet (Abb. 3a im Vergleich zu 3b, Nr. 4). Später, nach vollkommener Verbuschung, wurde im Jahr 2006 ein Teilbereich des Reviers 0 (Losberg) gerodet und, unter Erhalt der Terrassen, neu mit Reben bestockt (Abb. 3b, Nr. 0).

Nach 1972, dem Ende der systematischen Untersuchungen zur Populationsdynamik der Zippammer, war der einzig weiter bewirtschaftete Bereich in der Lage Frauenstieb weiterhin ein Zippammer-Revier (Abb. 3b, ehemals Revier 4). Das ehemalige, verbuschte Losberg-Revier 0 wurde, wie alle anderen, verlassen und sofort nach der Rodung wieder besiedelt (Abb. 3b, Nr. 0) – und das noch vor der im nächsten Jahr folgenden Neubestockung. Auch ein kleiner, ebenfalls verbuschter Teil des alten Reviers 6 (Kaisersteinfels) wurde um 2005 gerodet und neu bestockt. Auch dort wurde der Bereich unmittelbar wieder besiedelt (Abb. 3b, Nr. 6).

Von den ursprünglich im Mittel 11 Revieren im begrenzten Bereich Losberg und Frauenstieb im Zeitraum 1963–1972 verblieben nach dem zehnjährigen Untersuchungszeitraum in den folgenden Jahren der Bestandsermittlungen von 1983–2021 in Folge von Aufgabe der Wingerte und folgender Verbuschung nur noch zwei Reviere (Abb. 3b; Tab. 2).

3.3 Entwicklung der Bestandszahlen im Unteren Rheingau insgesamt bis zum Jahr 2021

Im Unteren Rheingau insgesamt konnten von 1983 bis 2013, also über 30 Jahre im Mittel 46,4 Reviere festgestellt werden (Tab. 2). Nach neuen großen Flächenzusammenlegungen (z. B. Abb. 5 und 6) verminderte sich die Gesamtbestandszahl von 2017–2021, also bleibend über 5 Jahre, im Mittel auf 28 Reviere (Tab. 2).

4 Diskussion

Die verfügbaren detaillierten Originaldaten über den Bestand der Zippammer vor Beginn der großflächigen Flurbereinigungen in ihrem durch Weinbau genutzten Habitat ermöglichen es, die mittelbaren und unmittelbaren Veränderungen mit den Folgen für den Bestand zu analysieren. Aus den Daten können gut basierte Vorschläge für Konsequenzen zum Erhalt und die Förderung der Zippammern entwickelt werden. Diese könnten dann ganz allgemein für ähnliche flussbegleitende Habitate am Mittelrhein, wie auch z. B. an Main, Nahe, Ahr und Mosel gelten.

Folgende zwei Einfluss-Aspekte stehen hier im Vordergrund:

1. Die Abnahme der Revierzahlen nach Aufgabe der Bearbeitung und Pflege der steilen, kleinen Wingerterrassen und anschließender Verbuschung, wegen zeitlich und körperlich nicht mehr zumutbaren Aufwands der Bewirtschaftung;
2. Die Abnahme der Revierzahlen durch massive Flurbereinigung und damit Folge des Verlustes der vielseitig strukturierten, kleinen, unterschiedlich bewirtschafteten Wingerterrassen und weiter aktuell immer wiederkehrend, großflächige Weinbergzusammenlegungen.

4.1 Indirekter Einfluss der Flurbereinigung nach Aufgabe von nicht 'sanierten' schwierig zu bearbeitenden Steiltterrassen-Wingerten

Die Verwaisung fast aller kleinflächigen, steilen, schwer zugänglichen Wingerterrassen, die nicht in die Flurbereinigung eingeschlossen waren, ist ein Grund für den Rückgang der Zippammerreviere. Die entsprechenden Wingerte verwilderten schnell. Sie gingen nach



Abb. 3a: Assmannshäuser Berg, Teilgebiet Losberg (Rev. 0–2a), Frauenstieb (Rev. 3–5b) und Kaisersteinfels (Rev. 6–7a). Hier Jahrbeispiel 1969: 12 Reviere, im Durchschnitt über zehn Jahre 11 Reviere. Die Felsbarriere im Rhein, das ‘Binger Loch’, liegt im Vordergrund. Am unteren Ende des Niederwalds zieht sich der einzige Wirtschaftsweg entlang, von Rüdesheim im Osten kommend, nach Assmannshausen im Nordwesten führend. Darunter bis zum Fluss erstrecken sich die steilen Weinterrassen mit den Zippammer Revieren. Foto vom gegenüberliegenden Ufer. – *Assmannshäuser Berg, sub-area Losberg (territories 0–2a), Frauenstieb (territories 3–5b) and Kaisersteinfels (territories 6–7a). The example refers to the year 1969: 12 territories, ten-year average of 11 territories. The rock barrier in the Rhine, the ‘Binger Loch’, can be seen in the foreground. Photo from the opposite bank.*





Abb. 4: Entbuschung durch Ziegen-einsatz am 29.04.2021 genau zum Brutbeginn der Zippammer. – *Bush clearing by goats on April 29th, 2021, exactly at the beginning of breeding of the Rock Bunting.*

Foto: 20.05.2021

einigen Sukzessionsschritten in sogenannte ‘aufgelassene Weinberge‘ über und bildeten zum Teil niederwald-ähnliche Strukturen. Dieser Vorgang ist in einigen Hangbereichen mit früheren Zippammerrevieren ein nicht gelöstes Naturschutzproblem. Versuche, eine dauerhafte Freistellung eines Teils dieser zugewucherten Flächen durch dauerhaftes jährliches Mulchen, Mähen oder Beweiden zu bewirken, waren bisher erfolglos. Eine dauerhafte Freistellung und dadurch Förderung der Zippammer kann aber durch den Erhalt der kleinstrukturierten Wingertterrassenbereiche oder aber nach Freistellung der verbuschten, durch Bruchsteinmauern gestützten Terrassen und darauffolgende Neubestockung mit Weinreben erreicht werden. Die einzig verbliebenen, nicht verbuschten Wingertterrassen des ehemaligen Untersuchungsgebietes Losberg und Frauenstieb belegen dies (Abb. 3b, Nr. 4). Das bis gegenwärtig bewirtschaftete Frauenstieb-Revier, inmitten des verbuschten Steilhangs, ist bis heute ein ständig besetztes Zippammer-Revier geblieben. Auch nach Freistellung des verbuschten Losberg Reviers Nr. 0 und Wiederbestockung ist dieses wieder ein erneutes ständiges Zippammer-Revier (Abb. 3b, Nr. 0). So sind von den früheren 11 Revieren wenigstens zwei Bereiche der Zippammer erhalten geblieben. Alle anderen kostenintensiven Freihaltemaßnahmen, wie z. B. die Ziegenbeweidung, aber auch Maat und Mulchen, werden wiederholt nicht oder zu ungeeigneten Zeiten, meist im Frühjahr bis Sommeranfang, durchgeführt. Dadurch

wird überschneidend die Reviergründung und der Brutbeginn verhindert (z. B. Abb. 4).

4.2 Gemeinsamer Einfluss der Flurbereinigungsmaßnahmen und Verbuschung auf die Anzahl der Zippammer-Reviere

Die von der großen „Flurbereinigung Rüdesheim Berg West, Dauer von 1961 bis 1995“ (offizielle Bezeichnung) betroffenen, nun ‘bereinigten‘ Weinberglagen hatten auf den Bestand in diesem traditionellen Stammgebiet der Zippammer im Rheingau einen großen Einfluss.

Die ältere vorliegende Zippammer-Erfassung in diesem Gebiet (ohne Teilgebiet Lorchhauser Berg) in Tab. 2 stammt aus dem Jahr 1976 (Tab. 2, grün unterlegt) von BF, dem Zeitpunkt unmittelbar vor der fortgeschrittenen Verbuschung des nicht von der Bereinigung erfassten Gebiets. Deshalb ist diese älteste Erfassung von 1976 von grundlegender Bedeutung. Die von BF ermittelten 29 Revieren in dem Stammgebiet Rüdesheimer Berg und Losberg-Frauenstieb des Assmannshäuser Bergs können nun verglichen werden mit dem von der HGON später über sechzehn Jahre von 1983–2013 ermittelten Zippammerbestand (Mittelwert) von 13,7 Revieren, also nur gut 50 % in diesem Teilgebiet Rüdesheimer Berg und Losberg-Frauenstieb (Tab. 2). Der Bestand von 13,7 Revieren stimmt auch gut überein mit dem von IS unabhängig erhaltenen Mittelwert von 13,5 Revieren über die dann folgenden zwei Jahre 2015–2016. Ab dem Jahr 2017 aber, über die folgenden fünf Jahre bis

Abb. 3b: Assmannshäuser Berg, Teilgebiet Losberg, Frauenstieb und Kaisersteinfels, Aufnahmejahr 2013, 50 Jahre nach der Aufnahme Abb. 3a: Die Flurbereinigungsmaßnahmen stoppten hier abrupt an der Ost-Grenze des Assmannshäuser Bergs. Ein Teilbereich der Weinterrassen des Reviers 4 (Frauenstieb) wird bis heute bewirtschaftet, der verbuschte Bereich des Reviers 0 (Losberg) wurde 2005 gerodet und neu mit Weinreben bestockt, ebenfalls wurde der obere Bereich des Reviers 6 (Kaisersteinfels) um 2005 gerodet und neu bestockt. – *Assmannshäuser Berg, sub-area Losberg, Frauenstieb and Kaisersteinfels, year of photography 2013, 50 years after the photography Fig. 3a: The land consolidation measures abruptly stopped here at the eastern border of the Assmannshäuser Berg. A part of the wine terraces of territory 4 (Frauenstieb) is still cultivated today, the bushy area of territory 0 (Losberg) was cleared in 2005 and replanted with vines, the upper area of territory 6 (Kaisersteinfels) was also cleared around 2005 and replanted with vines.*



Abb. 5: Totalrodung kleinstrukturierter Weinterrassen auf dem Assmannshäuser Höllenberg für die Neubestockung in Querreihen-Anordnung. – *Total clearing of small-structured wine terraces on the Assmannshäuser Höllenberg for replanting in transverse rows.* Foto: 05.04.2020

gegenwärtig 2021, erfolgte ein weiterer, abrupter Bestandsrückgang auf im Mittel 8,0 Reviere in diesem Teilgebiet (Tab. 2). Hier zeigt sich nun zum einen der negative Einfluss der flurbereinigten Weinbergzusammenlegungen und zum anderen die Aufgabe der Steilterrassenbewirtschaftung mit Verbuschung und folgendem Verlust der Zippammer Reviere. Dieser Sprung nach unten lag nicht an der Übergabe der Zählungen von den fünf HGON-Erfassergruppen an den nun Einzelerfasser (IS), wie an den Werten der zwei Jahre 2015 bis 2016 durch IS belegt wird. Die Abnahme ab 2017 ist aber deutlich mit der erneuten Anlage ausgedehnter Monokultur-Neuflächen in neuer Querausrichtung und auch großer Flächen in alter Längsausrichtung verbunden.

Überwiegend wegen ihres Alters von über 50 Jahren und der Wendung weg vom Weißwein hin zum Rotwein werden auch gegenwärtig aus Rationalisierungsgründen solche ausgedehnten Neubestockungen durchgeführt. Die bereits nur spärlichen, aber wichtigen Gebüsch- und Gehölzstrukturen gingen dabei verloren und wurden auch nicht wieder ergänzt. Beispiele zeigen die Abb. 5 und 6.

Der Mangel nicht nur an Singwarten, sondern auch an Insektenlarven für die Aufzucht der Erstbruten addierte sich durch den Wegfall von Gehölzen in den Wegzwickeln und entlang der Wege auf Grund von sogenannten Pflegemaßnahmen (Schuphan 2020). Denn die Erstbruten der Zippammer werden fast

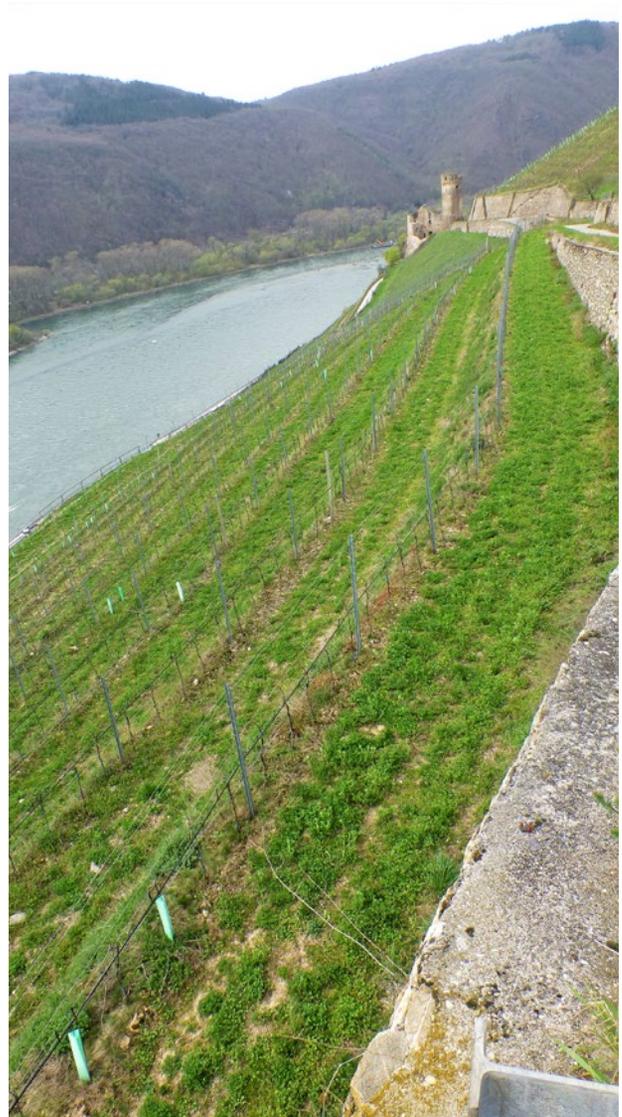


Abb. 6: Neubestockung in Querreihen-Anordnung auf dem Rüdeshheimer Berg nach Beseitigung von Terrassen und Gebüsch-Gehölzstrukturen ohne deren Ersatz. – *New planting in transverse rows on the Rüdeshheimer Berg after removing terraces and shrubbery and woody structures without replacing them.* Foto: 09.04.2018



Abb. 7: Ruhendes Zippammer-Paar, vorne vj Männchen, hinten ad Weibchen im März. Wegbegleitende Sträucher, wie Schlehe, Felsenkirsche, Hundsrose u. a. sind Grundvoraussetzung für ein Zippammer-Revier in den Weinberg-Steillagen Foto 26.03.2021

ausschließlich mit Insektenlarven gefüttert, dies sind überwiegend Großer- und Kleiner Frostspanner (*Eranis defoliaria* und *Operophtera brumata*) und Eichenwickler (*Tortrix viridana*) mit Massenvorkommen während dieser Aufzuchtspanne. Der erfolgte Niedergang des Zippammer-Bestands hat sich bis gegenwärtig 2021 erhalten und konnte in den folgenden Jahren nicht wieder ausgeglichen werden (Tab. 2).

Für die Summe aller Teilgebiete im Unteren Rheingau ermittelten die HGON-Mitarbeiter von 1983 bis 2013 im Mittel Bestandszahlen von 46,4 Revieren. Von 2015 bis 2016 ergaben sich bestätigend im Mittel 48,5 Reviere (IS), aber von 2017 bis 2021 für den gesamten Unteren Rheingau im Mittel nur noch 28,0 Reviere (IS). Dieser starke Rückgang hat sich nun über die letzten fünf Jahre bestätigt.

Da weitergehend aus Rentabilitätsgründen der Weinbau in den flussbegleitenden Hanglagen durch Flurbereinigungsmaßnahmen teilweise 'saniert' werden wird, ist zu erwarten, dass dort die gleichen Probleme auftreten wie hier geschildert. So können die aufgezeigten Effekte verallgemeinert werden: Die freigestellten Großflächen werden von den Zippammern gemieden und zum anderen verbuscht und verwaisen die nicht rentabel zu bewirtschaftenden Steilterrassen.

Vor diesem Hintergrund werden zum Schutz und Erhalt der Zippammerbestände in den beschriebenen Habitaten entscheidende Schritte bei der Neuanlage und der Freistellung ehemaliger aufgelassener Weinberge vorgeschlagen:



Abb. 8: Herausragende abgestorbene Äste von Büschen sind bevorzugte Singwarten der Zippammer Foto 20.05.2021

Gesetzliche Schutzmaßnahmen:

1. Die laufende finanzielle Förderung (Subvention des Steillagen-Weinbaus durch Land und EU) sollte laufend auch vom Vorhandensein von Randpflanzungen, von Gehölzgruppen und Singwarten abhängig gemacht werden.
2. Ahndung der Entfernung solcher auflockernder Gehölzgruppen oder Singwarten (z. B. Entzug der Förderung).
3. Neue Genehmigungen zur Querterrassierung in Steillagen zum Erhalt der Zippammer nur in Verbindung mit Randpflanzungen von Gehölzgruppen und Singwarten.
4. Wiederbestockung mit Weinreben als Auflage bei Freistellung von steilen, ehemaligen Weinterrassen.

Flankierende Maßnahmen:

1. Information und Aufklärung des Weinbauverbands, der Weinbauvereine, Jagdgenossenschaften, des Naturschutzbeirats und der Bauämter (verantwortlich für Pflegemaßnahmen von Wegrändern, Entwässerungsgräben usw.) über die Anforderungen an Zippammer-Habitate.
2. Information/Aufklärung bei den freischneidenden Institutionen. Keine radikale Freischneidung/Mulchung von Wegzwickeln, Wegrand-Gehölzen wie Heckenrosen und sonstigen Buschstreifen.
3. Information der Weingüter/Weinbauern u. a. durch Wurfblätter und Schautafeln über Weinbau, der die Zippammer fördert.

Dank

Für Anregungen, Hilfestellungen, Genehmigungen und wertvolle Hinweise bin ich zu großem Dank verpflichtet: Dr. Friedrich Goethe, Hans Bub, Olaf Geiter, Institut für Vogelforschung, Vogelwarte Helgoland, Wilhelmshaven; Prof. Dr. Helmut Risler, Institut für Zoologie, Universität Mainz; Dr. Michael Berger, Untere Naturschutzbehörde, Bad Schwalbach; Dr. Matthias Werner, Gerd Bauschmann, Lars Wichmann, Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinlandpfalz und Saarland, Frankfurt/Main; Dr. Wolfgang Fiedler, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Zentrale für Tiermarkierungen, Radolfzell; Christof Herrmann, Beringungszentrale Hiddensee, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, Güstrow.

5 Zusammenfassung

Im Unteren Rheingau ist der Bestand der Zippammer, der zugleich den Gesamtbestand der Art in Hessen darstellt, auf gegenwärtig 28 Reviere zurückgegangen (Mittel von fünf Jahren 2017–2021, Max. 29, Min. 26). In den Jahren 1983 bis 2013 wurden in alle zwei Jahre durchgeführten Bestandsaufnahmen (Zeitraum über 30 Jahre) im Mittel noch 46,4 (Max. 55, Min. 35) Zippammer-Reviere nachgewiesen. Der Rückgang kann zum einen auf die in den letzten Jahren fortgesetzte, vermehrte Neuanlage von Weinbergflächen zurückgeführt werden. Durch umfangreiche Zusammenlegung kleinerer, in die Jahre gekommener Weinberge werden durch massive Erdbewegungen mit schweren Schiebebaggern gestufte terrassierte Flächen (ohne Trockenmauerabstützungen) für die Anordnung von Weinreben in Querreihen geschaffen. Gleichzeitig verbuschen die kleineren, steilen Weinbergterrassen, bis hin zur Bildung von Niederwald, die nicht von der früheren großen Flurbereinigung von 1961 bis 1995 im Unteren Rheingau erfasst wurden. Diese gingen dann, als früher für die Zippammer geeignete Flächen, für eine Revierbildung verloren. Ein Teilbereich, der in den 1960er Jahren noch im Mittel 11 Reviere aufwies, weist gegenwärtig durch Verbuschung im Mittel nur noch zwei Zippammer-Reviere auf.

Zur Verhinderung weiterer Revierverluste und zur Förderung einer Wiederansiedlung von Zippammern sollten bei Neuanlage von weitflächig ausgedehnten Queranlagen begleitend die ursprünglich vorhandenen Gebüsch- und Baumstrukturen erhalten und unbedingt ergänzt werden. Im Fall von Freistellung verbuschter, ehemaliger Weinterrassen im Rahmen von Naturschutzmaßnahmen sollten diese unbedingt wieder mit Weinreben neu bestockt werden. Alle anderen Maßnahmen, wie jährlich erneutes Mulchen, Mähen oder auch die Ziegenbeweidung haben sich in den letzten drei Jahrzehnten als kontraproduktiv für die Wiederansiedlung der Zippammer erwiesen, insbesondere, wenn sie während der Vegetations- und Brutzeit erfolgen.

6 Literatur

- Groh G 1982: Zur Ökologie, Biometrie und zum jahreszeitlichen Vorkommen der Zippammer *Emberiza c. cia* in der Pfalz. Mitt. Pollichia 70: 217–234.
- Hartmann V & Schuphan I 2021: Zippammer-Veteran über zehn Jahre Brutvogel an der Mosel. Der Falke 7: 21–23.
- Hausch I 1999: Zippammern *Emberiza cia* im Rheingau. Jb. ass. Ver. Naturkunde 120: 105–111.
- Keusch P 1991: Vergleichende Studie zu Brutbiologie, Jungententwicklung, Bruterfolg und Populationsökologie von Ortolan *Emberiza hortulana* und Zippammer *Emberiza cia* im Alpenraum, mit besonderer Berücksichtigung des unterschiedlichen Zugverhaltens. Diss. Phil-Nat. Fak. Uni Bern.
- Schmid H, Luder R, Naef-Daenzer B, Graf R & Zbinden N 1998: Schweizer Brutvogelatlas, Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993–1996. Verlag Ala Schweiz. Ges. Vogelkde. Vogelschutz.
- Schuphan I 1972: Zur Biologie und Populationsdynamik der Zippammer *Emberiza c. cia* L. Diplomarbeit Naturwissenschaftliche Fakultät, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.
- Schuphan I 2011a: Habitat-Strukturen und populationsdynamische Parameter einer Population der Zippammer *Emberiza cia*: Nutzbare Basisdaten für zukünftige Zippammer-Managementpläne. Vogelwarte 49: 65–74.
- Schuphan I 2011b: Die Zippammer *Emberiza cia* - eine große Klimaunterschiede ertragende Vogelart. Vogelwarte 49: 129–136.
- Schuphan I 2014: Die Zaunammer *Emberiza cirlus* im Wettstreit um den Lebensraum der Zippammer *Emberiza cia* und der Goldammer *Emberiza citrinella* am Oberen Mittelrhein: Unerwartete Besiedlung des Unteren Rheingaus. Vogelwarte 52: 13–18.
- Schuphan I 2017: Die Zaunammer *Emberiza cirlus* im Unteren Rheingau: Anhaltende Ausbreitung und Zunahme der Populationsdichte neben der Zipp- und Goldammer bis ins Jahr 2015. Vogel & Umwelt 22: 15–24.
- Schuphan I 2018: Arealausdehnung der Zaunammer *Emberiza cirlus* im Zippammer *Emberiza cia* – Habitat des Unteren Rheingaus als mögliche Folge der Klimaerwärmung (Stand 2017). Vogel & Umwelt 23: 63–75.
- Schuphan I 2020: Einwanderung der Zaunammer *Emberiza cirlus* im Zippammer- *Emberiza cia* und Goldammer- *Emberiza citrinella* Habitat des Unteren Rheingaus als mögliche Folge der klimabegünstigten Populationsentwicklung in der nahen Pfalz. Vogelwarte 58: 373–380.
- Schuphan I & Wink M 2016: Die Zippammer *Emberiza cia* im Wallis, heiße Felsensteppe und raues Hochgebirge erprobt. Ornithol. Beob. 113: 299–308.

Nestkameras haben keinen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Gelegen der Uferschnepfe *Limosa limosa*

Volker Salewski & Luis Schmidt

Salewski V & Schmidt L 2022: Nest cameras do not influence the survival probability of clutches of the Black-tailed Godwit *Limosa limosa*. *Vogelwarte* 60: 61–67.

Identifying the fate of birds' clutches and the causes of breeding failure is crucial for the development of conservation strategies for threatened species. However, collecting these data by repeatedly visiting nests might itself contribute to nest failure. To solve this dilemma, automatic cameras have increasingly been used as means for nest monitoring. Here, we consider whether the use of cameras itself may influence hatching success of nests of the Black-tailed Godwit *Limosa limosa* at two long-term study sites in northern Germany. Between 2013 and 2019, cameras were used to monitor godwit nests. In 2014 and 2019, nests were or were not randomly equipped with cameras, and nest survival was checked independently of the cameras. Nest survival models indicated that survival probabilities varied between years, sites and with the time of the season, but were unaffected by the presence of cameras. As predation is the main cause for hatching failure in our study system, we conclude that predators did not learn to associate cameras with food, neither when the cameras were initially installed nor after they had been used for several years at the study sites. Cameras were thus an effective and non-deleterious tool to collect data for conservation. As other bird species may react differently to cameras at their nests, and as other sets of predators may differ in their ability to associate cameras with food, the effect of cameras on breeding success should be carefully monitored when they are used in a new study system.

✉ VS, LS: Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen. E-Mail: Volker.Salewski@NABU.de

1 Einleitung

Der Reproduktionserfolg ist einer der wichtigsten demografischen Parameter, die die Dynamik von Vogelpopulationen bestimmen. Die Analyse der den Bruterfolg beeinflussenden Faktoren ist entscheidend für die Konzeption von Schutzstrategien und die Beurteilung von Managementmaßnahmen für bedrohte Arten. Dabei ergibt sich jedoch ein Dilemma: Um die Überlebenswahrscheinlichkeit der Gelege, die Anzahl der geschlüpften Jungvögel und die Ursachen für das Scheitern von Brutten zu untersuchen, sind wiederholte Besuche der Nester erforderlich und in der Regel ist der Erkenntnisgewinn positiv mit der Anzahl der Besuche aktiver Nester korreliert (Mayfield 1975; Verboven et al. 2001; Andes et al. 2019). Besuche sind jedoch auch Störungen, die die Wahrscheinlichkeit eines Reproduktionsausfalls erhöhen können, insbesondere wenn die Zeitspanne zwischen den Besuchen kurz ist (Lenington 1979; Salathe 1987; Major 1990; Bêty & Gauthier 2001; Teunissen et al. 2006). Nester könnten anfälliger für Prädation sein, wenn sie nach Störungen unbeaufsichtigt sind (MacInnes & Misra 1972; Westmoreland & Best 1985; Major 1990), das wiederholte Aufscheuchen von Vögeln von den Nestern könnte die Aufmerksamkeit der Prädatoren auf die Nester lenken (Lenington

1979), Prädatoren könnten lernen, dem menschlichen Geruch zu den Nestern zu folgen (Snelling 1968; Whelan et al. 1994), oder Prädatoren könnten direkt der untersuchenden Person zu den Nestern folgen (Strang 1980).

Automatische Kameras an Nestern (im Folgenden „Kameras“) lösen dieses Dilemma, da sie eine ständige Überwachung ohne wiederholte Störungen ermöglichen. Kameras werden seit den 1950er Jahren zur Überwachung von Vogelnestern eingesetzt (Gysel & Davis 1956; Royama 1959; Cox et al. 2012). Seit den frühen 1970er Jahren hat die Zahl der Veröffentlichungen, in denen über den Einsatz von Kameras berichtet wird, stetig zugenommen. Technische Verbesserungen, Miniaturisierung und sinkende Kosten haben den Einsatz von Kameras in der ornithologischen Forschung weiter gefördert (Cox et al. 2012). Die Einführung einer neuen Technologie wirft aber auch die Frage auf, ob und wie diese Technologie selbst das Ergebnis von Studien beeinflusst (Ibáñez-Alamo et al. 2012). In Bezug auf Kameras zur Überwachung von Vogelnestern ist die entscheidende Frage, ob die Installation einer Kamera zu Änderungen beim Fortpflanzungserfolg führt. So könnte die Installation von Kameras entweder eine

Verringerung des Fortpflanzungserfolgs bewirken, wenn potentielle Prädatoren lernten, Kameras mit Beute in Verbindung zu bringen (Attraktionseffekt), oder sie könnten zu einer Steigerung des Fortpflanzungserfolgs führen, wenn potentielle Prädatoren dazu neigten, unbekannte Strukturen in ihrer gewohnten Umgebung oder mit den Kameras verbundene Gerüche zu meiden (Scheueffekt; Herranz et al. 2002; Richardson et al. 2009; Herring et al. 2011; Ellis-Felege & Caroll 2012). Trotzdem wurden in vielen Studien, in denen Kameras verwendet wurden, deren Einfluss auf die Ergebnisse nicht untersucht.

Seit 2013 verwenden wir Kameras, um das Schicksal und die Verlustursachen von Gelegen der Uferschnepfe *Limosa limosa* zu ermitteln. Die daraus gewonnenen Ergebnisse zu Schlupferfolg und Prädatorenspektrum wurden bereits anderweitig publiziert (Salewski et al. 2016; Salewski & Schütze 2017; Salewski et al. 2019). Zu Beginn des Projekts konnten wir mit einem experimentellen Ansatz zeigen, dass der Einsatz von Kameras die Überlebenschancen von Uferschnepfengelegen nicht beeinflusst (Salewski & Schmidt 2016). Möglicherweise brauchen potenzielle Räuber jedoch einige Zeit, um zu lernen, Kameras mit einer Nahrungsquelle zu assoziieren, d. h. um ein Suchbild zu entwickeln (Tinbergen 1960; Langley 1996; Dukas & Kamil 2001; zu Kritik am Konzept des Suchbilds siehe z. B. Krebs 1973; Guilford & Dawkins 1987; Reid & Shettleworth 1992). Auch wenn der Einsatz von Kameras den Brut-erfolg nicht sofort verringert, könnte dies daher nach ihrer Anwendung über mehrere Jahre hinweg der Fall sein (Lenington 1979). Um die Hypothese zu testen, dass die Installation von Kameras die Überlebenswahrscheinlichkeit von Uferschnepfengelegen nicht beeinflusst, wiederholten wir unser ursprüngliches Experiment nach fünf Jahren kontinuierlicher Verwendung der Kameras in denselben Untersuchungsgebieten. Hier stellen wir die Ergebnisse des Experiments vor.

Die Ergebnisse des Experiments wurden bereits im Journal *Bird Conservation International* auf Englisch publiziert (Salewski & Schmidt 2020). Mit ausdrücklicher Genehmigung der Schriftleitung dieses Journals machen wir sie hier in gekürzter Form auch dem deutschsprachigen Publikum zugänglich.

2 Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete und -zeitraum

Die Untersuchungen fanden in zwei Kögen an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins statt, dem Beltringharder Koog (BeK; 54,561° N, 8,903° O) und dem Dithmarscher SpeicherkooG Süd (SpS; 54,047° N, 9,002° O). Die Daten für diese Studie wurden in den Jahren 2014 und 2019 erhoben. Im Jahr 2013 und von 2015 bis 2018 folgten wir ähnlichen Arbeitsroutinen und statteten so viele Uferschnepfennester wie möglich mit Kameras aus, so dass Langzeiteffekte ihrer Anwendung erwogen werden können.

2.2 Feldarbeit

Von Anfang April bis Mitte Juni suchten wir nach Uferschnepfengelegen. Gefundene Nester wurden in einem Abstand von etwa drei Metern mit einem oder zwei Bambusstäben mit einer kleinen Fahne gekennzeichnet. Solche Markierungen haben in früheren Studien an Nestern von Uferschnepfen und Kiebitzen nicht zu einer erhöhten Prädation geführt (Beintema & Müskens 1987; Zámečník et al. 2018; siehe auch Hannon et al. 1993). Das Schlupfdatum wurde nach der „Wassermethode“ (van Paassen et al. 1984) geschätzt. Sofern nicht anders angegeben (siehe unten) wurde eine Kamera (Moultrie Game Spy M-990i oder M-999i, mit zumindest für das menschliche Auge unsichtbarem Infrarotblitz) an einem Holzpfosten im Abstand von 1,5 bis 3,0 m von den Nestern in einer Höhe von 30 bis 80 cm angebracht (Abb. 1). In der Regel war dies deutlich höher als die Höhe der Vegetation am Neststandort. Alle Nester wurden anschließend in Abständen von zwei bis fünf Tagen kontrolliert, um ihr Schicksal zu dokumentieren. Dies geschah entweder aus der Distanz oder, falls kein brütender Altvogel festgestellt werden konnte, durch das Aufsuchen der Nester. Etwa alle zwei Wochen wurden die Kameras aufgesucht, um Batterien und Speicherkarten zu prüfen. Zerbrochene Eier im Nest oder in dessen Nähe oder das Verschwinden der Eier vor dem geschätzten Schlupfdatum waren Anzeichen für einen Verlust. Küken oder viele kleine Eierschalenfragmente im Nest ließen auf einen erfolgreichen Schlupf schließen (Green et al. 1987).



Abb. 1: Uferschnepfe vor einer Kamera bütend – *Black-tailed Godwit breeding in front of a camera.*

Tab. 1: Anzahl der in der Analyse berücksichtigten Uferschnepfengelege nach Gebiet (Beltringharder Koog (BeK), Speicherkoog Süd (SpS)) und Jahr. Angegeben ist die Anzahl der erfolgreichen und gescheiterten Gelege für Nester mit und ohne Kamera. – *Number of Black-tailed Godwit clutches included in the analysis by area and year. The number of hatched and unsuccessful clutches is given for nests with and without camera.*

	BeK		SpS	
	2014	2019	2014	2019
Mit Kamera:				
Schlupf	11	8	7	12
Verlust	9	10	12	7
Ohne Kamera:				
Schlupf	5	5	4	10
Verlust	7	14	11	9

Wir beließen 2014 jedes dritte und 2019 jedes zweite gefundene Uferschnepfengelege ohne Kamera und erhielten so eine zufällige Verteilung von Nestern mit und ohne Kamera. Einige Nester wurden anschließend aus der Analyse ausgeschlossen, da sie zu einem nicht klar definierbaren Zeitpunkt aufgegeben wurden oder ihr Schicksal unklar blieb; daher ist das Verhältnis von Gelegen mit und ohne Kamera zumeist nicht 2:1 bzw. 1:1 (Tab. 1). Ein Nest im BeK, das in einer vorläufigen Analyse (Salewski & Schmidt 2016) enthalten war, wurde hier nicht berücksichtigt, da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass es bereits aufgegeben worden war, bevor es gefunden wurde. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Nester innerhalb eines stromführenden Gelegeschutzzauns und solche auf Parzellen mit Viehbestand. An letzteren konnten keine Kameras eingesetzt werden, da sie als vertikale Strukturen Rinder anziehen und somit das Risiko von Verlusten durch Viehtritt erhöhen (Beintema & Müskens 1987).

2.3 Statistische Auswertung

Wir verwendeten *nest-survival*-Modelle im Programm MARK, um die tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit ϕ von Uferschnepfengelegen zu schätzen (Dinsmore et al. 2002), wobei wir mittels Kamera erhobene Bilddaten nicht berücksichtigten. Für die Analysen wurden Beobachtungsprotokolle erstellt, die Informationen über den Tag, an dem das Gelege gefunden wurde, den letzten Tag, an dem das Gelege aktiv war, den letzten Tag, an dem das Gelege kontrolliert wurde, und das Schicksal des Geleges enthielten. Um ϕ nicht durch die Berücksichtigung von Tagen nach dem Schlüpfen des Nestes zu überschätzen, schlossen wir bei erfolgreichen Nestern die Tage zwischen der letzten Kontrolle des aktiven Nests und der nachträglichen Feststellung des Schlupfs aus (Dinsmore et al. 2002).

Neben dem Vorhandensein einer Kamera können auch andere Faktoren die Überlebenswahrscheinlichkeit von Uferschnepfengelegen beeinflussen. So kann die Schlupfwahrscheinlichkeit zwischen verschiedenen Gebieten (Nehls 2001; Schekkerman et al. 2006; Salewski et al. 2016), zwischen Jahren (Groen & Hemerik 2002; Teunissen et al. 2008) und innerhalb der Brutsaison mit der Zeit (Schroeder et al. 2006;

Kentie et al. 2015) variieren. Daher nahmen wir zusätzlich zu einem Kameraeffekt (Nest entweder mit oder ohne Kamera) einen Gebietseffekt (SpS oder BeK), einen Jahreseffekt (2014 oder 2019) und einen Zeiteffekt t (ϕ variiert täglich während der Brutsaison) in unser globales Modell auf ($[\phi(\text{Kamera} \times \text{Gebiet} \times \text{Jahr} \times t)]$, Tab. 2). Konkurrierende Modelle waren alle möglichen Kombinationen dieser Faktoren, Modelle, die nur einen dieser Faktoren berücksichtigten, und ein Modell, das von einem konstanten ϕ ausging [$\phi(\cdot)$]. Wir haben zuvor gezeigt, dass ϕ während der gesamten Brutsaison einen konstanten Trend T aufweisen kann (Salewski et al. 2016). Daher haben wir t nur im globalen Modell berücksichtigt, aber T in allen anderen Modellen, die einen Tageseffekt enthielten. Die 17 konkurrierenden Modelle (Tab. 2) wurden nach ihren AIC_C-Werten (Burnham & Anderson 2002) geordnet. Das Modell mit dem kleinsten AIC_C-Wert wird am besten durch die Daten gestützt. Wir betrachteten einen ΔAIC_C -Wert > 2 zwischen dem Modell und einem konkurrierenden Modell als Hinweis darauf, dass das konkurrierende Modell erheblich weniger durch die Daten gestützt wird (Burnham & Anderson 2002). Das AIC_C-Gewicht gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass das betreffende Modell das „beste“ der konkurrierenden Modelle ist. Die AIC_C-Gewichte von Modellen, die einen bestimmten Faktor enthalten, können addiert werden. Dies ergibt die Wahrscheinlichkeit, dass der betreffende Faktor im „besten“ Modell enthalten ist.

3 Ergebnisse

Für unsere Analyse wurden Daten von 141 Gelegen ausgewertet (Tab. 1). Das Modell, das durch die Daten am besten gestützt wurde, war das Modell mit den Faktoren T (konstanter Trend über die Zeit der Brutsaison), Gebiet und Jahr sowie deren Interaktionen ($[\phi(T \times \text{Gebiet} \times \text{Jahr})]$, Tab. 2). Das „beste“ Modell mit dem Faktor Kamera hatte einen ΔAIC_C -Wert von 6,964 (Tab. 2), es wurde damit deutlich schlechter durch die Daten gestützt als das insgesamt „beste“ Modell. Die Summen der AIC_C-Gewichte über alle Modelle, die die Faktoren Jahr, T bzw. Gebiet enthielten, betrugen 0,988, 0,912 bzw. 0,745, während die Summe der AIC_C-Gewichte aller Modelle mit dem Faktor Kamera lediglich 0,041 betrug. Es besteht somit eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit, dass das „beste“ Modell zur Erklärung von Variationen bei der Schlupfwahrscheinlichkeit den Faktor Kamera enthält.

4 Diskussion

Durch unsere Untersuchungen zur Überlebenswahrscheinlichkeit von Uferschnepfengelegen mit und ohne Kamera konnte die Hypothese bestätigt werden, dass Kameras die Überlebenswahrscheinlichkeit nicht beeinflussen. Die tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit der Gelege variierte zwischen Gebieten und Jahren sowie im Laufe der Brutsaison, aber nicht in Abhängigkeit von der Installation von Kameras. Dies steht im Einklang mit einer Reihe früherer Studien über bodenbrütende Wiesen-, See- und Küstenvögel, die keine Veränderung der Prädationswahrscheinlichkeit feststellten,

Tab. 2: Modelle zur Schätzung der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeit (ϕ) von Uferschnepfengelegen in zwei Gebieten in Norddeutschland. „T“ steht für einen konstanten Trend während der Brutsaison und „t“ für eine Variation mit jedem Tag der Brutsaison. „Gebiet“ und „Jahr“ bezeichnen Variationen zwischen Gebieten bzw. Jahren. – *Models to estimate daily survival probability (ϕ) of Black-tailed Godwit clutches at two sites in northern Germany. ‘T’ denotes a constant trend throughout the breeding season and ‘t’ a variation with each day of the breeding season. ‘Gebiet’ and ‘Jahr’ denote variations between sites and years, respectively.*

Model	AIC _C	Δ AIC _C	AIC _C -Gewicht	N Parameter
$\phi(T^*Gebiet^*Jahr)$	414,340	0,000	0,658	8
$\phi(T^*Jahr)$	416,610	2,271	0,211	4
$\phi(Gebiet^*Jahr)$	418,587	4,247	0,079	4
$\phi(T^*Kamera^*Jahr)$	421,304	6,964	0,031	8
$\phi(.)$	423,445	9,105	0,011	1
$\phi(T)$	423,810	9,470	0,009	2
$\phi(Jahr)$	424,261	9,922	0,005	2
$\phi(Kamera)$	424,396	10,056	0,004	2
$\phi(Gebiet)$	425,142	10,802	0,003	2
$\phi(Kamera^*Gebiet^*Jahr)$	425,578	11,239	0,002	8
$\phi(T^*Kamera)$	426,629	12,290	0,001	4
$\phi(Kamera^*Jahr)$	426,955	12,615	0,001	4
$\phi(T^*Kamera^*Gebiet^*Jahr)$	427,170	12,830	0,001	16
$\phi(T^*Gebiet)$	427,569	13,229	0,001	4
$\phi(Kamera^*Gebiet)$	428,059	13,720	0,001	4
$\phi(T^*Kamera^*Gebiet)$	434,215	19,875	<0,001	8
$\phi(Kamera^*Gebiet^*Jahr^*t)$	2175,140	1760,800	<0,001	568

wenn an Nestern Kameras installiert wurden (Sanders & Maloney 2002; Bolton et al. 2007; Teunissen et al. 2008; McKinnon & Bety 2009; Burns et al. 2013). In einer Meta-Analyse konnte ebenfalls kein allgemeiner Effekt von Kameras an Vogelgelegen auf deren Überleben festgestellt werden (Richardson et al. 2009). Es besteht daher ein breiter Konsens darüber, dass der Einsatz von Kameras den Bruterfolg von bodenbrütenden Vögeln nicht beeinflusst (siehe auch z.B. Sanders & Maloney 2002; Herring et al. 2011; Mallord et al. 2012; Ellis-Felege & Carroll 2012; Andes et al. 2019; Young et al. 2021).

Wir haben zusätzlich gezeigt, dass es keine Auswirkungen von Kameras auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Gelegen gab, selbst nachdem diese über mehrere Jahre kontinuierlich eingesetzt worden waren. Es gibt also keinen Hinweis darauf, dass Prädatoren lernen, Kameras mit ergebnissen und vorhersehbaren Nahrungsressourcen zu assoziieren. Interessant ist dabei, dass auch nach Gebiet und Jahr getrennt der Anteil geschlüpfter Gelege bei den Gelegen mit Kamera immer höher war als bei Gelegen ohne Kamera (Tab. 1). Der Unterschied war jedoch nicht so hoch, dass sich dies in der Rangordnung der Modelle nach dem AIC_C niedergeschlagen hätte. Bemerkenswert ist aber, dass auch andere vergleichende Studien ein besseres Überleben von natürlichen wie künstlichen Gelegen mit Kameras

fanden (z. B. Buler & Hamilton 2000; Herranz et al. 2002; Ellis et al. 2018; Bravo et al. 2020). Eine noch zu prüfende Hypothese wäre daher, dass Kameras Prädatoren eher von Gelegen abhalten als sie anzuziehen.

In unseren Untersuchungsgebieten geht der Großteil der Gelegeverluste auf nachtaktive Bodenprädatoren zurück (Salewski et al. 2019; Salewski & Schmidt 2019). Nur drei Arten, Rotfuchs *Vulpes vulpes*, Marderhund *Nyctereutes procyonoides* und Iltis *Mustela putorius*, sind dabei für 91 % aller durch Kameras belegten Prädationen verantwortlich, tagaktive Vögel dagegen nur für 5 % (Salewski et al. 2019; Michael-Otto-Institut im NABU, unpubl. Daten). Es gibt Hinweise darauf, dass Vögel lernen können, menschliche Aktivitäten an oder in der Nähe von Nestern mit Nahrung zu verbinden (Yahner & Wright 1985; Götmark 1992; Miller & Hobbs 2000), wobei dies von Andes et al. (2019) in Bezug auf Kameras nicht bestätigt werden konnte. Nichtsdestotrotz könnte ein anderes Prädatorenspektrum als das in unseren Untersuchungsgebieten gefundene zu anderen Ergebnissen führen. Zusätzlich könnten andere Vogelarten möglicherweise anders auf Kameras an ihren Nestern reagieren (Thompson et al. 1999; Pietz & Granfors 2000) als Uferschnepfen, die Kameras bereitwillig akzeptieren (Michael-Otto-Institut im NABU, unpubl. Daten). Daher sollten Kameras bei neuen Projekten mit

Vorsicht eingesetzt werden, insbesondere wenn sie bei der Zielart noch nie verwendet wurden. Ihre Auswirkungen auf die zu untersuchenden Parameter sollten sorgfältig geprüft werden, um irreführende Ergebnisse und infolgedessen falsche Schlüsse zu vermeiden.

Kameras sind ein wirksames Instrument zur Überwachung des Schicksals von Uferschnepfengelegen und zur Ermittlung der Ursachen von Brutverlusten (Salewski & Schmidt 2019; Salewski et al. 2019). Die Informationen, die mit anderen Methoden gesammelt werden können, sind vergleichsweise begrenzt: Thermologger sind nur in der Lage, den Zeitpunkt der Beendigung der Bebrütung zu ermitteln (z. B. Teunissen et al. 2008). Rückschlüsse aus Indizien wie Eiresten (Green et al. 1987; Bellebaum & Boschert 2003) können zu Fehleinschätzungen bei der Identifizierung von Prädatoren oder dem Schicksal von Gelegen führen (Larivière 1999; Liebezeit & George 2003; Staller et al. 2005; Coates et al. 2008; Macdonald & Bolton 2008; Ellis-Felege & Carroll 2012; Andes et al. 2019; Salewski et al. 2019). Der Einsatz von Kameras ist daher die einzige zuverlässige Methode, um Prädatoren auf Artniveau zu identifizieren und durch kontinuierliche Überwachung mit minimaler Störung weitere Erkenntnisse über die Brutökologie von Vögeln zu gewinnen (Cox et al. 2012; Andes et al. 2019). Kameras sind somit ein unverzichtbares Instrument sowohl für die Grundlagenforschung zur Brutökologie von Vögeln als auch für die Entwicklung eines evidenzbasierten Managements für bedrohten Arten.

Dank

Wir widmen diesen Artikel in Dankbarkeit unserer kürzlich verstorbenen Kollegin Brigitte Klinner-Hötker. Sie hat unsere Arbeit mit ihrem Wissen, ihrer Erfahrung und ihrer ausgeprägten Fähigkeit, Uferschnepfennester aufzuspüren, ebenso enorm bereichert wie uns mit ihrer Begeisterung für die Feldornithologie und ihrem herzlichen Wesen.

Wir bedanken uns bei D. V. Cimiotti, A. Evers, H. Hötker † und B. Klinner-Hötker † für ihre Hilfe im Feld. Wir danken dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein und der Bundeswehr, insbesondere dem Team der WTD71, für die Unterstützung im BeK und im SpS. P. Atkinson erteilte freundlicherweise die Erlaubnis, unsere in Bird Conservation International erschienene Publikation hier wiederzugeben. Dies ist eine Veröffentlichung des EU LIFE Projekts LIFE-Limosa (LIFE11 NAT/DE/000353 LIFE-Limosa).

5 Zusammenfassung

Die Ermittlung des Schicksals von Vogelgelegen und der Ursachen von Brutaussfällen ist oft entscheidend für die Entwicklung von Schutzstrategien für bedrohte Arten. Die Erhebung dieser Daten durch wiederholte Besuche von Nestern

kann jedoch selbst zum Scheitern von Bruten beitragen. Um dieses Dilemma zu lösen, werden zunehmend automatische Kameras zur Nestüberwachung eingesetzt. Wir untersuchten, ob der Einsatz von Kameras die Überlebenswahrscheinlichkeit von Gelegen der Uferschnepfe *Limosa limosa* in zwei Untersuchungsgebieten in Norddeutschland beeinflusst. Zwischen 2013 und 2019 wurden jährlich Kameras zur Überwachung von Uferschnepfengelegen eingesetzt. In den Jahren 2014 und 2019 wurden Gelege zufällig mit Kameras ausgestattet oder nicht, und das Überleben der Gelege wurde unabhängig von den Kameras überprüft. *Nest-survival*-Modelle zeigten, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen den Jahren, den Gebieten und im Verlauf der Brutsaison variierte, aber nicht durch das Vorhandensein von Kameras beeinflusst wurde. Da Bodenprädatoren in unseren Untersuchungsgebieten die Hauptursache für das Scheitern von Uferschnepfengelegen sind, schließen wir, dass diese nicht gelernt haben, Kameras mit Nahrung zu assoziieren, und zwar weder zu Beginn ihrer Nutzung noch nachdem sie über mehrere Jahre im selben Gebiet eingesetzt worden waren. Kameras waren demnach ein wirksames und unschädliches Mittel zur Erhebung von Daten für den Naturschutz. Da andere Vogelarten möglicherweise anders auf Kameras an ihren Nestern reagieren und andere Prädatorenarten möglicherweise eher in der Lage sind, Kameras mit Nahrung zu assoziieren, sollte die Wirkung von Kameras auf den Bruterfolg sorgfältig überwacht werden, wenn sie bei neuen Studien eingesetzt werden.

6 Literatur

- Andes AK, Shaffer TL, Sherfy MH, Hofer CM, Dovichin CM & Ellis-Felege SN 2019: Accuracy of nest fate classification and predator identification from evidence at nests of Least Terns and Piping Plovers. *Ibis* 161: 286–300.
- Beintema AJ & Müskens GJDM 1987: Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands. *J. Applied Ecol.* 24: 743–758.
- Bellebaum J & Boschert M 2003: Bestimmung von Predatoren an Nestern von Wiesenvögeln. *Vogelwelt* 124: 83–91.
- Bêty J & Gauthier G 2001: Effects of nest visits on predator activity and predation rate in a Greater Snow Goose colony. *J. Field Ornithol.* 72: 573–586.
- Bolton M, Butcher N, Sharpe F, Stevens D & Fisher G 2007: Remote monitoring of nests using digital camera technology. *J. Field Ornithol.* 78: 213–220.
- Bravo C, Pays O, Sarasa M & Bretagnolle V 2020: Revising an old question: Which predators eat eggs of ground nesting birds in farmland landscapes. *Sci. Total Environ.* 744: 140895.
- Buler JJ & Hamilton RB 2000: Predation of natural and artificial nests in a southern pine forest. *Auk* 117: 739–747.
- Burnham KP & Anderson DR 2002: Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- Burns F, McCulloch N, Székely T & Bolton M 2013: The impact of introduced predators on an island endemic, the St Helena Plover, *Charadrius sanctaehelenae*. *Bird Conserv. Internat.* 23: 125–135.
- Coates PS, Connelly JW & Delehanty DJ 2008: Predators of Greater Sage-grouse nests identified by video monitoring. *J. Field Ornithol.* 79: 421–428.

- Cox WA, Pruett MS, Benson TJ, Chiavacci SJ & Thompson FR 2012: Development of camera technology for monitoring nests. In: Ribic CA, Thompson FR & Pietz PJ (Hrsg) Video surveillance of nesting birds. *Studies in Avian Biol.* 43: 185–210.
- Dinsmore SJ, White GC & Knopf FL 2002: Advanced techniques for modeling avian nest survival. *Ecology* 83: 3476–3488.
- Dukas R & Kamil AC 2001: Limited attention: the constraint underlying search image. *Behav. Ecol.* 12: 192–199.
- Ellis KS, Cavitt JF, Larsen RT & Koons DN 2018: Using remote cameras to validate estimates of nest fate in shorebirds. *Ibis* 160: 681–687.
- Ellis-Felege SN & Caroll JP 2012: Gamebirds and nest cameras: present and future. In: Ribic CA, Thompson FR & Pietz PJ (Hrsg) Video surveillance of nesting birds. *Studies in Avian Biol.* 43: 35–44.
- Götmark F 1992: The effect of investigator disturbance on nesting birds. *Current Ornithol.* 9: 63–104.
- Green RE, Hawell J & Johnson TH 1987: Identification of predators of wader eggs from egg remnants. *Bird Study* 34: 87–91.
- Groen NM & Hemerik L 2002: Reproductive success and survival of Black-tailed Godwits *Limosa limosa* in a declining local population in the Netherlands. *Ardea* 90: 239–248.
- Guilford TC & Dawkins MS 1987: Search images not proven: a reappraisal of recent evidence. *Anim. Behav.* 35: 1838–1845.
- Gysel LW & Davis EM 1956: A simple automatic photographic unit for wildlife research. *J. Wildlife Management* 20: 451–453.
- Hannon SJ, Martin K, Thomas L & Schieck J 1993: Investigator disturbance and clutch predation in Willow Ptarmigan: methods for evaluating impact. *J. Field Ornithol.* 64: 575–586.
- Herranz J, Yanes M & Suárez F 2002: Does photo-monitoring affect nest predation? *J. Field. Ornithol.* 73: 97–101.
- Herring G, Ackerman JT, Takekawa JY, Eagles-Smith CA & Eadie JM 2011: Identifying nest predators of American Avocets (*Recurvirostra americana*) and Black-Necked Stilts (*Himantopus mexicanus*) in San Francisco Bay, California. *Southw. Naturalist* 56: 35–43.
- Ibáñez-Álamo JD, Sanllorenzo O & Soler M 2012: The impact of researcher disturbance on nest predation rates: a meta-analysis. *Ibis* 154: 5–14.
- Kentie R, Booth C, Hooijmeijer JCEW & Piersma T 2015: Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits *Limosa limosa*. *Ibis* 157: 614–625.
- Krebs JR 1973: Behavioral aspects of predation. In: Bateson PPG & Klopfer PH (Hrsg) *Perspectives in Ethology*: 73–111. Springer, Boston.
- Langley CM 1996: Search images: Selective attention to specific visual features of prey. *J. Exp. Psychol.: Animal Behavior Processes* 22: 152–163.
- Lariviere S 1999: Reasons why predators cannot be inferred from nest remains. *Condor* 101: 718–721.
- Lenington S 1979: Predators and Blackbirds: The “Uncertainty Principle” in *Field Biology*. *Auk* 96: 190–192.
- Liebezeit JR & George TL 2003: Comparison of mechanically egg-triggered cameras and time-lapse video cameras in identifying predators at Dusky Flycatcher nests. *J. Field Ornithol.* 74: 261–269.
- MacDonald MA & Bolton M 2008: Predation on wader nests in Europe. *Ibis* 150 (Suppl. 1): 54–73.
- MacInnes CD & Misra RK 1972: Predation on Canada Goose nests at McConnell River, Northwest Territories. *J. Wildl. Manage.* 36: 414–422.
- Major RE 1990: The effect of human observers on the intensity of nest predation. *Ibis* 132: 608–612.
- Mallord JW, Orsman CJ, Cristinacce A, Butcher N, Stowe TJ & Charman EC 2012: Mortality of Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix* nests in Welsh Oakwoods: predation rates and the identification of nest predators using miniature nest cameras. *Bird Study* 59: 286–295.
- Mayfield HF 1975: Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bull.* 87: 456–466.
- McKinnon L & Bêty J 2009: Effect of camera monitoring on survival rates of High Arctic shorebird nests. *J. Field Ornithol.* 80: 280–288.
- Miller JR & Hobbs NT 2000: Recreational trails, human activity, and nest predation in lowland riparian areas. *Landscape and Urban Planning* 50: 227–236.
- Nehls G 2001: Entwicklung der Wiesenvogelbestände im Naturschutzgebiet Alte-Sorge-Schleife, Schleswig-Holstein. *Corax* 18 (Sonderheft 2): 81–101.
- Pietz PJ & Granfors DA 2000: Identifying predators and fates of grassland passerine nests using miniature video cameras. *J. Wildl. Manage.* 64: 71–87.
- Reid PJ & Shettleworth SJ 1992: Detection of cryptic prey: Search image or search rate? *J. Experimental Psychol.: Animal Behavior Processes* 18: 273–286.
- Richardson TW, Gardali T & Jenkins SH 2009: Review and meta-analysis of camera effects on avian nest success. *J. Wildlife Management* 73: 287–293.
- Royama T 1959: A device of an auto-cinematic food-recorder. *Japanese J. Ornithol.* 15: 172–176.
- Salathe T 1987: Crow predation on Coot eggs: effects of investigator disturbance, nest cover and predator learning. *Ardea* 75: 221–229.
- Salewski V, Evers A & Schmidt L 2019: Wildkameras ermitteln den Schlupferfolg von Gelegen der Uferschnepfe (*Limosa limosa*). *Natur und Landschaft* 94: 59–65.
- Salewski V & Schmidt L 2016: Beeinflussen Nestkameras den Schlupferfolg von Uferschnepfen *Limosa limosa*. *Ber. Vogelwarte Hiddensee* 23: 47–57.
- Salewski V & Schmidt L 2019: The Raccoon Dog - an important new nest predator of black-tailed Godwit in northern Germany. *Wader Study* 126: 28–34.
- Salewski V & Schmidt L 2020: Nest cameras do not affect nest survival in a meadow-nesting shorebird. *Bird Conserv. Internatn.* DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270920000659>.
- Salewski V, Schmidt L, Evers A, Klinner-Hötter B & Hötter H 2016: Bruterfolg von Uferschnepfen *Limosa limosa* in Schleswig-Holstein. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 44: 245–258.
- Salewski V & Schütze J 2017: Bruterfolg von Uferschnepfen an der Westküste Schleswig-Holsteins – ein Methodenvergleich. *Vogelwarte* 55: 187–198.
- Sanders MD & Maloney RF 2002: Causes of mortality at nests of ground-nesting birds in the Upper Waitaki Basin, South Island, New Zealand: a 5-year video study. *Biol. Conserv.* 106: 225–236.

- Schekkerman H, Teunissen W & Oosterveld E 2006: Breeding success of Black-tailed Godwits *Limosa limosa* under 'mosaic management', an experimental agri-environment scheme in The Netherlands. *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 32: 131–136.
- Schroeder J, Hooijmeijer J, Both C & Piersma T 2006: The importance of early breeding in Black-tailed Godwits (*Limosa limosa*). *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 32: 239–241.
- Snelling JC 1968: Overlap in feeding habits of Red-winged Blackbirds and Common Grackles nesting in a Cattail marsh. *Auk* 85: 560–585.
- Staller EL, Palmer WE, Carroll JP, Thornton RP & Sisson DC 2005: Identifying predators at Northern Bobwhite nests. *J. Wildlife Management* 69: 124–132.
- Strang CA 1980: Incidence of avian predators near people searching for waterfowl nests. *J. Wildlife Management* 44: 220–222.
- Teunissen W, Schekkerman H & Willems F 2006: Predation on meadowbirds in The Netherlands – results of a four-year study. *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 32: 137–143.
- Teunissen W, Schekkerman H, Willems F & Majoor F 2008: Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing (*Vanel-lus vanellus*) and Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*) in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. *Ibis* 150: 74–85.
- Thompson FR, Dijk W & Burhans DE 1999: Video identification of predators at songbird nests in old fields. *Auk* 116: 259–264.
- Tinbergen L 1960: The natural control of insects in pine woods I. Factors influencing the intensity of predation by song-birds. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 13: 265–343.
- van Paassen AG, Veldman DH & Beintema AJ 1984: A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wild-fowl* 35: 173–178.
- Verboven N, Ens BJ & Dechesne S 2001: Effect of investigator disturbance on nest attendance and egg predation in Eurasian Oystercatchers. *Auk* 118: 503–508.
- Westmoreland D & Best LB 1985: The effect of disturbance on Mourning Dove nesting success. *Auk* 102: 774–780.
- Whelan CJ, Dilger ML, Robson D, Hallyn L & Dilger S 1994: Effects of olfactory cues on artificial-nest experiments. *Auk* 111: 945–952.
- Yahner RH & Wright AL 1985: Depredation on artificial ground nests: Effects of edge and plot age. *J. Wildlife Management* 49: 508–513.
- Young KG, Kennedy LV, Smith PA & Nol E 2021: Testing whether camera presence influences habitat specific predation pressure on artificial shorebird nests in the arctic. *Arctic* 74: 22–29.
- Zámečník V, Kubelka V & Sálek M 2018: Visible marking of wader nests to avoid damage by farmers does not increase nest predation. *Bird Conserv. Internat.* 28: 293–301.

Forschungsmeldungen

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

Vogelschutz

Abhängigkeit der Brutgebiete der Heidelerche von Heterogenität und Konfiguration der Landschaft

Die Zahl der Vögel auf dem Lande ist in den letzten Jahrzehnten vor allem wegen der Intensivierung der Landwirtschaft zurückgegangen. Die Heidelerche *Lullula arborea*, eine gefährdete und durch die Europäische Vogelschutzrichtlinie geschützte Ackerlandart, kommt in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet in einer Vielzahl von Lebensräumen vor. Obwohl die Heterogenität der Lebensräume als wesentliches Merkmal anerkannt ist, kann die Bevorzugung oder Vermeidung bestimmter Lebensraummerkmale in ihrem Verbreitungsgebiet unterschiedlich sein, da an verschiedenen Orten unterschiedliche Bedingungen herrschen können. Solche Unterschiede wären eine Herausforderung für die Schutzbemühungen auf lokaler Ebene. Ziel der Studie war es, die Lebensraumassoziationen der Heidelerche zu bewerten und festzustellen, ob die Lebensraummerkmale, die an anderen Orten in ihrem Verbreitungsgebiet als wichtig eingestuft wurden, verallgemeinert und auf österreichische Populationen übertragen werden können. Darüber hinaus kann die Habitatvergesellschaftung durch Landnutzungsänderungen beeinflusst werden. Dafür wurden die Veränderungen in der Landnutzung von 2007 bis 2016 in 15 Gemeinden in der Umgebung von Heidelerchengebieten untersucht. Die Autoren quantifizierten die Zusammensetzung und Konfiguration der lokalen Landschaft in der Umgebung von 18 Revieren singender Männchen und 16 revierfernen Standorten. Es wurde herausgefunden, dass die Wahrscheinlichkeit von Revieren der Heidelerche mit der Heterogenität der Landschaft in der Größenordnung von 50 % bis 70 % zunahm, mit vereinzelt nackten Bodenflecken anstieg, mit einer Zunahme der Gesamtfleckendichte jedoch abnahm und von unbefestigten Straßen entfernt lag. Entgegen den Erwartungen gab es keine Hinweise auf eine veränderte Landnutzung. Im Gegensatz zu früheren Studien wurden die Vegetationshöhe sowie das Vorhandensein und die Nähe von Wäldern nicht als wichtige Habitatmerkmale ermittelt. Daher lassen sich einige Schutzempfehlungen von anderen Orten ableiten, z. B. die Erhaltung oder Verbesserung der landschaftlichen Heterogenität. Andere Empfehlungen sollten jedoch an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. In Österreich sollten sich die

Erhaltungsbemühungen darauf konzentrieren, verstreute Flächen mit kahlem Boden einzubeziehen und den Ausbau von unbefestigten Straßen in der Nähe von Heidelerchengebieten zu begrenzen, zusätzlich zur Förderung einer heterogenen Landschaft. (fz, joe)

Resch M & Suarez-Rubio M. 2021: Both landscape heterogeneity and configuration determine Woodlarks (*Lullula arborea*) breeding territories. PeerJ 9: e12476. doi: 10.7717/peerj.12476.

Wirksamkeit von Nistkästen als Form des Vogelschutzes nach einer Gebäude-modernisierung

Die Modernisierung städtischer Gebäude kann die Verfügbarkeit von Nistplätzen in Gebäuden verringern, was zu einem plötzlichen Rückgang der Dichte der städtischen Vogelwelt führt. In dieser Studie wurde die Verwendung von Nistkästen als Vogelschutzmaßnahme nach einer thermischen Modernisierung von Gebäuden untersucht. In einem 10 ha großen Versuchsgebiet im polnischen Olsztyn wurden fünf Arten von Nistkästen unterschiedlicher Größe und Form (insgesamt 132) angebracht. Die Nistkästen waren für Arten bestimmt, die den Zugang zu ihren früheren Nistplätzen verloren hatten. Alle Arten, die mit den Gebäuden assoziiert waren, nahmen deutlich ab oder verschwanden. Im ersten Jahr nach der Modernisierung nahm der Bestand des Haussperlings *Passer domesticus* um 66 % im Vergleich zum Zeitraum vor der Modernisierung ab, die Zahl der Dohlen *Corvus monedula* um 68 %, des Stars *Sturnus vulgaris* um 70 % und des Mauersegler *Apus apus* gar um 100 %. In den ersten beiden Jahren nach der Modernisierung nisteten die Vögel nur in Nistkästen. Nach einer fünfjährigen Beobachtung zeigte sich, dass die Verwendung von Nistkästen als Ausgleich verloren gegangener Nistplätze nach einer Gebäudesanierung dazu führen kann, dass sich eine Population auf ca. 50 % ihres ursprünglichen Niveaus erholt. Um die Anbringung von Nistkästen zu optimieren, sollten Wildtiermanager die Vorlieben der Zielarten für die Größe und Platzierung der Kästen berücksichtigen. Die Zeit, in der die Kästen verwendet werden, kann begrenzt werden, wenn eine Art bevorzugt außerhalb von Nistkästen, aber in Gebäuden nistet (z. B. der Haussperling) und keine zusätzliche Unterstützung benötigt. (fz, joe)

Dulisz B, Stawicka AM, Knozowski P, Diserens TA & Nawakowski JJ 2021: Effectiveness of using nest boxes as a form of bird protection after building modernization. *Biodivers Conserv.* 31: 277–294. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02334-0>.

Rückgang in der Vogelwelt der EU zeigt kontinentübergreifende Ähnlichkeiten zum Wandel der biologischen Vielfalt

Obwohl globale Bewertungen den Rückgang der biologischen Vielfalt belegen, haben einige die Stärke der Beweise in Frage gestellt, da Studien über lokale Lebensgemeinschaften oft ein weniger besorgniserregendes Bild der Veränderungen der biologischen Vielfalt zeigen. Die komplexe Natur der biologischen Vielfalt und unvollkommene Überwachungsdaten können diese Ergebnisse teilweise erklären. Auf der Grundlage eines umfangreichen Datensatzes kann ein erheblicher Verlust an biologischer Vielfalt in der einheimischen Vogelwelt der Europäischen Union (EU) festgestellt werden. Es wird geschätzt, dass der Gesamtbestand an Brutvögeln seit 1980 um 17–19 % zurückgegangen ist, was einem Verlust von 560–620 Millionen Einzelvögeln entspricht. Sowohl die Gesamtzahl als auch der prozentuale Rückgang der Vögel ist bei den Arten, die mit landwirtschaftlichen Flächen assoziiert sind, hoch. Obwohl die Populationswachstumsraten (\ln) der Arten in der Nähe von Null liegen, was einen relativ konstanten Gesamtbestand vermuten lassen würde, ist dieser stark rückläufig. Diese Abnahme resultiert aus den negativen Populationswachstumsraten der am weitesten verbreiteten Arten. Diese Arbeit unterstützt frühere Bewertungen, die auf einen erheblichen Verlust an biologischer Vielfalt in jüngster Zeit hindeuten und ruft dazu auf, die Bedrohung durch das Aussterben von Arten zu verringern und ihre Bestände wiederherzustellen – zum Wohle der Natur und der Menschen. (fz, joe)

Burns F, Eaton MA, Burfield IJ, Klvaňová A, Šilarová E, Staneva A & Gregory RD 2021: Abundance decline in the avifauna of the European Union reveals cross-continental similarities in biodiversity change. *Ecol. Evol.* 11: 16647–16660. doi: 10.1002/ece3.8282.

Hybridpaar Buntspecht x Blutspecht brütet erfolgreich

Hybriden zwischen verschiedenen Vogelarten sind vielfach dokumentiert, auch zwischen Bunt- *Dendrocopos major* und Blutspechten *Dendrocopos syriacus*. Blutspechte erreichen im südöstlichen Mittel- und Osteuropa ihre nordwestliche Verbreitungsgrenze. Trotz unterschiedlicher Nischen kommen beide dort vielfach sympatrisch und sogar syntop vor. Aus dem Großraum Krakau wird nun von einer Brut berichtet, bei der beide Elternteile Hybriden waren. Phänotypische und genetische Untersuchungen der Altvögel bzw. der Jungvögel – letztere anhand von Federn aus der Bruthöhle nach dem Ausfliegen bzw. von einem toten Jungvogel – ergab folgendes Bild: Beide Altvögel waren Hybriden, jedoch keine F1-Hybriden, sondern wahrscheinlich

Rückkreuzungen mit Buntspechten, wobei das Weibchen in der maternalen Linie einen Buntspecht hatte, das Männchen dagegen einen Blutspecht. Die Genotypen der mindestens drei Jungvögel bestätigten die doppelte Kreuzung mit Hybrideltern. Frühere genetische Untersuchungen hatten bereits einen hohen Anteil (20 %) an Hybriden in städtischen Blutspechtpopulationen identifiziert. Die Kurzmitteilung zeigt, dass Hybriden überlebensfähig und fertil sind. Aktuell kommt es im Bereich der Hybridzone zu einer Bestandsabnahme beim Blutspecht. Es ist aber unklar, ob die Abnahme durch Hybridisation verursacht wird oder umgekehrt die Bestandsrückgänge Hybridisierungen verursachen. Die Autoren machen auf mögliche Folgen der Hybridisierungen für den Schutz des Blutspechts aufmerksam. (ds)

Kajtoch Ł & B Kusal B 2022: The first case of a successful brood from a double hybrid mixed pair (*Dendrocopos syriacus* x *Dendrocopos major* (Picidae)) *Ibis*. doi: 10.1111/ibi.13096.

Minkfarmen verursachten Bestandsanstieg von Silbermöwen in Dänemark

In Dänemark haben die Bestände von Silber- *Larus argentatus*, Herings- *Larus fuscus* und Mantelmöwe *Larus marinus* zwischen den Jahren 2000 und 2020 zugenommen. Das Wachstum der Kolonien sollte dabei im Wesentlichen von den verfügbaren Nahrungsressourcen abhängig sein. Aus diesem Grund wurde die Bestandsentwicklung zahlreicher Möwenkolonien in Dänemark mit den verfügbaren Nahrungsquellen in der Umgebung korreliert. Neben Küstenhabitaten wurden auch städtische Gebiete und landwirtschaftliche Fellfarmen untersucht. In Dänemark befanden sich im Untersuchungszeitraum zahlreiche Minkfarmen. Minks *Neovison vison*, auch Amerikanische Nerze genannt, werden mit Fischabfällen und Sandaalen gefüttert, so dass es im Umfeld der Farmen offensichtlich ein reiches Nahrungsangebot für Möwen gibt. Räumliche Autokorrelation in den Wachstumsraten zeigte sich nur bei Silbermöwenkolonien und, anders als bei den beiden anderen Arten, korrelierte auch das Vorkommen von Minkfarmen und städtischen Gebieten mit dem Populationswachstum. Silbermöwenbestände in Dänemark sind also eng mit menschlichen Nahrungsquellen verknüpft. Ende 2020 wurden aufgrund der SARS-CoV-2-Pandemie alle Minkfarmen in Dänemark geschlossen und 17 Millionen Minks getötet. Damit verbunden ist ein dramatischer Wandel in der Verfügbarkeit an Nahrung für Silbermöwen und ein negativer Einfluss auf die dänische Silbermöwenpopulation wird befürchtet. Da in den Nachbarländern wie Deutschland der Bestandstrend der Silbermöwe bereits negativ ist, kommt diesen Aussichten eine zusätzliche naturschutzfachliche Bedeutung zu. (ds)

Meléndez-Arteaga J, Bregnballe T & Frederiksen M 2022. Identifying spatial drivers of long-term population growth in three large gull species: the importance of mink farms and urban areas. *Avian Conserv. Ecol.* 17. doi: 10.5751/ACE-02233-170210

Verrechnung der Kadaveranzahl mit der Flugintensität zur besseren Risikobewertung von Vogelkollisionen mit Stromleitungen

Der fortschreitende weltweite Ausbau der Stromnetze erhöht das Risiko von Vogelkollisionen mit Stromleitungen. Mehrere Feldstudien haben gezeigt, dass dieses Risiko durch die Markierung von Leitungen mit Flugabweisern verringert werden kann. Derzeit wird für die Bewertung der Wirksamkeit dieser Ablenkvorrichtungen ein Vorher-Nachher-Kontroll-Impact-Design (BACI) vorgeschlagen, von dem allgemein angenommen wird, dass es unverfälschte Ergebnisse liefert. Anhand systematischer Flugerhebungsdaten wird gezeigt, dass die dem BACI-Ansatz zugrundeliegenden Annahmen häufig nicht beachtet werden, was zu verzerrten Wirkungsabschätzungen führt. Die Autoren stellen ein alternatives Feld- und Statistikdesign vor, bei dem die Anzahl der Vogelschlagopfer direkt mit der Flugintensität der Vögel in Beziehung gesetzt wird („Fusionsdesign“), anstatt sie indirekt anhand einer Kontrollstelle zu schätzen. Das vorgestellte Design wird anhand von Simulationen validiert. Die Autoren halten die vorgestellte Methode für unvoreingenommen. Im Vergleich zu BACI weist sie eine etwa dreifach höhere statistische Aussagekraft auf, selbst unter idealen/unvoreingenommenen Datenbedingungen und bei ähnlichem Feldversuchsaufwand. Darüber hinaus bietet dieser Ansatz eine direkte Analyse der Reaktionen/Kollisionen der Vögel, eine Schätzung der Kollisionsraten und die Möglichkeit, die erforderliche Feldarbeit innerhalb einer einzigen Saison durchzuführen. Die vorgestellte Methode kann zur Standardisierung und Verbesserung künftiger Studien über die Wirksamkeit von Ablenkvorrichtungen verwendet werden, indem beispielsweise ein detaillierteres Bild der arten-, ablenkvorrichtungs- und lebensraumspezifischen Schätzungen gewonnen wird. (fz, joe)

Mercker M & Jödicke K 2021: Beyond BACI: Offsetting carcass numbers with flight intensity to improve risk assessments of bird collisions with power lines. *Ecol. Evol.* 11: 16716–16726. doi: 10.1002/ece3.8291.

Neozoen

Rotschnabel-Sonnenvogel: Neue invasive Vogelart in Großbritannien?

Rotschnabel-Sonnenvogel *Leiothrix lutea* (im Folgenden Sonnenvogel genannt, früher im Ziervogelhandel als Chinesische oder Japanische Nachtigallen

bekannt) sind Brutvögel des subtropischen Asiens. Sie brüten in dichten unterholzreichen Wäldern in vielen Teilen Chinas im Bereich des Himalayas westlich bis nach Pakistan. Sie waren lange Zeit beliebte Haustiere auch in Europa und haben sich als nicht-heimische Art durch den Transport durch Menschen in verschiedenen Teilen der Welt etabliert. Sie kommen heute u. a. auch in Japan oder auf Hawaii vor. In Europa gibt es sich ausbreitende und anwachsende Populationen in Portugal, Spanien, Italien und Frankreich. Die Bestände erreichen in ihrem invasiven Verbreitungsgebiet teilweise hohe Dichten. Sonnenvögel können sich dabei negativ auf heimische Ökosysteme auswirken: Auf Hawaii übertragen sie Krankheiten und verbreiten invasive Pflanzenarten. Mit ihrem Gesang können sie Vogelmenschen akustisch dominieren und das Gesangsverhalten von Rotkehlchen und Mönchsgrasmücken beeinflussen. Auch Konkurrenz um Nahrung (Früchte und Arthropoden) wird vermutet. Sonnenvögel wurden in den letzten Jahren nun auch verstärkt in Großbritannien beobachtet. Besonders aus den benachbarten Regionen Wiltshire und Somerset liegen Freilandbeobachtungen vor. Ob es sich um Gefangenschaftsflüchtlinge, absichtliche Freilassungen oder bereits in freier Wildbahn erbrütete Vögel handelt konnte nicht geklärt werden. Interessanterweise wird die Art zwar nur noch relativ selten in Großbritannien in Gefangenschaft gehalten und gezüchtet, aber da in anderen Teilen Europas Vögel teilweise für den Wildvogelhandel eingefangen wurden, ist die Art in Europa wohl weiterhin als Stubenvogel gefragt. Klima und die Fütterung von Wildvögeln im Garten werden als große Risiken im Hinblick auf die Ausbreitung in Großbritannien gesehen. Sonnenvögel gehen an Fütterungen und eine jüngere Publikation (Pereira et al. 2020) konnte zeigen, dass die Klimaeignung einiger Regionen Europas für diese Art angestiegen ist. Übrigens sind demnach auch weite Teile Westdeutschlands und der Schweiz klimatisch gut für die Art geeignet. Der vorliegende Artikel soll vor allem in Großbritannien für die mögliche Ausbreitung einer invasiven Art sensibilisieren. Die Art wird sicherlich teilweise übersehen und einige Nachweise in Großbritannien erfolgten über die Suche in sozialen Medien. Der Gesang ähnelt dem von Mönchsgrasmücken, die auch auf Playback mit Sonnenvogelstimmen reagieren. Letztlich sind Aktionspläne für Arten wie den Sonnenvogel notwendig, um die Etablierung der Art zu überwachen bzw. ein Management zu implementieren. (ds)

Broughton RK, Ramellini S, Maziarz M, Pereira PF. The Red-billed Leiothrix (*Leiothrix lutea*): a new invasive species for Britain? *Ibis*. doi: 10.1111/ibi.13090.

Pereira PF, Barbosa AM, Godinho C, Salgueiro PA, Silva RR, Lourenço R 2020: The spread of the red-billed leiothrix (*Leiothrix lutea*) in Europe: The conquest by an overlooked invader? *Biol. Inv.* 22: 709–722.

Ökologie

Fördern die evolutiven Wechselwirkungen zwischen Motten und Fledermäusen die Aufteilung von Nahrungsnischen zwischen Fledermäusen und Vögeln?

Eine ökologische Theorie besagt, dass die Koexistenz von Arten durch die Aufteilung der verfügbaren Ressourcen gefördert wird, wie bei der Aufteilung von Nahrungsnischen. Die Mechanismen, die der Aufteilung von Nahrungsnischen zugrunde liegen, sind jedoch nicht immer klar. Die Autoren untersuchten die Ernährung von sieben nachtaktiven, insektenfressenden Vogel- und Fledermausarten mit Hilfe von DNA-Metabarcoding des Kots. Geringe Nahrungsüberschneidungen (2 % bis 22 %) sprachen für eine Aufteilung der Ressourcen zwischen allen Arten. Die Unterschiede in der Ernährung entsprachen der Artidentität, der Art der Beuteerkennung und dem Nahrungssuchverhalten der Raubtiere. Insekten, die mit Ultraschall hören können, wurden deutlich häufiger von Vögeln als von Fledermäusen verzehrt, was mit einer evolutionär entwickelten Vermeidung von Echoortungsstrategien übereinstimmt. Im Gegenzug verzehrten Fledermäuse einen größeren Anteil von Insekten ohne Gehör. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass evolutive Wechselwirkungen zwischen Fledermäusen und Nachtfaltern zu einer Aufteilung der Nahrungsnischen und einer Koexistenz zwischen Fledermäusen und nachtaktiven Vögeln führten. (fz, joe)

Bullington LS, Seidensticker MT, Schwab N, Ramsey PW & Stone K 2021: Do the evolutionary interactions between moths and bats promote niche partitioning between bats and birds? *Ecol. Evol.* 11: 17160–17178. doi: 10.1002/ece3.8355.

Gefiederfärbung

Einfluss der Gefiederfarbe auf den Temperaturhaushalt von Vögeln

Die Gefiederfarbe eines Vogels kann großen Einfluss auf seinen Energiehaushalt haben. Unterschiedliche Farben absorbieren bzw. reflektieren die Sonneneinstrahlung unterschiedlich und dadurch unterscheidet sich die aufgenommene Wärme je nach Farbe ganz wesentlich. Der vorliegende Übersichtsartikel betrachtet die Effekte verschiedener Gefiederfarben sowohl im Hinblick auf das Energiebudget als auch auf die Flugeigenschaften. Auf den ersten Blick sieht es vergleichsweise einfach aus: Dunkles bzw. schwarzes Gefieder absorbiert mehr Licht, weißes Gefieder reflektiert es besser. Allerdings ist es nicht so einfach, wenn berücksichtigt wird, wie viel der Strahlung tatsächlich auf der Vogelhaut ankommt. Helles Gefieder lässt oft

das Licht leichter durch und sorgt so für eine Erwärmung der Haut. Bei dunklem Gefieder erfolgt der Wärmetransfer zur Haut durch Wärmeleitung und Konvektion, d. h. über die erwärmte Luft zwischen den Federn. Dunkle Färbungen entstehen durch Melanine, wobei Eumelanin und Phaeomelanin zumindest im sichtbaren Licht sich in den Absorptionseigenschaften unterscheiden. Auch Karotinoide absorbieren vergleichsweise weniger. Weiße Färbung entsteht durch die Abwesenheit von Pigmenten und eine diffuse Streuung des Lichts. Iridisierende Färbung hängt mit der Ausrichtung der Melanosomen zusammen. Neben der Federchemie spielt also auch die Dichte und Struktur der Federn bzw. des gesamten Gefieders eine Rolle. Das unterschiedliche Aufheizen ist natürlich – je nach Umgebungstemperatur – mit metabolischen Kosten verbunden, da die Körpertemperatur konstant gehalten werden muss. Jüngere Untersuchungen zeigen zudem, dass das Aufheizen der Gefiederoberfläche Einfluss auf Auf- und Abtrieb hat und so die Flugeigenschaften des Vogelkörpers beeinflusst. Der Ausblick zeigt, dass Vieles bisher erstaunlich wenig erforscht ist – Erkenntnisse an lebenden Vögeln, z. B. aus Metabolismuskammern, sind selten. Zur Untersuchung der Frage, wie unterschiedlich dunkle Flügel tatsächlich die Flugeigenschaften beeinflussen, bieten sich beispielsweise Experimente im Windkanal oder die Nutzung von Loggerdaten aus dem Freiland an. (ds)

Rogalla S, Shawkey MD & D’Alba L 2022: Thermal effects of plumage colouration. *Ibis*. doi: 10.1111/ibi.13100.

Die Färbung des Bartgeiers in den Pyrenäen: Zusammenhang von Geschlecht, Paarungssystem und Produktivität

Die kosmetische Färbung ist ein seltenes Phänomen bei Vögeln. Ausgewachsene Bartgeier *Gypaetus barbatus* zeigen typischerweise eine orangene Färbung von Kopf, Brust, Bauch und Tarsenfedern, die auf Schlammbäder in eisenhaltigen Substraten zurückzuführen ist. Zur Erklärung dieses Phänomens wurden mehrere, sich nicht gegenseitig ausschließende Hypothesen zur visuellen Signalgebung vorgeschlagen. Die Färbung könnte dazu dienen, Folgendes zu signalisieren: 1. Dominanz gegenüber Artgenossen, wobei dunklere Vögel dominant sind („Status-Signalisierungshypothese“); 2. Geschlecht („Geschlechtssignalisierungshypothese“), da weibliche Bartgeier in der Regel intensiver gefärbt sind; 3. individuelle Qualität bei der Partnerwahl („Qualitätssignalisierungshypothese“); und/oder 4. unterschiedliche Fortpflanzungsstrategien zwischen Individuen (z. B. polyandrische Weibchen mit zwei Männchen). Die Autoren präsentieren die Ergebnisse eines systematischen Monitorings von brütenden Bartgeiern

in der Vorbrutzeit in den zentralen und westlichen Pyrenäen zwischen 2016 und 2020. Erfasst wurden 162 Individuen aus 70 Fortpflanzungseinheiten (48 Paare und 22 Trios). Die Individuen wurden als weiß, blass, mittel und dunkel klassifiziert und die Beziehung zu Geschlecht, Paarungssystem (Paar oder Trio) und durchschnittlicher Produktivität über die Jahre hinweg analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass die häufigste Form die mittlere Form (67 %) war, gefolgt von der blassen (22 %), dunklen (9 %) und weißen (2 %) Form. Insgesamt waren die Weibchen dunkler als die Männchen, allerdings mit einer großen Überschneidung in der Färbung. In Trios waren die dominanten Männchen dunkler als die untergeordneten Männchen, obwohl die Unterschiede statistisch nicht signifikant waren. Das Paarungssystem (Paar oder Trio) hatte keinen Einfluss auf die Färbung der Weibchen. Ein Multimodellvergleich zeigte, dass die Anzahl der Jahre der Revierbesetzung, das Paarungssystem und deren Kombination (nicht aber die Färbung) die besten Prädiktoren für die durchschnittliche Produktivität waren. Die Ergebnisse unterstützen nicht die „Gender-Signalisierungshypothese“. Die „Reproduktionsstrategie-Signalisierungshypothese“ könnte unterstützt werden, da Beta-Männchen im Durchschnitt blasser waren als Alpha-Männchen in Paaren, aber dieses Thema erfordert weitere Untersuchungen, da die Ergebnisse nicht schlüssig waren. Die Tatsache, dass die den Männchen körperlich überlegenen Weibchen im Durchschnitt dunkler waren, stützt die „Status-Signalisierungs-Hypothese“, obwohl ein experimenteller Ansatz erforderlich wäre, um diese formell zu testen. (fz, joe)

Duchateau S, Chélic G, Gil JA & López-López P 2021: Adult colouration of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the Pyrenees: relation to sex, mating system and productivity. *Ibis* 164: 505–518.

Bioakustik

Weibliche Blaumeisen singen häufig

Vogelgesang spielt eine wichtige Rolle beim Anlocken von Partnern und Verteidigen von Revieren, aber auch beim Vermitteln in sozialen Konflikten, zur Paarkoordinierung oder in Alarmsituationen. Der Gesang steht daher unter sexueller Selektion und wurde lange als hauptsächlich männliches Merkmal betrachtet. Untersuchungen erfolgten dementsprechend vor allem an Männchen. Erst im 21. Jahrhundert ergab eine erste systematische weltweite Analyse, dass in den basalen Gruppen der Singvögel Gesang bei Vogelweibchen häufig auftritt und das Vorkommen von Gesang bei Männchen und Weibchen vermutlich der ursprüngliche Zustand ist. Weiblicher Vogelgesang hat jedoch weiterhin deutlich weniger Aufmerksamkeit erfahren als Gesang von Männchen. Das trifft sogar auf gut untersuchte

Arten wie die Blaumeise *Cyanistes caeruleus* zu. Obwohl es anekdotische Berichte über Gesang von Blaumeisenweibchen gibt, liegt bisher keine quantitative Studie bei dieser Art vor. In einer dreijährigen Untersuchung an individuell markierten Blaumeisen in einer Nistkastenpopulation auf dem Campus der Universität Lancaster, Vereinigtes Königreich, konnte nun festgestellt werden, dass Weibchen häufig und während der gesamten Untersuchungsperiode sangen. Weibchen sangen zwar insgesamt weniger als Männchen und auch nicht in der Morgendämmerung, der Gesang trat aber in funktionell ähnlichen Kontexten auf (Sologesang, agonistische und Alarm-Situationen). Der Gesang von Männchen und Weibchen zeigte eine ähnliche Struktur mit denselben Gesangstypen oder Höchsthäufigkeiten, aber Weibchen hatten ein kleineres Gesangsrepertoire, kürzere Triller und sangen mit niedrigerer vokaler Konsistenz. Unterschiedlicher Selektionsdruck wegen funktionaler Unterschiede im männlichen und weiblichen Gesang könnte die beobachtete Variation in der akustischen Struktur erklären. Die Autorinnen und Autoren hoffen, durch ihre Studie weitere Untersuchungen der Funktion des Weibchengesangs zu stimulieren, insbesondere in den gemäßigten Breiten, wo Weibchengesang insbesondere bei monomorphen Arten übersehen sein mag. (ks)

Sierro J, de Kort SR, Riebel K & Hartley IR 2022: Female blue tits sing frequently: a sex comparison of occurrence, context, and structure of song. *Behav. Ecol.* doi: 10.1093/beheco/arac044

Vogelzug

Zug des Wanderlaubsängers von Alaska nach Südostasien mittels Geolokatoren dokumentiert

Wanderlaubsänger *Phylloscopus borealis* sind die einzigen Vertreter der Laubsänger-Familie, deren Brutverbreitung in Alaska die Nearktis erreicht. Vögel aus dem äußersten Nordwesten Nordamerikas überwintern in Südostasien. Der Zug der Vögel wurde bisher jedoch noch nicht genauer dokumentiert. Im Denali-Nationalpark bzw. dem umgebenden Schutzgebiet wurden daher zwischen 2016 und 2018 61 adulte männliche Wanderlaubsänger beringt, von denen 42 mit Lichtlevel-Geolokatoren ausgestattet wurden. Mit der Uhrzeit können damit Sonnenauf- und -untergangszeiten bestimmt und außerhalb der Zeiten um die Tag-Nacht-Gleiche auch ungefähre geographische Koordinaten hergeleitet werden. Insgesamt wurden lediglich sechs Vögel wiedergefangen, von denen vier mit Geolokatoren ausgestattet waren. Zwei Datenlogger fielen jedoch aus, so dass die Daten von zwei Vögeln ausgewertet werden konnten. Bayessche Statistik wurde angewendet, um die Zugwege zu modellieren und

mögliche Unsicherheiten zu quantifizieren bzw. potentielle Fehler zu berücksichtigen. Der Abzug aus dem Brutgebiet erfolgte Anfang September. Die Vögel zogen über Russland und China. Ein Individuum überwinterte den Daten nach auf den Philippinen, einem bekannten Überwinterungsgebiet dieser Art. Der zweite Vogel hielt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit im Winter auf Palau auf. Der Inselstaat im Pazifik ist bisher nicht als Überwinterungsgebiet für Wanderlaubsänger bekannt. Da die Geolokatoren nicht bis zum Wiederfang Daten sammelten, konnten systematische Fehler jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen

werden und weitere Forschung erscheint notwendig. Die bisherigen Daten deuten darauf hin, dass die Vögel weitere Strecken über offene Wasserflächen zurücklegen als bisher angenommen und sind ein weiterer Baustein zur Erforschung globaler Vogelzugsysteme. (ds)

Adams EM, Stenhouse JJ, Gilbert AT, Boelsma J, Gress G, Weidensaul CS, Grigsby C, Williams EJ, Philips L & McIntyres 2022: The first documentation of the Nearctic-Paleotropical migratory route of the Arctic Warbler. *Ecol. Evol.* 12: e09223. doi: 10.1002/ece3.9223.

Die Rolle frugivorer Vögel bei Keimung und Verbreitung von Ficus-Arten mit fleischigen Früchten in KwaZulu-Natal, Südafrika

Fakultative Frugivorie ist eine bekannte und weit verbreitete Ernährungsweise innerhalb der mitteleuropäischen Avifauna (z. B. Stiebel & Bairlein 2008a,b). Die Interaktion zwischen den frugivoren Vögeln und den einheimischen Pflanzen gilt hierbei als ein klassisches Beispiel für einen Mutualismus, also eine für beide Spezies vorteilhafte Beziehung. Die Vögel nutzen die fleischige Umhüllung der Früchte als Nahrung und scheiden die Samen in der Regel unversehrt wieder aus. Hiermit tragen sie letztendlich in einem erheblichen Maße zur Ausbreitung der Pflanzen bei.

Dieses Phänomen findet sich natürlich auch in anderen Klimazonen. In den Tropen sind Feigen *Ficus spp.* eine wichtige Pflanzenfamilie, die vielerorts auch eine ökologische Schlüsselrolle innehaben (Cottee-Jones et al. 2016). Sie liefern ein nahrhaftes und jahreszeitübergreifendes Angebot an Früchten, die von zahlreichen frugivoren Vögeln oder Säugetieren verzehrt werden. Dies erfolgt häufig auch in Zeiten, in denen das Fruchtangebot anderer Pflanzen gering ist. Es ist auch hier ein Verhältnis zum gegenseitigen Vorteil wahrscheinlich, denn die Pflanzen profitieren von der Samenverbreitung durch Vögel oder Säugetiere fort von den Elternpflanzen. Hierdurch sollten Keimung und Entwicklung der Jungpflanzen begünstigt werden.

Wie lässt sich der Vorteil für verschiedene subtropische Feigenarten nun genauer beziffern? Dies haben sich die drei Autoren vom Zentrum für Funktionale Biodiversität der Universität von KwaZulu-Natal in Pietermaritzburg, Südafrika, gefragt (Raji et al. 2022). Um diese Frage zu klären untersuchten sie den Effekt des Fruchtverzehr durch sechs frugivore Vogelarten auf die kumulative Keimrate der Kapfeige *Ficus sur*, der Riesenblättrigen Feige *Ficus lutea* und der Natalfeige *Ficus natalensis*. Sie verglichen die Keimraten mit denen von Hand entfernter Samen sowie mit denen von ganzen Früchten (Raji et al. 2022).

Die Früchte der drei Ficus-Arten wurden an Rußkopfbülbüls *Pycnonotus tricolor*, Helmturakos *Tauraco corythaix*, Glanzhaubenturakos *Gallirex porphyreolophus*, Rotschwingerstare *Onychognathus morio*, Braunflügel-Mausvögel *Colius striatus* sowie invasive Halsbandsittiche *Psittacula krameri* verfüttert. Von diesen sechs Vogelarten ist bekannt, dass sie Feigen verzehren. Die Früchte wurden frisch, das heißt 24 bis 48 Stunden vor den Fütterungsversuchen, in der Umgebung von Pietermaritzburg gesammelt. Die drei bis sieben Ver-

suchsvögel je Art waren Wildfänge aus der Umgebung und lebten vor den Versuchen schon mehr als ein Jahr in Außenvolieren. Für die Versuche wurden sie in Einzelkäfigen in Gebäuden unter definierten Licht- und Temperaturbedingungen gehalten und ihr Kot gesammelt. Vor Beginn der Fütterungsversuche hatten die Tiere eine Woche Zeit, sich an die neuen Bedingungen zu gewöhnen. Gefüttert wurden sie einheitlich mit einem Gemisch aus frischen Früchten und Pellets. Die Feigen wurden auch schon vor Versuchsbeginn dem Futter beigemischt, damit den Vögeln die Früchte nicht fremd waren. Die Beimischung wurde dann zwei Tage vor den Fütterungsversuchen abgesetzt. Die Tiere hatten immer ausreichend Wasser in den Käfigen. Im Versuch wurden den Tieren in einem Zeitraum von 12 Stunden ausschließlich die Früchte der verschiedenen Feigen angeboten. Sowohl die ganze Frucht als auch geschnittene Teile wurden verfüttert. Die Vögel wurden 30 Minuten vor Versuchsbeginn und am Versuchsende gewogen, ebenso die angebotenen Feigen. Auch wurde das Verhalten der Tiere beobachtet.

Die Autoren erfassten die Darmpassagezeit, das heißt die Zeitspanne zwischen dem Verzehr der Früchte bis zum ersten Wiedererscheinen der Samen in den Ausscheidungen der Vögel. Die Samen aus dem Kot sowie Samen, die mit der Hand vom Fruchtfleisch befreit worden waren, als auch ganze Früchte wurden zeitgleich in Pflanzschalen in einem Gewächshaus ausgebracht. Das Wachstum der Keimlinge wurde täglich erfasst und der Anteil gekeimter Samen als Keimerfolg berechnet. Mit Ausnahme von Samen der Kapfeige, welche von Rußkopfbülbüls verzehrt worden waren, war der Keimerfolg bei den von Vögeln verzehrten Samen signifikant höher verglichen mit dem von ganzen Früchten oder dem Keimerfolg von Samen, die mit der Hand vom Fruchtfleisch befreit worden waren. Die verzehrten Samen keimten auch am schnellsten, gefolgt von den Samen aus ganzen Früchten und schließlich den Samen, die aus dem Fruchtfleisch freigelegt worden waren. Verzehrte Samen von Kapfeigen und Riesenblättrigen Feigen wiesen höhere Keimraten auf als die der Natalfeige.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass der Verzehr durch Vögel die Keimung von Feigen-Samen typischerweise verbesserte, also einen deutlichen Vorteil für die Pflanzen darstellt. Zusätzlich haben die Feigen noch den Vorteil, dass die Samen über eine weite Strecke

verbreitet werden. Diese Erkenntnisse sind von weitreichender Konsequenz, da sie ein Potenzial zur Verbesserung der Keimung und Verbreitung von Ficus-Samen bieten. Sie zeigen auch eindrucksvoll die gegenseitige Wechselwirkung der verschiedenen Systeme eines Ökosystems.

Cottee-Jones HEW, Bajpai O, Chaudhary LB & Whittaker RJ 2016: The importance of Ficus (Moraceae) trees for tropical forest restoration. *Biotropica* 48: 413–419.

Raji IA, Thabethe V & Downs CT 2022: The role of avian frugivores in the germination and dispersal of fleshy-fruited Ficus species in KwaZulu-Natal, South Africa. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-022-01963-8>.

Stiebel H & Bairlein F 2008a: Frugivorie mitteleuropäischer Vögel I: Nahrung und Nahrungserwerb. *Vogelwarte* 46: 1–23.

Stiebel H & Bairlein F 2008b: Frugivorie mitteleuropäischer Vögel II: Einfluss des Fruchtangebotes auf die räumliche und zeitliche Habitatnutzung frugivorer Vogelarten. *Vogelwarte* 46: 81–94.

Frank R. Mattig

Schilfsterben und Schutz kleiner Schilfvögel am Neusiedler See, Österreich

Feuchtbiotope in Flachwasser- und Uferandbereichen von Gewässern in Mitteleuropa werden häufig Röhricht genannt. Die gleichnamige Pflanzengesellschaft besteht aus großwüchsigen, schilfartigen Pflanzen, den sogenannten Röhrichtpflanzen. Hierzu gehören der Rohrkolben *Typha spec.*, der Igelkolben *Sparganium spec.*, das Rohr-Glanzgras *Phalaris arundinacea* und der Wasser-Schwaden *Glyceria maxima*. Die dominierende Zeigerart ist aber das Schilf oder Schilfrohr *Phragmites australis*, welches zum Teil sogar als „natürliche Monokultur“ anzutreffen ist. Es hat regional wirtschaftliche Bedeutung, zum Beispiel als Reet im Häuserbau oder bei der Gewässerreinigung in biologischen Pflanzenkläranlagen. Daneben besteht eine Röhrichtgesellschaft aber noch aus einer Reihe weiterer Pflanzenarten, wie der Sumpfschwertlilie *Iris pseudacorus*, der Schwanenblume *Butomus umbellatus* oder dem Froschlöffel *Alisma spec.* sowie weiteren Arten.

Im Röhricht lebt eine Vielzahl verschiedener Tierarten, auch wenn dies auf den ersten Blick nicht immer ersichtlich ist. Besonders die Wirbellosenfauna auf, in und zwischen den Pflanzen ist vielfältig. Aber auch die Unterwasserzone ist artenreich. Der Bereich zwischen den Halmen der Röhrichtpflanzen dient Fischen als Laichplatz und ist ein idealer Schutzraum für die Jungfische. Amphibien nutzen den Bereich ebenfalls zum Laichen und auch die Kaulquappen finden nach dem Schlupf zwischen den Schilfhalmen Schutz vor Fressfeinden. Wichtige Wirbellose dieses Bereiches sind zum Beispiel die Larven von diversen Libellenarten.

Vögel nutzen Schilfbestände als Brut-, Rast-, Sing-, Mauser- oder Schlafplatz, als Jagdgebiet oder Fluchtversteck. Einige Arten, wie Graugänse *Anser anser*, verwerten die jungen Sprossen und Blätter des Schilfes direkt als Nahrung. Hingegen verbringen die eigentlichen „Schilfvögel“ wie Rohrsängerarten *Acrocephalus spec.*, Rohrdommel *Botaurus stellaris* oder Zwergdommel *Ixobrychus minutus* ihr ganzes Leben im Schilf. Sie sind perfekt an das Leben im Schilfröhricht angepasst.

Andere sind dort nur zeitweise zu Hause, wie beispielsweise Blässhuhn oder Haubentaucher zur Brut. Aber auch eine Reihe weiterer Vogelarten, die nicht zu den typischen Schilfbewohnern zählen, nutzen Röhrichte oft als sichere Rast- und Schlafplätze auf dem Zug.

Feuchtbiotope sind stark bedroht und verringern sich in besorgniserregender Geschwindigkeit. Verglichen mit dem Jahr 1700 hat sich weltweit die Fläche natürlicher Feuchtbiotope bis heute um über 80 % verringert (Davidson 2014). Aber auch in den verbleibenden Feuchtgebieten ist in den letzten 60 Jahren in Europa ein rasanter Rückgang von Schilfbeständen zu beobachten (Gigante et al. 2014). Die Gründe hierfür sind vielfältig und nicht einfach zu quantifizieren: Eutrophierung, anthropogene Änderungen der oberflächlichen Wasserstände, Änderungen des Grundwasserspiegels, mechanische Zerstörung, Parasiten und andere Faktoren können die Ursache für ein Absterben des Schilfes sein (Tóth 2016; Lastrucci et al. 2017). Dies hat dann natürlich drastische Auswirkungen auf die von diesem Lebensraum abhängigen Tierarten.

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees ist mit 180 km² nach dem Donau-Delta das zweitgrößte zusammenhängende Schilfgebiet Europas. Er hat sich in seiner heutigen Form ab 1909 mit der Eröffnung des Einserkanals zwischen See und Donau gebildet. Hierdurch wurde eine Verringerung des Salzgehaltes im See bewirkt und das konkurrenzstarke Schilf konnte sich rund um den See verbreiten. Es bewächst heute fast alle Seebereiche mit geringem Wasserstand und beherbergt nach Dvorak et al. (2020) große Brutbestände von Schilfvögeln wie zum Beispiel dem Teichrohrsänger *Acrocephalus scirpaceus* (70.000–90.000 Paare), der Wasserralle *Rallus aquaticus* (10.000–16.000 Paare), dem Rohrschwirl *Locustella luscinioides* (9.500–11.500 Paare), dem Mariskensänger *Acrocephalus melanopogon* (5.000–8.000 Paare), dem Kleinen Sumpfhuhn *Zapornia parva* (2.700–5.500 Paare), der Bartmeise *Panurus biarmicus* (3.000–5.000 Paare) und der Rohrammer

Emberiza schoeniclus (2.500–4.000 Paare). Der Schutz des Schilfgürtels am Neusiedler See ist daher von entscheidender Bedeutung für die Erhaltung der Vogelarten, die auf diesen Lebensraum angewiesen sind.

In den letzten Jahrzehnten führte ein Rückgang oder gar ein Ausbleiben der Schilfernte durch eine fehlende Eisbedeckung im Winter zu einer Bildung von sehr alten Schilfbeständen. Viele dieser Bestände sind älter als 15 Jahre und zeigen deutliche Signale des Absterbens. Wie sich diese Prozesse auf die Anwesenheitszahlen der Schilfvögel auswirken ist bisher kaum bekannt. Vor diesem Hintergrund haben die beiden Autoren von BirdLife Österreich in Wien untersucht, wie sich Alter und Struktur des degradierten Schilfs auf Brutvogelarten auswirken (Nemeth & Dvorak 2022).

Dazu haben die Autoren Vogelzählungen von acht Arten an 111 Punkten mit Habitatmessungen und Schilfalter in Beziehung gesetzt. Das Studiengebiet erstreckte sich auf 75 km² im westlichen und nordöstlichen Teil des Neusiedler Sees. Es schloss das gesamte Westufer auf österreichischem Gebiet mit ein. Der Schilfgürtel reicht hier bis zu fünf Kilometer in den See hinein bis zu einer Wassertiefe von 1,5 Metern. Die Forscher erfassten seit 2014 jährlich im Frühjahr die Schilfbestände durch Fernerkundung per Flugzeug und zwischen 2018 und 2019 zusätzlich durch Satellitenbilder. Die erfassten Schilfbestände wurden dann in fünf Altersklassen eingeteilt: Die Klasse eins umfasste die Gebiete, die im vorherigen Jahr geschnitten worden waren (11,5 % des Untersuchungsgebietes; 8,4 km²) und die Klasse zwei war das ein- bis vierjährige Schilf (14,9 % des Untersuchungsgebietes; 11,1 km²). Klasse drei umfasste die Schilfbestände im Alter von 5–9 Jahren (8,3 % des Untersuchungsgebietes; 6,2 km²), Klasse vier die zehn- bis vierzehnjährigen (19,5 % des Untersuchungsgebietes; 14,6 km²) und die Klasse fünf die Bestände älter als 14 Jahre (46,2 % des Untersuchungsgebietes; 34,6 km²).

Die 111 Beobachtungspunkte verteilten sich zufällig im Untersuchungsgebiet mit der Maßgabe, für die Forscher logistisch erreichbar zu sein und waren im Minimum 120 m voneinander entfernt. Auf die Altersklassen des Schilfes entfielen: Klasse eins 13 Punkte, Klasse zwei 20 Punkte, Klasse drei 16 Punkte, Klasse vier 24 Punkte und Klasse fünf 38 Punkte. Im Jahr 2019 wurden die Bestände von acht Vogelarten an diesen 111 Punkten anhand von ihren Revierrufen und Feldbeobachtungen mit Stehleitern erfasst. Jeder Punkt wurde zwischen dem 3. Mai und 27. Juni dreimal vormittags beprobt. Die Beobachtungen erfolgten standardisiert und für die weiteren Analysen wurden die beobachteten Bestände des Kleinen Sumpfhuhnes, der Wasserralle, des Drosselrohrsängers *Acrocephalus arundinaceus*, des Teichrohrsängers, des Rohrschwirls, des Mariskensängers, der Bartmeise und der Rohrammer verwendet. Bei der letzten Art ging nur die Anzahl der Sichtungen in die Analyse ein, da die Rohrammer keine Revierrufe äußert. Wurden keine Wasserrallen oder Kleinen Sumpfhühner

beobachtet, wurden zur Absicherung dieses Ergebnisses Klangattrappen eingesetzt.

Nach der Brutsaison haben die Autoren an 93 dieser Beobachtungspunkte die Besonderheiten des jeweiligen Habitats erfasst. Sie maßen auf standardisierten Transekten die Vegetationshöhe und -dichte in drei verschiedenen Abständen vom Boden (50, 100, 150 cm), die Dicke der Schilfhalme sowie die Anzahl der gebrochenen Schilfbestände und das Verhältnis von diesjährigen zu alten Halmen. Auch die Wassertiefe und der Anteil an offener Wasserfläche wurden erfasst sowie das Vorkommen von Schilfmatten (komplett abgestorbene und verfilzte Schilfbestände). Mithilfe verschiedener statistischer Methoden haben die Autoren dann ermittelt, welche Schilfalterklasse die untersuchten Vogelarten bevorzugen und wie sich die gemessenen Parameter der Habitate auf die Verteilung der Vögel auswirken.

Im Ergebnis unterschieden sich die untersuchten Vogelarten in ihrer bevorzugten Schilfalterklasse. Die Brutreviere des Drosselrohrsängers sind zum Beispiel hauptsächlich in den bis zu vier Jahre alten Schilfbeständen anzutreffen, während das Kleine Sumpfhuhn bevorzugt in mehr als 14 Jahre alter Vegetation brütet. Die Autoren erwarteten im Vorfeld der Studie, dass einige Arten in den ältesten Altersklassen häufiger vorkommen würden, doch erwiesen sich große Teile der alten Schilfbestände selbst für diese „Altschilf“-Spezialisten als zu degradiert. Habitatmerkmale, die mit dem Absterben des Schilfs zusammenhängen, wie die Anhäufung gebrochener Schilfstängel, das Auftreten von verfilztem Schilf, geringe Vegetationshöhe oder offene Wasserflächen, wurden von einigen Arten bei mittleren Werten bevorzugt. Extreme Werte wirkten sich aber immer negativ auf die Häufigkeit der untersuchten Vogelarten aus.

Gegenwärtig sind die abgeernteten Schilfflächen am Neusiedler See klein und damit auch die Flächen, auf denen sich junges Schilf bilden kann. Durch Abbrennen von Schilf können auch keine neuen Flächen geschaffen werden, da diese Methode zurzeit verboten ist. Für die Zukunft rechnen die Autoren daher mit einem stärkeren Absterben des Schilfs und damit einhergehend mit einem Rückgang der Vogelzahlen. Die aufgrund der Klimaerwärmung im Winter fehlende Eisdecke verhindert ein nachhaltiges Abschneiden dieser sehr alten Schilfbestände. Die Autoren empfehlen daher eine vorsichtige Einführung des Feuermanagements als Maßnahme zur Sicherung dieses einzigartigen Vogel-lebensraums.

Dvorak M, Grüll A, Laber J & Ranner A 2020: Beiträge zur Vogelwelt des Neusiedler See - Gebietes. BirdLife Österreich, Wien.

Gigante D, Angiolini C, Landucci F, Maneli F, Nisi B, Vaselli O, Venanzoni R & Lastrucci L 2014: New occurrence of reed bed decline in southern Europe: do permanent flood-

- ing and chemical parameters play a role? *Comptes Rendus Biol* 337: 487–498.
- Lastrucci L, Cerri M, Coppi A, Ferranti F, Ferri V, Foggi B, Lazzaro L, Reale L, Venanzoni R, Viciani D & Gigante D 2017: Understanding common reed die-back: a phyto-coenotic approach to explore the decline of palustrine ecosystems. *Plant Sociol* 54: 15–28.
- Nemeth E & Dvorak M 2022: Reed die-back and conservation of small reed birds at Lake Neusiedl, Austria. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-022-01961-w>.
- Tóth VR 2016: Reed stands during different water level periods: physico-chemical properties of the sediment and growth of *Phragmites australis* of Lake Balaton. *Hydrobiologia* 778: 193–207.

Frank R. Mattig

Das Mikrobiom auf der Eischale eines Brutparasiten spiegelt die Umwelt, nicht die Art wider

Mit dem Begriff Mikrobiom ist die Gesamtheit aller Mikroorganismen gemeint, die ein vielzelliges Lebewesen natürlicherweise und damit ohne die Auslösung von Krankheitssymptomen besiedeln. Ihre Zahl kann beträchtlich sein. Beim Menschen übersteigt die Zahl der Mikroben die Zahl der Körperzellen deutlich. Die Forschung der letzten Jahre hat die Bedeutung des Mikrobioms für die Gesundheit und die Entwicklung von Wirbeltieren gezeigt. Es beeinflusst beispielsweise die Entwicklung und die Funktion des Immunsystems (Thaiss et al. 2016). Im Gastrointestinaltrakt werden neben der Verwertung der aufgenommenen Nahrung den Mikroorganismen viele weitere wichtige Funktionen zugeschrieben, darunter die Synthese lebenswichtiger Vitamine (B und K) oder die Produktion kurzkettiger Fettsäuren. Diese dienen beispielsweise als Energiequelle für Darmschleimhautzellen, bestimmen das Darmmilieu mit oder fördern die Darmperistaltik. Auch ein Verdrängungseffekt von Krankheitserregern wird einem gesunden Mikrobiom zugeschrieben. Veränderungen des Darmmikrobioms stehen beim Menschen unter anderem mit Erkrankungen wie Adipositas, Darmentzündungen, Darmtumoren oder Darmkrebs und weiteren Krankheiten in Zusammenhang. Eine spannende Frage ist, wie sich das individuelle Mikrobiom ausprägt, in wieweit hier genetische Faktoren eine Rolle spielen oder ob und wie eine Übertragung von der Mutter auf den Nachwuchs erfolgt. Das Mikrobiom beeinflusst viele Aspekte der Biologie der Wirbeltiere, wobei umgekehrt auch die Wirbeltiere den Mikroorganismen vielfältige ökologische Nischen als Lebensraum bieten. Hierbei ist die genaue Beschreibung der Interaktionen zwischen Wirbeltier und seinen bewohnenden Mikroben der Schlüssel für das Verständnis von dessen Biologie.

Dies gilt natürlich auch für die Wirbeltiergruppe der Vögel. Untersuchungen haben gezeigt, dass deren Mikrobiom ihre Ökologie und ihre Evolution widerspiegeln (Cao et al. 2020) oder durch ihre Umwelt geprägt ist (Grond et al. 2019). Weiterhin wird die Entwicklung von Vögeln durch deren Mikrobiom beeinflusst (Kohl et al. 2018), aber noch ist vieles hinsichtlich der Arten-

zusammensetzung und der Anzahl von Mikroben in Vögeln sowie deren Effekte weitgehend unbekannt.

Das Mikrobiom eines Wirtes kann schon sehr früh im Leben, beispielsweise durch die ersten Kontakte mit bestimmten Mikroorganismen, beeinflusst werden. Das heißt, um die Ausprägung des Mikrobioms von Vögeln zu verstehen, muss man sich die Verhältnisse während der Brut und dem Schlupf der Küken ansehen und verstehen. Mögliche frühe Übertragungswege von Mikroorganismen auf die Küken sind die brütenden Elterntiere oder die Nestumgebung. Potenzielle Lebensräume für Mikroorganismen auf oder in Vögeln sind die Federn und die Haut oder der Verdauungstrakt. Daneben sind noch die Schalen der Eier als eine mögliche Übertragungsquelle zu nennen. Um einen Gasaustausch zu gewährleisten sind die Schalen der Eier porös und können von Mikroorganismen besiedelt werden (Chen et al. 2019). Diese Mikroben können zum einen aus der Nestumgebung stammen als auch von den Elterntieren durch den Körperkontakt bei der Brut oder aus dem Urogenitaltrakt beim Legen. Das Mikrobiom der Eischale kann das Mikrobiom der Vögel beim Schlüpfen prägen und durch Einflüsse von Eltern und Umwelt weiter geformt werden. Eine Übertragung des Mikrobioms des Weibchens auf die Küken ist für manche Vogelarten belegt (Dietz et al. 2020), während sie bei anderen nicht nachgewiesen werden konnte (Grond et al. 2017).

Um die Übertragung von Mikroorganismen via Eischale vom weiblichen Vogel auf die Küken zu untersuchen, haben die Autoren von der University of Connecticut in Storrs (Connecticut, USA) das Eischalen-Mikrobiom eines Brutparasiten, des Braunkopf-Kuhstärkings *Molothrus ater* und seines Wirts, dem Pieperwaldsänger *Seiurus aurocapilla*, bestimmt (Basso et al. 2022). Brutparasiten stellen ein natürliches System dar, das von den Einflüssen durch Eltern und Umwelt zwangsläufig abgekoppelt ist. Da der Braunkopf-Kuhstärking im Unterschied zum einheimischen Kuckuck das Gelege des Wirtsvogels meist intakt lässt, konnten beide Eischalen auch aus demselben Nest beprobt werden. Sollte das Mikrobiom in den Eischalen beim Legen geprägt werden,

sollte man hier deutliche Unterschiede in den Eiern beider Arten aus einem Nest erwarten. Ist das Mikrobiom in den Schalen eher durch den Körperkontakt beim Brüten geprägt, sollte das Mikrobiom in den Schalen beider Arten im gleichen Nest ähnlich sein. Letzteres Ergebnis ist auch zu erwarten, wenn das Mikrobiom in den Schalen durch die Nestumgebung bestimmt würde.

Insgesamt wurden 20 Eier des Pieperwaldsängers und neun Eier des Braunkopf-Kuhstärklings aus 11 verschiedenen Nestern aus vier Gebieten in Connecticut beprobt. Von 10 Nestern wurde zusätzlich auch das Nestmaterial direkt unter den Eiern beprobt. Auch wurde erfasst, ob die Vögel mit dem Bebrüten schon begonnen hatten. Vier der Gelege waren nicht vom Braunkopf-Kuhstärkling parasitiert. Die Proben wurden mit sterilen Tupfern genommen und bis zur Analyse gefroren gelagert. Die Autoren untersuchten die V4-Region des 16S rRNA-Gens mit einem kommerziellen Kit. Die 16S RNA aus der kleinen Untereinheit der 70S Ribosomen ist für Prokaryoten charakteristisch und lässt einen Rückschluss auf die mikrobielle Artenzusammensetzung zu. Die Diversität der gewonnenen Ergebnisse wurde von den Autoren statistisch mit Hilfe des Shannon-Index ausgewertet.

Ein Ergebnis der Analysen war, dass sich das Mikrobiom der Eischalen beider Arten nicht signifikant voneinander unterscheidet. Die beobachteten Unterschiede lassen sich am besten durch das Nest, in das ein Ei gelegt wurde, und durch die Umgebung des Nests erklären. Die Untersuchung deutet darauf hin, dass das Mikrobiom einer Eischale durch das Nest und die lokale Umgebung beeinflusst wird und deutlich weniger von der Elternvogelart.

Abschließend bleibt noch anzumerken, dass der Probenumfang der Untersuchung für eine detaillierte statistische Analyse sehr gering war. Dies war der Anzahl der gefundenen Nester geschuldet und ist häufig eine Schwierigkeit von Freilanduntersuchungen. Auch fehlt noch der Zusammenhang zwischen dem hier untersuchten Mikrobiom der Eischale und dem Mikrobiom, das sich dann letztendlich in den Küken etabliert. Zur Klärung der Frage, welche Faktoren die mikrobielle Ausstattung von Jungvögeln bestimmen, sind noch weitere Untersuchungen nötig.

- Basso B, Poryanda E, Grames E, Grond K, Knutie SA & Hirdet SM 2022: Eggshell microbiota of a brood parasite reflects environment, not species. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-022-01973-6>.
- Cao J, Hu Y, Liu F, Wang Y, Bi Y, Lv N, Li J, Zhu B & Gao GF 2020: Metagenomic analysis reveals the microbiome and resistome in migratory birds. *Microbiome* 8: 1–18.
- Chen X, Li X, He Z, Hou Z, Xu G, Yang N & Zheng J 2019: Comparative study of eggshell antibacterial effectivity in precocial and altricial birds using *Escherichia coli*. *PLoS ONE* 14: 1–16.
- Dietz MW, Salles JF, Hsu BY, Dijkstra C, Groothuis TGG, van der Velde M, Verkuil YI & Tieleman BI 2020: Prenatal transfer of gut bacteria in rock pigeon. *Microorganisms* 8(1): 61.
- Grond KR, Lanctot B, Jumpponen A & Sandercock BK 2017: Recruitment and establishment of the gut microbiome in arctic shorebirds. *FEMS Microbiol. Ecol.* 93: 1–9.
- Kohl KD, Brun A, Bordenstein SR, Caviedes-Vidal E & Karasov WH 2018: Gut microbes limit growth in house sparrow nestlings (*Passer domesticus*) but not through limitations in digestive capacity. *Integr. Zool.* 13: 139–151.
- Thaiss CA, Zmora N, Levy M & Elinav E 2016: The microbiome and innate immunity. *Nature* 535: 65–74.

Frank R. Mattig

Erste Einblicke in Zugrouten und Überwinterungsgebiete von Rötelschwalben (*Cecropis daurica rufula*) der Iberischen Halbinsel

Die Rötelschwalbe *Cecropis daurica rufula* erinnert in ihrem Erscheinungsbild mit den langen Schwanzspießern an die etwa gleichgroße Rauchschwalbe *Hirundo rustica*. Sie ist aber sofort unterscheidbar durch ihren hellen, beim Männchen rostroten Bürzel, durch ihr rotbraunes Nackenband und die ebenso gefärbten Kopfseiten sowie durch die schwarzen Unterschwanzdecken. Unverkennbar sind die geschlossenen Nester, die in Form einer halbierten Flasche aus Lehm und Speichel unter Decken geklebt werden. Der Hals des Eingangs kann hierbei durchaus einen halben Meter lang werden.

Die Brutgebiete der Rötelschwalbe sind zum Teil fragmentiert, umfassen aber ein sehr großes Gebiet (Bird-Life International 2022). In Afrika erstrecken sie sich neben Vorkommen im Nordwesten des Kontinents in

einem Band südlich der Sahelzone von der West- bis zur Ostküste. In Asien brüten die Vögel in Indien sowie in Süd- und Südostasien. Die europäischen Brutgebiete umfassen die südliche Iberische Halbinsel, ziehen sich dann mit Lücken an der Küste des Mittelmeeres bis nach Israel und dann weiter über Syrien bis in den Iran. Nur die Rötelschwalben, die in Indien und in Afrika südlich der Sahelzone brüten, sind Standvögel, alle anderen sind Zugvögel. Bis in die 1950er Jahre war die Rötelschwalbe ein seltener und unregelmäßiger Irrgast in Mitteleuropa. Seitdem findet in Südeuropa eine Arealausdehnung nach Norden statt und so ist sie auch in Deutschland häufiger zu beobachten. Die weltweiten Bestände sind stabil und die Art ist nicht als bedroht eingestuft.

Um die Zugrouten und Überwinterungsgebiete der westpaläarktischen Rötelschwalben näher zu beschreiben, haben die Autoren von der schweizerischen Vogelwarte in Sempach und dem Katalanischen Ornithologischen Institut (ICO) sowie dem Multidisziplinären Wissenschaftsinstitut für nachhaltige Jagd und Erhaltung der Biodiversität (IREC) in Ciudad Real EURING- und Geolokations-Daten ausgewertet (Wong et al. 2022). Der untersuchte EURING-Datensatz umfasste 403 Rötelschwalben, die zwischen 1960 und 2020 außerhalb der Brutsaison entweder beringt oder wiedergefunden worden waren. Dazu fingen die Autoren 88 adulte Rötelschwalben an zwei Brutplätzen in Spanien (Ciudad Real sowie Maresme) jeweils im Juni/Juli der Jahre 2019 und 2020 mit Japannetzen und markierten 56 von diesen mit Geolokatoren. Hiervon konnten die Autoren fünf wiedergefangen und dann die Daten der Geolokatoren auswerten: Die Vögel, die auf der zentralen und östlichen Iberischen Halbinsel gebrütet hatten, flogen zu Überwinterungsorten im sub-saharischen Westafrika zwischen Senegal/Mauretanien und Ghana. Zwei der getrackten Rötelschwalben nutzten mehrere Überwinterungsplätze pro Saison. Trotz der großen Schwankungsbreite der Abzugszeiten im Herbst (Au-

gust–Oktober) und im Frühjahr (Februar–März) erreichten die getrackten Vögel ihre Nichtbrut- bzw. Brutplätze innerhalb von 1–2 Wochen. Auch die Auswertung der EURING-Daten spricht für einen südwestlichen Zug: eine Rötelschwalbe, die in Südspanien beringt worden war, wurde zwanzig Monate später im südlichen Marokko geschossen. Dazu waren in dem Datensatz noch drei Tiere, die auf der spanischen Halbinsel beringt und wiedergefunden worden waren.

Die Arbeit gibt einen ersten Einblick in den Lebenszyklus der auf der spanischen Halbinsel brütenden Rötelschwalben, die ihren Bestand und ihr Areal in den letzten Jahren deutlich vergrößert haben. Inwieweit der Klimawandel hierbei eine Rolle spielt, müssen weitere Arbeiten zeigen.

BirdLife International 2022 Species factsheet: *Cecropis daurica*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/red-rumped-swallow-cecropis-aurica>. Accessed 17.09.2022.

Wong JB, Turon F, Fernández-Tizón M & Hahn S 2022 First insights into migration routes and nonbreeding sites used by Red-rumped Swallows (*Cecropis daurica rufula*) breeding in the Iberian Peninsula. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-022-02011-1>.

Frank R. Mattig

Vogelwarte Aktuell

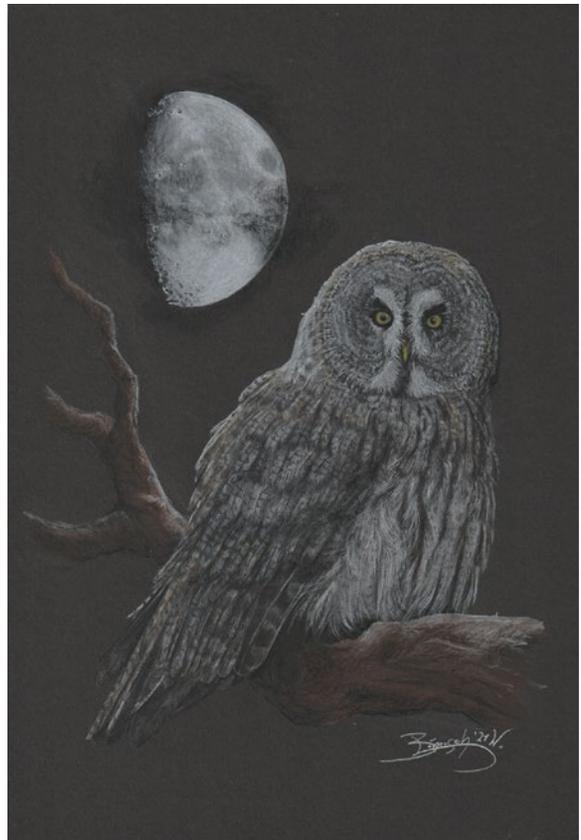
Nachrichten aus der Ornithologie

Wegen der bedauerlichen Verzögerungen bei der Veröffentlichung dieser Ausgabe werden in diesem Abschnitt Nachrichten und Berichte abgedruckt, die erst nach dem formalen Erscheinungszeitpunkt dieses Heftes bekannt wurden.

Unsere Künstlerin 2022: Sabine Liersch-Weinert

Das Portrait des jungen Woodfordkauzes, welches das Titelblatt von Band 60 der „Vogelwarte“ ziert, stammt von Sabine Liersch-Wernert aus Berlin. Sie hat schon als Kind angefangen, Tiere zu beobachten und zu malen. Im Laufe der Jahre entwickelte sie ihre Zeichentechniken immer weiter mit dem Wunsch, dies einmal beruflich machen zu können. Mit 17 Jahren erwarb sie ein Airbrush-Zertifikat, machte ein Praktikum bei einem Tätowierer und sammelte so weitere Erfahrungen im Umgang mit verschiedenen Techniken und Materialien. Nach einer kaufmännischen Berufsausbildung kam der Schritt in die Selbständigkeit als Auftragsmalerin und die erste Illustration eines Kinderbuchs. Die Künstlerin genießt es, ausgesprochen abwechslungsreich in verschiedenen Stilen zu arbeiten und bis heute kommen durch Wandgemälde, Schilderbemalungen, Illustrationen von Informationsbroschüren, Bilderausstellungen und weitere Buchillustrationen immer wieder neue Herausforderungen dazu, die die stilistische Breite der „Allroundkünstlerin“ zeigen. Die realistischen Tierzeichnungen liegen ihr dabei besonders am Herzen, ebenso wie der Reiz der Tierbuchillustration.

Viele Auftragsarbeiten sind Tierportraits nach Foto, weshalb Sabine Liersch-Wernert begann, die Zeichen-



„Eulen Europas – Der Bartkauz“ (20 cm × 30 cm, Farbstift auf Papier, 2021).



Sabine Liersch-Wernert (2020).

Foto: privat

vorlagen selber zu fotografieren, woraus auch bald großes Interesse am Fotografieren von Gartenvögeln erwuchs. Die Bilder werden unter anderem dann auch in Kalendern verwendet. Wie unschwer zu erkennen ist, entstand dabei zu den Eulen eine ganz besondere Beziehung. Aber auch Schmetterlinge, Spinnen und Eichhörnchen und natürlich die eigenen Haustiere dienen als Modelle. Weitere Informationen zum Werk der Künstlerin finden sich unter www.rabenfederberlin.de.

Wolfgang Fiedler

Persönliches

▪ Jubiläen 2022 – Geburtstage und Mitgliedschaften

Auch in diesem Jahr feiern einige unserer Mitglieder einen „runden“ Geburtstag. Wir gratulieren herzlich und möchten an dieser Stelle unsere besten Wünsche übermitteln!

90. Geburtstag

Prof. Dr. Urs Glutz von Blotzheim (Schwyz, Schweiz) • Lotte Mohr (Oberursel) • Prof. Dr. Dieter Stefan Peters (Kelkheim) • Wolfgang Rohr (Mainz) • Prof. Dr. Burkhard Stephan (Blankenfelde) • Dr. Andreas Stollmann (Banská Bystrica, Slowakei)

85. Geburtstag

Dr. Hans-Joachim Böhr (Wiesbaden) • Prof. Dr. Antal Festetics (Adelebsen) • Dr. Folker Fröbel (Seestermühe) • Gernot Groß (Wittlich) • Lothar Kaczmarek (Hildesheim) • Reinhold Klose (Kaufering) • Gerhard Knötzsch (Friedrichshafen) • Peter Pagels (Lübeck) • Rolf Schlenker (Möggingen) • Dr. Manfred Temme (Norderney) • Ernst Vilter (Miltenberg) • Dr. Klaus Witt (Berlin)

80. Geburtstag

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

75. Geburtstag

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

70. Geburtstag

Prof. Dr. Franz Bairlein (Nürnberg) • Thomas Bryson (München) • Wolfgang Dornberger (Niederstetten) • Jürgen Fiebig (Birkenstein) • Hemma Gressel (Salzburg, Österreich) • Adelbert Grossmann (Egfling) • Marc Junio (Steinsel, Luxemburg) • Dr. Ulrich Köppen (Sundhagen) • Franz-Josef Lating (Stadtlohn) • Ewald Lippok (Koblenz) • Dr. Christian Marti (Sempach, Schweiz) • Walter Matthias (Dessau) • Dr. Eberhard Mey (Rudolstadt) • Peter A. Pavlovic (Hausdülmen) • Dr. Hans-Ulrich Peter (Jena) • Dr. Peter Prokosch

(Kolbjörnsvik, Norwegen) • Lutz Reißland (Allendorf) • Werner Schaal (Tübingen) • Frank-Ulrich Schmidt (Soltau) • Dr. Johann Schreiner (Schneverdingen) • Isabelle Steinmann-Hegelbach (Zürich, Schweiz) • Dr. Burkhard Wendt (Velsdorf) • Peter Zach (Konzell) • Dr. Fridtjof Ziesemer (Lammershagen)

Vermissen Sie Ihren eigenen Namen auf dieser Liste? Dann übermitteln Sie bitte Ihr Geburtsdatum an die Geschäftsstelle (geschaeftsstelle@do-g.de, Adresse s. zweite Umschlagseite). Herzlichen Dank.

Mitgliedschaftsjubilare 2022

Viele unserer Mitglieder halten der DO-G schon seit langer Zeit die Treue. Ihnen allen gebührt unser großer Dank! In diesem Jahr feiern folgende Mitglieder ihr besonderes Jubiläum:

125-jährige Mitgliedschaft

Ornithologische Gesellschaft in Bayern e.V. (München)

105-jährige Mitgliedschaft

Zoologischer Garten Köln

85-jährige Mitgliedschaft

Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig (Bonn)

80-jährige Mitgliedschaft

Fondation Tour du Valat (vormals Fondation Sansouire, Arles, Frankreich)

70-jährige Mitgliedschaft

Dr. Manfred Kraus (Nürnberg) • Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Karlsruhe) • Library Naturalis (Leiden, Niederlande) • Eckhard Mestel (Altenholz) • Museum Niederösterreich (St. Pölten, Österreich) • Dr. Heribert Schwarthoff (Jülich) • Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig

65-jährige Mitgliedschaft

Amelie Koehler (Freiburg) • Prof. Dr. Robert C. Stein (Tonawanda, NY, USA) • Ernst Vilter (Miltenberg) • Dr. Dietrich von Knorre (Jena) • Karl Westermann (Rheinhausen)

60-jährige Mitgliedschaft

Wolfgang Benthin (Marklohe) • Dr. Rainer Ertel (Remseck) • Heinrich Hollenbach (Ingolstadt) • Prof. Dr. Hartmut Kayser (Schwieberdingen) • Ingrid Koenig (Ludwigsburg) • Bernardus G. Nijeboer (Rijssen, Niederlande) • Wolfgang Rohr (Mainz) • Frank Scharfetter (Bremen) • Gottfried Schüler (Marburg/L.) • Dr. Manfred Temme (Norderney) • Dr. Henning Vierhaus (Bad Sassendorf) • Prof. Dr. Hans Chr. Winkler (Wien, Österreich)

55-jährige Mitgliedschaft

Dr. Rainer Blanke (Königswinter) • Christel Dornbusch (Steckby) • Christa Hudde (Essen) • Dr. Martin Neub (Denzlingen) • Dr. Rainer Schmidt (Kiel) • Joerg Steinborn (Hamburg) • Armin Vidal (Lappersdorf) • Dieter Zingel (Wiesbaden) • Mathilde Zingel (Wiesbaden)

50-jährige Mitgliedschaft

Arbeitsgemeinschaft für Vogelkunde und Vogelschutz Südtirol (St. Ulrich, Italien) • Peter Barthel (Einbeck) • Dr. Ruediger Burkhardt (Oppenheim) • Dr. Hans Rudolf Güttinger (Kaiserslautern) • Prof. Dr. Georg Krohne (Würzburg) • Andreas Malten (Dreieich) • Prof. Dr. Hermann Mattes (Münster) • Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN, Hannover) • Markus Ritter (Basel, Schweiz) • Rolf Schoppe (Brakel) • Jürgen Schruba (Walluf) • Prof. Dr. Karl-L. Schuchmann (Alfter) • Dr. Hans-Ulrich Schürer (Solingen) • Walter A. Sontag (Passau) • Dr. Beat Wartmann (Oberengstringen, Schweiz) • Prof. Dr. Michael Wink (Heidelberg)

45-jährige Mitgliedschaft

Walter Beissmann (Herbrechtingen) • Prof. Dr. Jörg Böhner (Berlin) • Heinrich Buddenbohm (Düsseldorf) • Jost Bühlmann (Zürich, Schweiz) • Bundesamt für Naturschutz (Bonn) • Thomas Dolich (Neuhofen) • Gabriele Eidam (Frankfurt/M.) • Ulrich Eidam (Frankfurt/M.) • Prof. Dr. Stephen T. Emlen (Ithaca, NY, USA) • Matthias Fanck (Zell) • Dr. Dieter Franz (Rodach) • 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 (Geseko) • Dieter Prestel (Ruppichteroth) • Juergen Resch (Überlingen) • Dr. Peter Sackl (Großwilfersdorf, Österreich) • Ute E. Zimmer (Denklingen)

40-jährige Mitgliedschaft

Aula-Verlag GmbH (Wiebelsheim) • Dr. Douglas A. Bell (Oakland, CA, USA) • Dr. Elke Böhr (Wiesbaden) • Martin Buchmann (Waldböckelheim) • Prof. Dr. Christian Haaß (Icking) • Dr. Barbara Helm (Sempach, Schweiz) • Dr. Christoph Hinkelmann (Lüneburg) • Christoph Janku (Vechta) • Dr. Ralf Kohl (Saarbrücken) • Hans-Joachim Menius (Eppstein) • Siegmund Müller (Frechen) • Dr. Georg Nehls (Schobüll) • Dr. Günther Schleussner (Langenburg) • Dr. Bernhard Schmidt (Illertissen) • Dr. Dietrich Trzeciok (Göttingen) • Dr. Michael Widmer (Winterthur, Schweiz)

Außerdem gratulieren wir herzlich Herrn Prof. Dr. Urs Glutz von Blotzheim (Schwyz, Schweiz) für 50 Jahre Ehrenmitgliedschaft sowie Herrn Prof. Dr. Fred Cooke (Großbritannien) für 40 Jahre, Herrn Prof. Dr. Stephen T. Emlen (Ithaca, NY, USA) für 45 Jahre und Herrn Dr. George E. Watson (Washington D.C., USA) für 50 Jahre als Korrespondierende Mitglieder der DO-G.

Verstorbene Mitglieder 2021

Im Gedenken an unsere im letzten Jahr verstorbenen Mitglieder:

Prof. Dr. Gerhard Boenigk (Garbsen) • Wolfgang Dreyer (Mannheim) • Prof. Dr. Wolf Engels (Tübingen) • Gert Kewersun (Lübeck) • Prof. Dr. Horst Klamberg (Marburg/L.) • Hans Limberg (Aachen) • Dr. Günter Oehme (Halle/S.) • Prof. Dr. Hans Oelke (Peine) • Dr. Ralph Schöpwinkel (Neunkirchen-Seelscheid) • Thorsten Späth (Dettum) • Wolfgang Stauber (Stuttgart) • Rolf-Rüdiger Strache (Groß Woltersdorf) • Carl-Albrecht von Treuenfels (Horst)

Vielen Dank allen Spenderinnen und Spendern im Jahr 2021!

Wir danken allen, die unsere Gesellschaft im vergangenen Jahr durch ihren Mitgliedsbeitrag und mit einer zusätzlichen Spende unterstützt haben. Insbesondere danken wir Herrn Prof. Dr. Peter Homann (Tallahassee, FL, USA) und Herrn Prof. Dr. Franz Bairlein (Nürnberg).

Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft

Nachruf

Dr. Einhard Bezzel (26. August 1934–16. Mai 2022)

Am 16. Mai 2022 verstarb unser Ehrenmitglied und langjähriger Herausgeber des Journals für Ornithologie, Dr. Einhard Bezzel, in seinem 87. Lebensjahr.

Einhard Bezzel wurde am 26. August 1934 im bayerisch-schwäbischen Illertissen geboren. Nach dem Abitur studierte er Biologie, Chemie, Geografie und Sozialwissenschaften und promovierte 1959 in Zoologie über die Biologie heimischer Entenvögel. Zugleich legte er das Staatsexamen in diesen Fächern ab und unterrichtete sie von 1959 bis 1965 an einem Münchner Gymnasium. 1966 übernahm er die Leitung der Staatlichen bayerischen Vogelschutzstelle in Garmisch-Partenkirchen; sein Hobby, die Vögel, wurden zu seinem Beruf und Berufung. Denn fortan konnte er seine Begeisterung und seinen Einsatz für die Vogelwelt und die Vogelkunde vollumfänglich ausleben. Zugleich übernahm er 1966 den Vorsitz des Landesbundes für Vogelschutz (LBV), den er bis 1978 innehatte.

Von 1961 bis 1971 war er Redakteur des „Anzeigers der Ornithologischen Gesellschaft Bayern“, zugleich von 1962 bis 1973 Generalsekretär der Ornithologischen Gesellschaft Bayern. 1970 hat er zusammen mit anderen den Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) auf den Weg gebracht. Von 1996 bis 2007 schließlich war er Chefredakteur der Zeitschrift „Der Falke“.

Auch die Deutsche Ornithologen-Gesellschaft hat Einhard Bezzel über viele Jahre und vielfältig geprägt. 1955 trat er der DO-G bei, 26 Jahre, von 1971 bis 1997, war er Herausgeber und Chefredakteur der Zeitschrift der Gesellschaft, dem „Journal für Ornithologie“. Dabei hat er nicht nur für hohe fachliche Qualität gesorgt, es lag ihm auch sehr an der präzisen Sprache. Hier erinnere ich mich an meine erste Begegnung mit ihm als Autor. Ich war gerade mit meiner Examensarbeit über Mönchsgrasmücken fertig und habe darüber auf einer Jahrestagung der Gesellschaft vorgetragen. Nach dem Vortrag sprach mich Einhard Bezzel an, ob ich denn meine Arbeit nicht im „Journal“ veröffentlichen wolle. Ich fühlte mich sehr geehrt, verfasste zügig ein Manuskript und schickte es ihm. Schon recht bald kam es von ihm zurück mit der Anmerkung im Begleitbrief, dass er inhaltlich durchaus sehr angetan sei, doch der sprachliche Ausdruck sei noch etwas zu verbessern. Dies war eine gehörige Untertreibung: Das Manuskript war durch seine handschriftlichen Anmerkungen und Korrekturen, wie es sich für einen ehemaligen Lehrer gehörte, in roter Farbe, nahezu nicht mehr zu erkennen. Ich habe daraus aber viel gelernt, und vielen anderen Autorinnen und Autoren ging es sicherlich ähnlich.

Als Einhard Bezzel 1997 seine langjährige Arbeit für das „Journal für Ornithologie“ niederlegte, fiel mir die Ehre zu, ihm nachzufolgen. Ein nicht ganz einfaches Erbe, denn es war auch die Zeit gekommen, das „Journal für Ornithologie“ zu verändern. Die Zeit war reif, das „Journal für Ornithologie“ als eine englischsprachige Zeitschrift aufzustellen, um mit ihm als Sprachrohr der DO-G international mithalten zu können. Keine einfache Entscheidung, die auch Widerstand auslöste, aber es war gerade Einhard Bezzel, der mich darin bestärkte und ermutigte.

Mit dem Ausscheiden als Herausgeber der Zeitschrift war Einhard Bezzels Einsatz für die DO-G aber nicht beendet. Zwei Jahre lang stand er uns noch als Vize-Präsident mit seinem Rat zur Verfügung, und auch danach war noch nicht sein Abschied gekommen. In Würdigung seiner zahlreichen und langjährigen Verdienste für die Deutsche Ornithologen-Gesellschaft wurde er 2002 zum Ehrenmitglied der DO-G ernannt. Damit war er ständiges Mitglied im Beirat der Gesellschaft, und,



Dr. Einhard Bezzel, 128. Jahresversammlung der DO-G in Kaiserslautern, 1995. Foto: Herbert Krösche (†)/Archiv DO-G

wie könnte es bei Einhard anders gewesen sein, nicht passiv, sondern immer sehr aktiv dabei.

Doch es waren nicht nur die Ämter, über die Einhard Bezzel die DO-G mitgeprägt hat, es war sein scharfsinniger und kritischer Geist, gefürchtet, aber auch sehr geschätzt. Wenn Einhard in der Diskussion eines Vortrags bei den Jahresversammlungen um das Wort bat, hat man als Vortragender erst einmal gebangt. Am Ende war es aber immer ein Gewinn.

Legendär und unvergessen sind auch seine kritisch-launigen Reflektionen bei den Gesellschaftsabenden zu Vorträgen, Vortragenden oder was ihm sonst bei einer Tagung auffiel. Versprecher, unscharfe oder mehrdeutige Formulierungen hat er zielsicher erkannt und süffisant „auf die Schippe“ genommen, vielleicht nicht immer zur Freude für die Betroffenen, aber nie beleidigend.

Einhard Bezzel hat umfangreich publiziert, allein mehr als 40 Bücher. Davon sehe ich für mich drei von besonderem Einfluss. 1974 gaben er, Peter Berthold und Gerhard Thielcke mit der „Praktischen Vogelkunde“ einen „Leitfaden für die Feldornithologie“ heraus, der die Feldornithologie in Deutschland maßgeblich bestimmt hat. Mit seinem Buch „Vögel des Werdenfeler Landes“ (1978 zusammen mit Franz Lechner

veröffentlicht) führte er die Rasterkartierung ein und damit die ornithologische Erfassung von der Einzelbeobachtung zur Betrachtung in der Fläche. Diese gerade von Einhard Bezzel vorangetriebene gesamtheitliche Betrachtung mündete 1982 in dem Buch „Vögel in der Kulturlandschaft“. Erstmals in dieser Konsequenz zeigte er die vielfältigen und vielseitigen Zusammenhänge zwischen (Kultur)Landschaft und Vogelwelt auf, mit zwei Zielen: „Das Buch soll helfen und anregen, in der großen Zahl detailfreudiger Untersuchungen vieler Feldornithologen einige wesentliche Aspekte und vor allem Wissenslücken nicht zu übersehen, und zum anderen soll es dazu beitragen, daß eine noch zu schreibende umfassende Schilderung des Vogel Lebens in der Kulturlandschaft nicht zu einem Nekrolog gerät.“ 40 Jahre nach diesen Zeilen stehen wir leider für viele Arten doch davor.

Mit Dr. Einhard Bezzel verlieren die Deutsche Ornithologen-Gesellschaft und die Vogelkunde in Deutschland eine große Persönlichkeit, einen großen Kenner, einen unermüdlichen Unterstützer und einen brillanten Vordenker. Und ich einen guten Freund.

Wir werden Dr. Einhard Bezzel ein ehrendes Andenken bewahren.

Franz Bairlein

DO-G Reisekostenzuschuss für das EOU-Fledglings-Meeting

In diesem Jahr fand das 3. EOU-Fledglings-Meeting vom 11. bis 13. August 2022 in Debrecen, Ungarn, statt, welches jungen OrnithologInnen die Möglichkeit bietet, sich mit anderen NachwuchsforscherInnen auszutauschen und Feedback von erfahrenen ForscherInnen zu erhalten. Auch in diesem Jahr lief das Fledglings-Meeting mit 35 Teilnehmern aus 14 verschiedenen

Ländern, 19 Vorträgen, vier Plenarvorträgen und vier Posterpräsentationen erfolgreich und bekam sehr viel positives Feedback. Eine Exkursion in den Hortobágy-Nationalpark und ein Pizza- und Poster-Abend ermöglichten Gespräche in gemütlicher Runde.

Fünf Jungreferentinnen und zwei Jungreferenten wurden hierbei von Seiten der DO-G mit einem Betrag von € 315 bezuschusst: Bachelor-Student Jakub Hrouda (Tschechien), Master-Studentin Nastassia Kisliakova (Belarus), absolvierter Master-Student Valentin A. Kiss (Rumänien) sowie die Doktorandinnen Liliana V. Vassileva (Bulgarien), Zsófia Tóth (Ungarn), Rachel McConell und Catrin Eden (Vereinigtes Königreich). Alle präsentierten ihr Projekt in einem Vortrag oder als Poster während des Fledglings-Meetings.

Natalie Kelsey, DO-G Redaktion



Gruppenfoto bei der Exkursion in den Hortobágy-Nationalpark beim 3. EOU-Fledglings-Meeting.

Foto: Zsófia Tóth

Betrieb der Beringungsstation Mettnau wieder aufgenommen

Im Jahr 1972 haben Peter Berthold und Kollegen an der Vogelwarte Radolfzell am früheren Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie (heute MPI für Verhaltensbiologie) ein langfristiges standardisiertes Beringungsprogramm auf der Halbinsel Mettnau bei Radolfzell am Bodensee begonnen. Alljährlich vom 30. Juni bis zum 6. November wurden über 50 Netze quer durch verschiedene Lebensräume vom Gebüsch bis zur Schilfzone gestellt. Die Netze wurden immer in gleicher Weise gestellt und der Fang erfolgte von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang. Die vorübergehend gefangenen Vögel – überwiegend nachts ziehende Singvögel – wurden beringt, ihre externe Morphologie vermessen, gewogen und direkt anschließend wieder freigelassen. Das Programm zielte auf Fragestellungen zu langfristigen Populationsentwicklungen, Phänologie und Physiologie ziehender Kleinvögel, aber auch ökologische Aspekte von Zugvögeln wie Habitatnutzung und Nahrungswahl in Rastgebieten während des Zuges ab. Das Fangprogramm auf der Mettnau lief bis 2008. Es erbrachte zahlreiche einflussreiche Publikationen und hat Standards gesetzt und Anregungen gegeben für eine Vielzahl weiterer Beringungsstationen an anderen Orten.

Am 30. Juni 2022, anlässlich des fünfzigsten Geburtstages der Beringungsstation Mettnau, wurde der Fang- und Beringungsbetrieb nach genau den früheren Vorgaben für eine dreijährige Phase wieder aufgenommen, um zu sehen, welche Änderungen sich seither ergeben haben. Wie früher ist das Programm auch jetzt auf freiwillige Helfer angewiesen. Interessenten wenden sich bitte an Wolfgang Fiedler (fiedler@ab.mpg.de).

Franz Bairlein



Prof. Peter Berthold (zweiter von links), der Begründer des Mettnau-Programmes, Rolf Schlenker (links) und Uli Querner (zweiter von rechts), beide frühere Mitarbeiter von Berthold an der Vogelwarte, sowie Prof. Franz Bairlein (rechts), Feldassistent auf der Mettnau 1972 und derzeit Max Planck Fellow am MPI für Verhaltensbiologie, zum Saisonstart vor der Beringungshütte.

Foto: Archiv MPI Verhaltensbiologie

■ Neues aus der Forschungskommission

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

Nahrungssuchverhalten und -ökologie von Sturmschwalben im Nordostpazifik

Wiebke Christine Schäfer, AG Verhaltensökologie und Ökophysiologie der Tiere, Institut für Tierökologie und Spezielle Zoologie, Justus-Liebig-Universität Gießen, Heinrich-Buff-Ring 26–32, 35392 Gießen, Wiebke.Schaefer@bio.uni-giessen.de

Mexiko ist eines der Länder mit dem höchsten Artenreichtum und der größten Abundanz von Seevögeln. Daraus ergibt sich eine hohe Verantwortung für die Erhaltung dieser gefährdeten Artengruppe (Barajas et al. 2020). Insbesondere die pazifischen Inseln von Baja California, die von den produktiven Gewässern des Kalifornienstroms beeinflusst werden, sind weltweit wichtige Brutgebiete mit mehr als einer Million Brut-

paaren von 22 Seevogelarten und -unterarten (Wolf et al. 2006; Bedolla-Guzmán et al. 2019).

Auf den mexikanischen San Benito Islands im Nordostpazifik brüten drei Sturmschwalbenarten sympatrisch, der Wellenläufer *Oceanodroma leucorhoa*, der Schwarzwellenläufer *O. melania* und der Zwergwellenläufer *O. microsoma*. Wie alle koloniebrütenden Seevögel sind Sturmschwalben während der Brutzeit

sogenannte „central place foragers“ und konkurrieren daher vermutlich erheblich um Ressourcen (Quintana et al. 2011). Frühere Studien haben bereits Hinweise auf eine ökologische Segregation der drei Arten in Bezug auf ihre Nahrungszusammensetzung, ihre trophische Ebene und ihre Hauptnahrungsgebiete gefunden (Bedolla-Guzmán et al. 2021).

Im Rahmen dieses Projektes wollen wir nun neuartige, hochmoderne Techniken einsetzen, um die räumliche Verbreitung und Nahrungszusammensetzung der Sturmschwalben auf San Benito Oeste Island (28°18'12" N, 115°35'24" W) während der Brutsaison zu untersuchen. In einem kombinierten Ansatz wollen wir die Frage beantworten, was individuelle Vögel wann und wo erbeuten und wie sich die beiden Arten Wellenläufer und Schwarzwellenläufer voneinander unterscheiden. Die dritte Art, den Zwergwellenläufer, können wir leider nicht in unsere Studie einbeziehen, da die verfügbaren GPS-Logger für diese kleine Art zu schwer sind.

Mit unserem Projekt möchten wir neue Erkenntnisse über die räumlichen Bewegungen der Sturmschwalben in der Region der Baja California Peninsula gewinnen. Mit dem GPS-Tracking von adulten Vögeln während der Brutzeit werden wir wichtige Nahrungsgebiete in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung erkennen und identifizieren können. Dieses Wissen ist für die Umsetzung geeigneter Managementmaßnahmen für Sturmschwalben, Seevögel und die Meeresfauna im Allgemeinen essentiell. Darüber hinaus möchten wir das Beutespektrum der beiden Arten anhand von gesammelten Kotproben mittels der DNA-Metabarcoding-Methode untersuchen, womit selbst kleinste DNA-Fragmente z. T. bis auf die Art bestimmt werden können. Dies ermöglicht es uns, die ökologischen Nischen der beiden Arten in Bezug auf ihre Beute und ihre Nahrungsgebiete während der Brutzeit zu charakterisieren und etwaige inter- und intraspezifische Unterschiede aufzuzeigen.

Die Studie findet im Rahmen einer Promotionsarbeit zur vergleichenden Nahrungsökologie verschiedener Seevogelarten an der Justus-Liebig-Universität Gießen statt und wird von Prof. Dr. Petra Quillfeldt betreut.

Barajas YVA, de la Cueva H, Soldatini C, Carmona R, Pérez VA, Martínez-Gómez JE & Velarde E 2020: Challenges and Priorities for Seabird Conservation in Northwestern Mexico. *Waterbirds* 43: 1–16.

Bedolla-Guzmán Y, Masello JF, Aguirre-Muñoz A, Lavaniegos BE, Voigt CC, Gómez-Gutiérrez J, Sánchez-



San Benito Oeste Island, Mexiko.

Foto: Y. Bedolla/GECI

Velasco L, Robinson CJ & Quillfeldt P 2021: Year-round niche segregation of three sympatric *Hydrobates* Storm-Petrels from Baja California Peninsula, Mexico, Eastern Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 664: 207–225.

Bedolla-Guzmán Y, Méndez-Sánchez F, Aguirre-Muñoz A, Félix-Lizárraga M, Fabila-Blanco A, Bravo-Hernández E, Hernández-Ríos A, Corrales-Sauceda M, Aguilar-Vargas A, Aztorga-Ornelas A, Solís-Carlos F, Torres-García F, Luna-Mendoza L, Ortiz-Alcaraz A, Hernández-Montoya J, Latofski-Robles M, Rojas-Mayoral E & Cárdenas-Tapia A 2019: Recovery and current status of seabirds on the Baja California Pacific Islands, Mexico, following restoration actions. In: Veitch CR, Clout MN, Martin AR, Russell JC & West CJ (Hrsg): *Island invasives: scaling up to meet the challenge*, Occasional Paper SSC 62: 531–538.

Quintana F, Wilson RP, Dell' Archipetre P, Shepard E & Gómez Laigh A 2011: Women from Venus, men from Mars: intersex foraging differences in the Imperial Cormorant *Phalacrocorax atriceps*, a colonial seabird. *Oikos* 120: 350–358.

Wolf S, Keitt B, Aguirre-Muñoz A, Tershy B, Palacios E & Croll D 2006: Transboundary seabird conservation in an important North American marine ecoregion. *Environ. Conserv.* 33: 294–305.



Wellenläufer *Oceanodroma leucorhoa*.

Foto: J. A. Soriano/GECI

Migrationsverhalten mittelwestfälischer Baumpieper *Anthus trivialis*

Carl Henning Loske, Zoologisches Institut und Museum Vogelwarte, Soldmannstr. 23, 17489 Greifswald, carl-henning@buero-loske.de

Innerhalb des Eringerfelder Waldes (seit 1977) und des Schwarzenrabener Waldes (seit 1975) auf dem Stadtgebiet von Geseke, Kreis Soest, Nordrhein-Westfalen, wird der Bestand des Baumpiepers *Anthus trivialis* seit mehr als 40 Jahren kontinuierlich erfasst. Das gesamte Untersuchungsgebiet (UG) umfasst eine Fläche von 4,5 km² und gehört seit 2001 nahezu vollständig zum FFH-Gebiet und Naturschutzgebiet „Eringerfelder Wald-Nord und Westerschlede“ (DE-4317-301). Die potenzielle natürliche Vegetation ist ein submontaner Kalkbuchenwald (*Melico-Fagetum*), der stellenweise auch noch vorkommt. Der Großteil des Waldes besteht aber aus Flächen mit langsam wachsenden Eichen oder Koniferen wie Kiefer oder Fichte (LANUV NRW 2022). Der Wald weist eine Art Insellage in der Hellwegbörde auf und ist komplett von intensiv genutzten Ackerflächen, in den letzten Jahren aber zunehmend auch von Brach- und Stilllegungsflächen, umgeben.

Begonnen wurden die Untersuchungen von Dr. Karl-Heinz Loske. Sie werden seit 10 Jahren von Carl Henning Loske fortgeführt und umfassen neben alljährlichen Bestandserfassungen vor allem populationsbiologische Untersuchungen zu Ortstreue, Ansiedlung, Überlebensrate und Brutbiologie. Dabei werden Altvögel in den Revieren farbberingt und Nestlinge mit Aluminiumringen versehen. Wiederfunde aus den südlichen Zug- und Überwinterungsquartieren fehlen bislang trotz des sehr langen Untersuchungszeitraumes und über 3.000 beringten Individuen.

Bereits früh zeigte sich im Eringerfelder Wald eine für mitteleuropäische Verhältnisse sehr hohe Siedlungsdichte der Baumpieper (Loske 1985), die im Jahr 1987 mit 84 Revieren ihr Maximum erreichte. Der Baumpieper ist bereits seit den 1970er Jahren im Rückgang begriffen (Gedeon et al. 2014). Bei den Ursachen des Rückganges können neben Veränderungen in den Brutgebieten auch Verschlechterungen in den Zug- und Überwinterungsgebieten eine Rolle spielen.

Das Migrationsverhalten europäischer Baumpieper wird zwar bereits seit langer Zeit durch Beringung erforscht, allerdings gehört der Baumpieper zu den Vogelarten mit den niedrigsten Wiederfundraten (< 0,1 %). So wurden trotz 48.612 nach 1945 in Deutschland beringter Vögel nur zwei Vögel aus Nordafrika zurückgemeldet. Ebenso gibt es nur spärliche Wiederfunde von den Zugwegen in Europa mit Bezug zu Deutschland (31 Funde; Bairlein et al. 2014). Sämtliche in den Eurasian African Bird Migration Atlas eingeflossenen in Europa beringten Baumpieper erbrachten nur sieben Wiederfunde südlich der Sahara (Frank et al. 2022). In den Jahren 1979 bis 1988 wurde die Reviertreue



Farbberingtes Baumpiepermännchen im Fallschirmflug in seinem Revier. Foto: Carl Henning Loske



Eine Brachfläche in unmittelbarer Nähe zum Eringerfelder Wald. Ein mittlerweile typisches Baumpieperrevier im Untersuchungsgebiet. Foto: Carl Henning Loske

männlicher Baumpieper durch Farbberingung untersucht und es wurde eine Wiederkehrtrate von über 35 % festgestellt (K.-H. Loske, unpubliziert). Neue Daten aus dem Zeitraum 2017 bis 2020 zeigten eine Wiederkehrtrate von über 40 % unter den männlichen Baumpiepern (C.-H. Loske, unpubliziert). Diese Rückkehrtraten zeigen die Eignung des Baumpiepers für Untersuchungen mit Geolokatoren. Um mehr Licht in die offenen Fragen nach den Zugwegen und Überwinterungsgebieten zu bringen, sollen darum in den kommenden Jahren männliche Baumpieper zwischen April und Juni in ihren Revieren gefangen, farblich markiert und mit Geolokatoren ausgestattet werden.

Bairlein F, Dierschke J, Dierschke V, Salewski V, Geiter O, Hüppop K, Köppen U & Fiedler W 2014: Atlas des Vogelzugs – Ringfunde deutscher Brut- und Gastvögel. AULA-Verlag, Wiebelsheim.

Franks S, Fiedler W, Arizaga J, Jiguet F, Nikolov B, van der Jeugd H, Ambrosini R, Aizpurua O, Bairlein F, Clark J, Fattorini N, Hammond M, Higgins D, Levering H, Skellorn W, Spina F, Thorup K, Walker J, Woodward I & Baillie SR 2022: Online Atlas of the movements of European bird populations. <https://migrationatlas.org/EURING/CMS>.

Gedeon K, Grüneberg C, Mitschke A, Sudtfeld C, Eickhorst W, Fischer S, Flade M, Frick S, Geiersberger I, Koop B, Kramer

M, Krüger T, Roth N, Ryslavy T, Stübing S, Sudmann SR, Steffens R, Vökler F & Witt K 2014: Atlas deutscher Brutvogelarten. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.

LANUV NRW 2022: Naturschutzgebiet Eringerfelder Wald-Nord und Westerschlede. www.naturschutzinformationen-nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/gesamt/SO_077. Zugriff am 02.08.2022.

Loske K-H 1985: Habitat, Siedlungsdichte und Bestandsentwicklung des Baumpiepers (*Anthus t. trivialis*) in Mittelwestfalen. *Ökologie der Vögel* 7: 135–154.

■ Veröffentlichungen von Mitgliedern

Bergmann H-H 2022:

Das will ich wissen! Wie funktioniert ein Vogel?

152 S., Softcover, 14,8 cm × 21,0 cm. Quelle & Meyer, Wiebelsheim. ISBN 978-3-494-01937. € 16,95.

Nachrichten

Seevogel des Jahres 2022: Der Eissturmvogel

Der Verein Jordsand hat den Eissturmvogel *Fulmarus glacialis* zum „Seevogel des Jahres 2022“ ernannt. Dieser leucht an seiner Röhrennase erkennbare Hochseevogel, über die er überschüssiges Meersalz ausscheidet, hält sich nur zur Brutzeit an Land auf.

Eissturmvögel sind Allesfresser und nehmen ihre Nahrung, u. a. Fische, Tintenfische, Zooplankton, hauptsächlich von der Meeresoberfläche auf. Aufgrund der starken Meeresverschmutzung fressen die Vögel jedoch zunehmend unfreiwillig Plastikmüll und verhungern dann mit vollem Magen. Dieses Problem hat sich zu einem großen Monitoring-Programm für Umweltfolgen im Meer entwickelt, wo im Rahmen der Oslo-Paris Meeresschutzkonvention (OSPAR) an der gesamten Nordseeküste tote Eissturmvögel gesammelt, untersucht und als Anzeiger für den Zustand der Meeresumwelt genutzt werden. „Der Eissturmvogel zeigt uns unfreiwillig, wie viel Plastikmüll in unserer Nordsee schwimmt und welche negativen Folgen das hat“, so Dr. Steffen Gruber, Geschäftsführer des Naturschutzvereins Jordsand.

Neben dem Plastikmüll sorgt auch die industrielle Fischerei mit Langleinen und Stellnetzen, in denen sich viele Seevögel und andere Meereslebewesen verfangen und qualvoll ertrinken, für eine drastische Verringerung der Zahl der Eissturmvögel seit Jahrzehnten. Weltweit werden jährlich Millionen Tonnen Meerestiere als Beifang in Fischernetzen.

Langfristig wird der Eissturmvogel wahrscheinlich am meisten durch den Klimawandel, der für steigende



Fliegender Eissturmvogel.

Foto: Thorsten Runge

Luft- und Wassertemperaturen sorgt, bedroht werden. „Dies hat einen starken Einfluss auf die Nahrungsquellen der Eissturmvögel wie Zooplankton und Sandaale“, führt Prof. Stefan Garthe vom Forschungs- und Technologiezentrum Westküste und Beiratsmitglied im Verein Jordsand aus. Dies wird die größte gesellschaftliche Herausforderung weltweit sein.

In Deutschland brütet der Eissturmvogel ausschließlich auf Helgoland, wo in diesem Jahr nur noch 25 Brutpaare nachgewiesen werden konnten. „Da Eissturmvögel lediglich ein Ei pro Jahr legen und erst im Alter

zwischen acht und zwölf Jahren geschlechtsreif sind, werden sie wahrscheinlich in Deutschland aussterben, da nicht mehr genug Tiere zum Erhalt der Gesamtpopulation überleben“, sagt Prof. Garthe und Dr. Gruber

fordert: „Der Eissturmvogel kann nur überleben, wenn wirksame länderübergreifende Umweltschutzmaßnahmen in den Bereichen Fischerei, Klimaschutz und Meeresmüll umgesetzt werden“.

www.jordsand.de

50 Jahre Niedersächsische Ornithologische Vereinigung e. V.

Nach zwei turbulenten Jahren lud die Niedersächsische Ornithologische Vereinigung e. V. (NOV) wieder zu einer (48.) Jahrestagung ein. Diese fand am 03./04. September 2022 im Stadtteilzentrum Ricklingen in Hannover statt. Unter anderem hielten Prof. Dr. Heiko Schmaljohann (Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg) und Peter Südbeck (Leiter des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer) Vorträge zu neuen Ergebnissen der Vogelzugforschung und zum Vogelschutz im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Ein Vogelquiz und ein Abendvortrag von Dr. Helmut Kruckenberg (Institute for Wetlands and Waterbird Research e. V.) zum arktischen Vogelleben auf der Insel

Kolguev, Russland, füllten das Abendprogramm. Als Besonderheit im Rahmen des 50-jährigen Bestehens gab es außerdem erstmalig eine „Mitmachbörse“ – an Infoständen, z. B. von der NOV oder Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA), wurden Erfassungsprogramme und Projekte vorgestellt. Abgerundet wurde die Tagung mit einer Exkursion zur Leineaue Hannover, geleitet von der Ökologischer Station Mittleres Leinetal e. V. (ÖSML).

Anlässlich des Jubiläums wird die September-Ausgabe des Magazins „Der Falke“ den Schwerpunkt thematisch auf Niedersachsen legen. Dieses Heft erhalten alle NOV-Mitglieder gratis.

www.ornithologie-niedersachsen.de

9. Fassung der Rote Liste Brutvögel: Über 50 Vogelarten ausgestorben oder vom Aussterben bedroht

Am 01. Juni 2022 haben der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und das Niedersächsische Umweltministerium die Gefährdungssituation der 212 in Niedersachsen und Bremen brütende Vogelarten in der 9. Fassung der Roten Liste Brutvögel (Stand 2021) vorgestellt.

Seit Beginn der Aufzeichnungen in Niedersachsen und Bremen sind bereits 15 Vogelarten ausgestorben und 36 weitere Arten sind derzeit vom Aussterben bedroht. Somit fallen insgesamt 43 % aller betrachteten Arten in die Gefährdungskategorien und weitere 14 % in die Vorwarnliste der Roten Liste Brutvögel 2021, berichtet Olaf Lies (Niedersachsens Umweltminister). Dazu gehören der Großteil der im landwirtschaftlich genutzten Offenland siedelnden Arten (15 von 20 Arten) sowie die in „Sonderstandorten des Offenlandes“, u. a. in Mooren, Heiden, Ödland lebenden Arten (17 von 23 Arten).

„Diese neue Liste zeigt, wie groß der Handlungsdruck ist.“, warnt Minister Lies. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, wird hier auf den „Niedersächsische[n] Weg“ gesetzt – langfristige Projekte, bei denen gemeinsam mit Naturschutzverbänden und der Landwirtschaft der Vogelschutz konsequent angegangen werden soll. Hierzu werden 100 Million Euro im Jahr zusätzlich mobilisiert. Aber Vogelschutz ist auch eine internationale Angelegenheit, so Lies: „Vogelpopulationen, deren Brutgebiete durch die Folgen des Klimawandels zerstört



Nach langanhaltendem Rückgang seit 1900 ist der Bestand der Uferschnepfe in Niedersachsen und Bremen zwischen 1996 und 2020 noch einmal um 66 % geschrumpft. Die Art kann mit der immer intensiver werdenden Landwirtschaft nicht mehr Schritt halten und ist in der neuen Roten Liste als „stark gefährdet“ eingestuft.

Foto: Thorsten Krüger, NLWKN

oder die auf ihren Zugwegen bejagt werden, werden sich in Niedersachsen allein nicht erholen können.“

Die 9. Fassung der Roten Liste der Brutvögel Niedersachsens und Bremens ist auch als PDF frei verfügbar: file:///C:/Users/natal/Downloads/INN_2022-2_Rote-Liste-Brutvoegel-Nds-HB_.pdf.

www.nlwkn.niedersachsen.de

Literaturbesprechungen

Martina Kroth & Lisa Maier:

Mein lieber Spatz – Spannendes und Lustiges für junge Naturforscher.

Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 2021. Hardcover, 23,7 cm x 17,5 cm, 48 S., illustriert. ISBN-13 978-3-494-01906-2. 16,95 €.

Der Haussperling, auch unter dem Kosenamen „Spatz“ geläufig, ist einer der bekanntesten Stadtvögel. In ihrem Sachbuch „Mein lieber Spatz“ widmen sich die beiden Autorinnen Martina Kroth und Lisa Maier diesem kleinen „Spatz des Hauses“ *Passer domesticus*. Den Kindern wird der Haussperling mittels kurzer und leicht verständlicher Texte sowie anthropomorpher Vergleiche nahegebracht – „Kleider machen Leute – und Spatzen“ oder „von Futterdieben und Weltenbummlern“. Dies macht das Buch auch optimal für Kinder mit ersten eigenen Leseerfahrungen. Neben dem Titel lädt bereits das farbenfrohe Deckblatt zum Durchblättern ein. Die Kombination aus Fotos, z. B. vom „Badetag“ oder der Jungenfütterung der Spatzen, und comic-haften Zeichnungen von einem männlichen Haussperling – der vielleicht noch einen Namen verdient hätte – zieht sich durchs ganze Buch und verbindet fließend die kindliche, fantasievolle Vorstellung mit dem realen Leben des Haussperlings.

Aber auch Faktenwissen aus dem gesamten Lebenszyklus des Haussperlings wie Aussehen und Verhalten, die dem „Kenner“ bereits bekannt sind, werden kindgerecht erklärt. So beschreibt das Buch die typische geschlechtsspezifische Gefiederfärbung sowie das Nahrungsspektrum, den Nestbau und die Jungenaufzucht. Dadurch schaffen die Autorinnen einen sehr gelungenen Spagat zwischen der verständlichen Wortwahl und der Übermittlung von Fachwissen.

Weiterhin wird das Buch durch das Einführen von vielen unterschiedlichen Aktionsfeldern aufgelockert: „Tu was!“-Felder geben den Kindern schnell umsetzbare, kreative Aufgaben, die teilweise auch in die Natur hinausführen – was ein schöner Nebeneffekt für die Eltern ist. So gibt es eine Anleitung zum Aufbau einer Futterstelle, ein Quiz zum Leben des Sperlings und ein Ausmalbild von „Frau“ und „Herrn Sperling“. Hingegen bieten „Wow!“-Felder besonders überraschende Fakten, wie, dass das Federkleid des Haussperlings mit 3.000 Federn schwerer als ihr Skelett ist. „Profi-Tipp für Vogelforscher“-Felder nehmen die Kinder an die Hand und versuchen sie spielerisch in die Welt der Vogelforschung einzuführen. Hier wird unter anderem erklärt, wie ein „Forscher-Notizbuch“ anhand von Vogelbeobachtungen geführt wird und wie man eine Federsammlung erstellt.

Die von den Autorinnen gewählte Kombination aus kurzen, leicht verständlichen Texten, kindlichen Bildern, anschaulichen Fotos und kreativen Aktivitäten bietet den Kindern ab sieben Jahren ein vielseitiges Lesevergnügen, das auch über das reine Durchlesen des Buches hinausgeht. Aber auch für die mitlesenden Eltern könnte der eine oder andere neue Fakt dabei sein, z. B. dass Haussperlinge, die zusammen mit Kanarienvögeln groß werden, auf „Kanarisch“ statt auf „Spatzisch“ singen. Dadurch können sich nicht nur die Kinder, sondern auch die Eltern an diesem Buch erfreuen.

Natalie Kelsey (Wilhelmshaven)

Gerard Gorman:

The Wryneck.

Pelagic Publishing, Exeter 2022. Paperback, 15,5 cm x 23,5 cm, 202 S., zahlreiche Fotografien und Grafiken. ISBN: 9781784272883. 32,00 €.

Höhlenbrüter gehören zu den bevorzugten Objekten wissenschaftlicher Studien. Entsprechend gibt es zu den meisten Arten ein reiches Schrifttum. Beim Wendehals ist beides nicht der Fall, obwohl er sogar Nistkästen annimmt. Bis in die jüngere Zeit bildeten Untersuchungen, die sich näher mit der Art befasst haben, eine Ausnahme. So gab es denn neben dem Artkapitel im Handbuch von Glutz von Blotzheim und Bauer (1980) lediglich noch die monographische Bearbeitung in der Reihe „Die Neue Brehm-Bücherei“ (Menzel 1968). In der englischsprachigen Literatur fehlte eine solche sogar gänzlich. Erst in den letzten beiden Jahrzehnten erlebte das Interesse an der Art – getrieben durch die starken Bestandseinbrüche – einen enormen Aufschwung, nicht zuletzt im deutschsprachigen Raum mit einer Arbeitsgruppe an der Schweizerischen Vogelwarte Sempach und mehreren kleinen, in der Freizeit agierenden Teams in Deutschland. Die Zeit war deshalb durchaus reif für eine (neuerliche) Synthese des artspezifischen Wissens. Dieser Aufgabe hat sich Gerard Gorman gestellt, ein im Kreis der Spechtextperten bestens bekannter Autor. Ursprünglich aus England stammend, hatte es ihn während des Studiums nach Budapest verschlagen, wo er bis heute lebt. Neben Büchern zu den Spechten Europas (2004) und der Welt (2014) hat er bereits Monografien zu Schwarzspecht (2011) und Grünspecht (2020) vorgelegt. Zudem ist er Initiator und Leiter der 2019 gegründeten ungarischen Arbeitsgruppe Spechte.

Sein Buch zum Wendehals folgt einem eher konventionellen Ansatz: Es befasst sich in separaten Kapiteln mit Themen wie Abstammung und Taxonomie, Anatomie, Feldkennzeichen, Mauser, Kommunikation, Verhalten, Verbreitung und Bestandstrends, Lebensraum, Brutbiologie, Nahrung usw. Auch auf den einzigen engeren Verwandten, den Rostkehl-Wendehals, wird in einem eigenen Kapitel eingegangen. Dieses Konzept erleichtert zweifellos die Orientierung. Gleichwohl begründet es die Gefahr eines zu selektiven Lesens. Denn nur wenige Konsumenten werden die Disziplin aufbringen, alle Kapitel mit gleicher Aufmerksamkeit zu studieren. Vor diesem Hintergrund bevorzugt zumindest der Rezensent einen eher integrativen Ansatz, wie ihn zuletzt etwa Roulin (2020) bei seiner Monographie über die Schleiereule wählte (siehe Vogelwarte 3/2020: 436). Das ist aber zugegebenermaßen durchaus eine Frage des Geschmacks. In jedem Fall wirken alle Kapitel sehr gründlich recherchiert und bieten einen zuverlässigen Überblick des erreichten Standes. Gorman widersteht auch der Versuchung, um die eigenen Lieblingsthemen herum eine Monographie zu schreiben, bei der die übrigen Aspekte dann eben stiefmütterlich mit abgearbeitet werden (müssen). Vielmehr ist es auch nach einem sorgfältigen Studium kaum möglich, etwaige thematische Vorlieben des Autors auszumachen.

Die einzelnen Kapitel sind gut strukturiert und mit zahlreichen hochwertigen Fotografien und informativen Abbil-

dungen versehen. Zudem bedient sich der Autor eines sehr flüssigen, gut lesbaren Stils, der Wissenschaftler wie Laien gleichermaßen ansprechen dürfte. Naturgemäß können in einem Werk dieses Umfangs nicht alle Details der Biologie einer Art entfaltet werden. Entsprechend hat Gorman bei der herangezogenen Literatur auch nicht Vollständigkeit angestrebt. Die notwendige Gratwanderung zwischen konziser, aber möglichst umfassender Darstellung einerseits und überbordendem Detailreichtum auf der anderen Seite ist ihm dabei durchaus gelungen. Es sind deshalb allenfalls Marginalien, die einzuwenden wären: So fehlt es an einer eindeutigen Positionierung zum Problem des Geschlechtsdimorphismus (für den ein wissenschaftlicher Nachweis aussteht). Auch einen Hinweis auf die Möglichkeit der Individualerkennung anhand von Gefiedermerkmalen sucht man vergebens. Die Angaben zu den Überwinterungsgebieten mitteleuropäischer Brutvögel scheinen etwas überholt. Und bei der spannenden Frage, ob die Ankunftszeiten im Frühjahr einen Trend zeigen, hätte man sich neben den zwei referierten Arbeiten vielleicht eine (eigene) Auswertung aktueller Daten, wie sie etwa ornitho bietet, gewünscht.

Es ist ein ebenso bekanntes wie ärgerliches Phänomen, dass in der anglo-amerikanischen Literatur kaum Beiträge anderer Sprachräume wahrgenommen werden. Gormans Buch ist da die rühmliche Ausnahme, was etwas mit seiner Sozialisierung in Mitteleuropa zu tun haben mag. So befasst er sich mit der Literatur nahezu aller europäischen Länder, wobei er auch vor eher randständigen Sprachen wie dem Tschechischen oder Finnischen nicht zurückschreckt. Einzig die russische Literatur lässt er völlig unberücksichtigt, obwohl es auch hier durchaus gewisse Orientierungshilfen (etwa die auf Deutsch erschienene Bibliografie zur internationalen Wendehalsliteratur) gegeben hätte.

Aufs Ganze gesehen hinterlässt dieses Werk nur Gewinner: Gorman bleibt für eine große Leistung zu gratulieren. Der Leser erhält ein sehr informatives und attraktiv gestaltetes Buch, das keineswegs nur Spechtenthusiasten begeistern wird. Und der Wendehals selbst gerät mit Sicherheit stärker in den Fokus des öffentlichen Interesses. Er hat es aus vielerlei Gründen verdient.

Dirk Tolkmitt (Leipzig)

Tim Birkhead:
Birds and Us. A 12,000-Year History, from Cave Art to Conservation.

Viking/Penguin Books, UK, 2022. Hardcover, 24 cm × 16 cm, 441 S., zahlreiche Abb. ISBN 978-0-241-46049-8. Ca. 30,00 €. Ebook: ca. 19,00 €.

„Welches andere Tier ist den Menschen so nah und so universell wie ein Vogel?“ Mit dieser Feststellung spricht David Attenborough für jeden von uns. Allerdings ist das Spezialverhältnis vielschichtig, voller Höhen und Tiefen. Für Tim Birkhead, den exzellenten Wissenschaftler und preisgekrönten Kommunikator, verkörpern die Vogel-Mensch-Interaktionen ein Leitmotiv durch sein ganzes Leben. Niemand wäre kompetenter, über dieses komplexe Thema eine Kulturgeschichte zu verfassen, die von neolithischen Höhlenmalereien vor 12.000 Jahren bis hin zu den jüngsten Naturschutzstrategien reicht.

Ziel des Buches ist es, die vielen von beiden Seiten, von Vögeln und Menschen, ausgehenden Fäden und Stränge, die

zu einem unentwirrbaren Geflecht verwoben sind, sichtbar zu machen und deren Entwicklungslinien nachzuvollziehen. In seinem Buch erzählt und reflektiert Birkhead viel über Vögel, noch mehr über uns Menschen und manches über sich selbst: unsere Emotionen, Motive und Gedankenwelt, aus der die Vögel gar nicht wegzudenken sind. Seit der frühen Menschheitsgeschichte haben uns die Gefiederten inspiriert, den Glauben, die Kunst und die Wissenschaften nachhaltig beeinflusst. In allen Kulturen waren Vögel die Mittler zwischen Erde und Himmel, zwischen Diesseits und Jenseits. Aber sie hatten nicht nur eine spirituelle Funktion, sie wurden gleichermaßen gejagt und als wichtige Nahrungsquelle genutzt, in manchen Weltgegenden bis auf den heutigen Tag.

Ein derartiger Rahmen verspricht fesselnden Lesestoff, den der Autor meisterhaft mit historischen Fakten aus oft entlegenen Quellen (30 Seiten Literaturangaben) und schlaun Schlussfolgerungen zubereitet. Seine Vorstellungskraft, wenn Birkhead sich z. B. in einen neolithischen Schamanen hineinversetzt, ist ungeheuer. So tun sich ungeahnte, ungekannte Perspektiven auf, gern mit einer Prise Humor gewürzt. Die Dramaturgie der Erzählung und der eingängige Stil bestechen durch ihre Folgerichtigkeit und Klarheit.

Eine Zusammenfassung des Inhaltes der zwölf prallvollen Kapitel (oder besser Entwicklungsstufen) von der Höhlenmalerei bis zur heutigen bedrohlichen Umweltkrise muss schlaglichtartig bleiben: Die alten Ägypter verehrten die Vögel als gottgleich, beobachteten sie genau und hatten Ibis-Farmen in großem Stil. Noch heute gibt es aus dieser Zeit sechs Millionen Ibis-Mumien. Griechen und Römer fühlten sich solchen Praktiken überlegen, stellten „Warum“-Fragen und schrieben bereits erstaunlich präzise Naturgeschichten (insbesondere Aristoteles), die bis in die Neuzeit als Wissensbasis galten. Die Jagd mit Falken im Mittelalter hatte nicht nur sehr viel mit Status zu tun („extension of the owner’s phenotype“), sondern die Nähe zu den Vögeln förderte auch das Wissen. Mit dem Aufkommen der Musketen um 1600 war die Zeit der Falknerei zu Ende. Die Renaissance brachte einen Weitsprung im Denken, weil man über die Verbote der Religion hinweg wissen wollte, wie die Dinge der Natur funktionieren. Leonardo seziierte die Flugmuskulatur der Vögel, um Flugmaschinen nachzubauen. Belon verglich das Skelett eines Vogels mit dem menschlichen, um die Ähnlichkeiten aufzuzeigen. Die Erfindung des Buchdruckes beflügelte auch die Verbreitung des vogelkundlichen Wissens.

Während der Hungerperioden der kleinen Eiszeit (15. bis 19. Jh.) wurden die Vögel in Europa plötzlich zu Nahrungskonkurrenten, zu landwirtschaftlichen Schädlingen. Für Jahrhunderte hat solche Mentalität ein „Schädlingkiller-Gen“ ins Genom der Landbesitzer eingepflanzt. Immer noch steckt die negative Konnotation in vielen Köpfen. Maos radikale Spatzenkampagne führte noch in den 1960er Jahren zu Hungerkatastrophen, bei der zwischen 15 und 45 Millionen Menschen umgekommen sind. Seit etwa 1500 wurden Vögel als homöopathisches Heilmittel gepriesen (Dioskurides; z. B. Kranichhirn gegen Hämorrhoiden) und bleiben in der traditionellen Medizin Chinas bis heute aktuell; eine Katastrophe für den Naturschutz.

Die Entdeckung und die Eroberung der Neuen Welt hatte zwiespältige Folgen. Man gierte nach den kunstvollen farbenprächtigen Kleidungsstücken aus Federn, die den gottgleichen Status ihrer Träger symbolisierten, aber hatte nicht das geringste Verständnis für die kulturellen Hintergründe der unterdrückten Azteken und Inkas. Deren hochentwickeltes

naturkundliches Wissen bleibt für immer vernichtet. Die exotischen Mitbringsel nach Europa beförderten aber die Transformation von der religiösen Symbolik zur wissenschaftlicheren Forschung. Mit ihren richtungsweisenden Studien in der Mitte des 17. Jahrhunderts gelten Francis Willughby und John Ray sowohl als Begründer der wissenschaftlichen Ornithologie wie auch der Freilandbiologie. Nicht sehr weit von ihrem Standort Cambridge entfernt, florierte auf den Färöer-Inseln eine Kultur, die vollständig vom Seevogelfang abhing. Sie war eigentlich nachhaltig, auch wenn dort eine halbe Million Papageitaucher jährlich geerntet wurde. Erst die Besiedlung durch Ratten und die Überfischung der See brachten das Gleichgewicht zum Zusammenbruch.

Im 18. und 19. Jahrhundert wurde die Beschäftigung mit der Natur im Allgemeinen und den Vögeln im Speziellen immer aktiver. Man ging zunehmend nach draußen, gleichzeitig gab es anregendes Lesefutter für „Armchair“-Vogelfans. Die Vogelhaltung („Gott schuf die Vögel, um die Menschen mit ihrem Gesang zu unterhalten“) prägte und öffnete viele Menschen für die Vogelkunde. Die technischen Neuerungen, zunehmender Wohlstand, leichtere Reisemöglichkeiten und die totale Verfügbarkeit von Schusswaffen lösten im 19. Jahrhundert den Sammelboom aus: Wer konnte, schoss Vögel für seine Sammlung. Personifiziert wird dies durch John Gould. Seine „mörderische Idee“, mit schillernden Kolibris vollgepfropfte Glaskästen zur Schau zu stellen, sollte den Absatz seines Kolibri-Prachtwerkes steigern, löste aber einen Hype aus: Die ungezügelt Jagd auf Kolibris. Das führte schließlich zu der verheerenden Mode, Frauenhüte mit Vogelbälgen zu schmücken. Viele Millionen Vögel fielen dem zum Opfer. Es waren anfangs ausschließlich Frauen, die dagegen kämpften und in England dafür die spätere RSPB gründeten. Das viktorianische Zeitalter brachte zwar mit dem exzessiven Sammeln, also Abschießen der Vögel, eine Blüte der Forschung (d. h. das deskriptive Stadium der Ornithologie) hervor, kann aber gleichzeitig als Tiefpunkt angesehen werden. Vogelliebe und Vogeljagd waren merkwürdigerweise kein Widerspruch.

Erst um 1900 kam die Wende mit Florence Merriam in den USA, die praktischerweise das Opernglas zum Fernglas umwidmete, und Edmund Selous in Großbritannien, der die Flinte gegen das Fernglas austauschte. Der Schritt vom Saulus zum Paulus war emotionsgeladen und Empathie ist – richtig dosiert – der wirkmächtigste Antrieb für den Naturschutz. Zahlreiche Vogelbücher trugen dazu bei, dass Birdwatching zu einer der populärsten Freizeitbeschäftigungen wurde. James Fishers „Watching Birds“ von 1940 wurde zum Bestseller und verkaufte sich mehr als eine Million mal; für die Briten eine ersehnte Ablenkung vom Krieg. Damit war Vogelbeobachtung endgültig zur sinnstiftenden und (sozial) verbindenden Freizeitaktivität geworden. Heute gibt es weltweit mehr als 10 Millionen Birder, die 700.000 Jobs und Ausgaben von 17 Milliarden Dollar generieren. Viele der Vogelbeobachter engagieren sich in den Zensus- und Monitoring-Projekten oder als Beringer. Alle diese Aktivitäten haben unser Wissen über die Vögel enorm erweitert und dienen letztlich dem Schutz der Vögel. Gerade das Langzeit-Monitoring ist dabei von enormer Wichtigkeit, wie Birkhead an seinem seit 50 Jahren laufenden Trottellummen-Projekt auf der Insel Skomer eindrucksvoll belegt. Man kann es nur als Ironie bezeichnen, dass die Zahl der Menschen, die sich für Vögel interessieren, immer weiter wächst, während gleichzeitig die Zahl der Vögel immer stärker abnimmt.

Charles Darwin hat das evolutionäre Denken in die Naturwissenschaften getragen und damit eine Revolution ausgelöst. Organismen agieren nicht zum Wohl der Art, sondern ganz individuell („selfish gene“). Für Verhaltensbiologie und Ökologie eröffneten sich damit neue Dimensionen: Ihre Forschung arbeitet mit Vorhersagen, ihre Ergebnisse sind verallgemeinerbar und es gibt die Vögel, welche sich ideal als Versuchstiere eignen. Sie sind häufig, divers und leicht zu beobachten. Deshalb wurde die Verhaltensbiologie zu einer starken Wissenschaft. Die Vögel spielten dabei eine entscheidende Rolle. Viele Studenten, die anfangs „nur“ Vogelbeobachter waren, sind zu Wissenschaftlern geworden. Lag der jährliche Ausstoß ornithologischer Publikationen 1960 noch bei 2.500, so rangierte er im Jahr 2000 bei 20.000. Je mehr wir die Biologie der Vögel verstehen, umso mehr ändert sich unser Verhältnis zu ihnen; nach dem Motto „Wir können nur schätzen, was wir kennen“. Dem Schutz der Vögel muss seriöse Forschung zugrunde liegen. Daraus erwächst eine große Verpflichtung für die Forscher: Verständliche Kommunikation! Ihre Fachpublikationen müssen „lay accounts“ nach sich ziehen, in denen sich ihre Ideen populärwissenschaftlich, d. h. einfach und klar, erschließen. Denn die breite Allgemeinheit ist und bleibt der wichtigste Verbündete im Naturschutz. Erst die Empathie vieler Menschen ermöglicht die Transformation von Wissen zum Engagement. Für Tim Birkhead ist das ein Grundprinzip: Klar und einfach reden, schreiben und Studenten unterrichten, das inspiriert sie und gibt ihm gleichermaßen so viel zurück. Deshalb ist das Buch seinen Studenten gewidmet.

„Birds and Us“ breitet ein immenses Wissen, einen gewaltigen Schatz an Erfahrungen, Reflexionen und Deutungen vor seinen Lesern aus. Aus all diesen Bausteinen hat Birkhead souverän ein literarisches Kunstwerk komponiert. Immer in bestechender Klarheit, immer inspirierend ist es Unterhaltung auf höchstem Niveau und gleichzeitig federleicht. Ein kluges Buch des wohl profiliertesten Kenners, das die Beziehungen von Menschen und Vögeln auf den Punkt bringt. Ein Muss für jeden, der über sein Verhältnis zu den Vögeln nachdenkt. Ein letztes Zitat: Im Jahr 414 vor Christus prophezeite der griechische Dichter Aristophanes: „Tue nichts ohne vorher die Vögel zu konsultieren“. Hätten wir diese über 2.500 Jahre unbeachtete Aufforderung früher befolgt, hätten wir heute nicht diesen Exzess an Umweltkrise. Es wird höchste Zeit für uns alle, endlich die Natur in den Mittelpunkt unseres Denkens und Handelns zu stellen.

Karl Schulze-Hagen (Mönchengladbach)

Kai Gedeon & Torsten Pröhl:

Noahs Rabe – Artenvielfalt in Äthiopien.

Natur + Text, Rangsdorf, 2022. Gebunden, 320 Seiten, 24 cm × 29,5 cm, 320 S., zahlreiche Fotos und Illustrationen, 2 Karten. ISBN 978-3-942062-55-8. 58,00 €.

Trotz dichter Besiedlung und uralter Kultur- und Nutzungsgeschichte ist Äthiopien eines der artenreichsten Länder weltweit und für die Rettung der biologischen Vielfalt – nicht nur für den afrikanischen Kontinent – von herausragender Bedeutung. Mit diesem ersten umfassenden Buch in deutscher Sprache über das faszinierende Land haben die Autoren in Bild und Text Maßstäbe gesetzt. Noahs Rabe – ein Erzraben-Porträt – zielt den Buchtitel. Die sechs Kapitel des ersten Teils folgen einer groben Landesgliederung in Nördliches Hochland; Westen;

Bale, Arsi und Harar; Kaffa; Rift Valley und Afar sowie Osten. Diese Großlandschaften werden jeweils mit vier Schwerpunkten behandelt: Frühe Reisende, Menschen und Landschaft, Biodiversität und Vogelwelt. In einem zweiten Teil werden über das Land verteilt 31 Reiseziele mit Kurzttext, Karte, Koordinaten und jeweils zwei Fotos (eine Landschaft und eine typische Art) vorgestellt. Ein ausführliches Literaturverzeichnis, Verzeichnisse der deutschen und wissenschaftlichen Namen sowie der im Text genannten Personen ergänzen den Band, der durch seine landeskundlich-wissenschaftlichen Erzählstil besticht.

Seit 2005 beschäftigt sich der Erstautor Kai Gedeon intensiv mit der Natur, Geschichte und Kultur von Äthiopien. Der durch seine Buchveröffentlichungen, u. a. über Greifvögel, bekannte Naturfotograf Torsten Pröhl stieß erstmals 2011 dazu. Fast jährlich folgten Reisen in alle Teile des Landes. Die Liebe der Autoren zu Äthiopien spricht aus jeder Seite. Anders wären Kenntnisreichtum und Detailfülle der Informationen, die diesen Prachtband auszeichnen, und die einzigartigen Naturdokumente, viele davon in bisher kaum erreichter Qualität, wohl kaum zu erreichen gewesen. Bei manchen Vogelarten mag geringe Scheu, bedingt durch die in Äthiopien nahezu fehlende Vogeljagd, für Beobachtungs- und Fotochancen förderlich gewesen sein. Aber im Falle der scheuen, z. T. auch seltenen Säugetiere trifft dies nicht zu. Trotzdem gelangen auch von vielen Säugetierarten einzigartige Naturdokumente, sogar vom dort besonders scheuen und selten gewordenen Löwen. Aber auch Fotos typischer Pflanzen und Lebensräume bereichern den Band.

In der langen Danksagungsliste sind vor allem einheimische Kenner, Naturschützer und Ranger genannt, welche die Geländearbeiten ermöglichten und unterstützten, neben Kollegen aus der internationalen Forscherszene, die z. T. auch bei der Artenbestimmung geholfen haben. Dies steht in scharfem Kontrast zu früheren Sammelexpeditionen, wo Einheimische bestenfalls als Träger dienen durften oder, wie im Falle der amerikanischen A. D. Smith-Expedition 1894/95, niedergeschossen wurden, wenn sie sich mit Speer und Schild den Eindringlingen entgegenstellten.

Schwerpunkte des Buches liegen zwar eindeutig auf der ungemein artenreichen, bunten Vogelwelt, doch findet der Leser auch zu den Großlandschaften, Säugetieren, Reptilien, Amphibien, Fischen und ausgewählten Pflanzen wertvolle Informationen. Die Detailfülle der Texte überrascht jeden, der nur Informationen zu den abgebildeten Arten und Reisehinweise erwarten würde. Aus der Themenfülle seien einige Schwerpunkte erwähnt: Geschichte und Kultur des Landes, koloniale Aufteilung Afrikas und ihre tragischen Folgen, Vielfalt und Eigenarten der Ethnien, Besonderheiten der Landwirtschaft und genutzte Kulturpflanzen (u. a. Teff, Kaffee), Angaben zu Verbreitung, Bestandsgrößen und Bedrohung ausgewählter Arten, zu Evolution und Unterartenfragen. Dabei werden auch moderne Methoden in allgemein verständlicher Sprache erläutert, wie Satellitentelemetrie, Phylogenetik und moderne Taxonomie, darüber hinaus internationale Aktivitäten genannt (z. B. das UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ MAB, mit komplexen Artenerfassungen am Beispiel des Kaffa-Biosphärenreservats). Auch die Naturschutzaktivitäten der Succow-Stiftung, u. a. um den Abaya-See, finden Erwähnung.

Heute leben 100 Millionen Menschen in Äthiopien, zehnmal so viel wie zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Wie im Epilog zusammenfassend dargestellt, ist der Druck auf Schutzge-

biete und Artenvielfalt landesweit riesig und wächst durch Überweidung, Rodungen, Ausbringen von Giftködern und invasiven Arten, Bau neuer Siedlungen in Schutzgebieten und deren Flächenverkleinerung, Wasserentzug durch Bewässerung und vor allem durch die Ablösung naturverträglicher, kleinflächiger Landnutzung durch Großagrarbetriebe in ausländischer Hand. In der Einleitung erinnert Bernhard Misof, Generaldirektor des Leibniz-Instituts zur Analyse des Biodiversitätswandels, Forschungsmuseum Koenig, Bonn, an die bis heute wirkenden Leiden durch die europäische Kolonisation und Naturzerstörung durch moderne Formen der Ausbeutung. Sein Wunsch, der Wissensschatz dieses Buches möge dem Wohle Äthiopiens, seiner Menschen und seiner immer noch einzigartigen Natur dienen, kann nur unterstrichen werden.

Siegfried Klaus (Jena)

Volker Zahner, Norbert Wimmer:

Spechte & Co. – Sympathische Hüter heimischer Wälder
2. Auflage, AULA-Verlag, Wiebelsheim 202. 168 Seiten, illustriert, Hardcover, 23,3 cm × 16,8 cm. ISBN- 978-3-89104-847-4, 19,95 €.

In der jüngsten Vergangenheit hat das Interesse der Öffentlichkeit für den Wald und seine Bewohner deutlich zugenommen. Vor allem Spechte sind „ideale Sympathieträger“ des Waldes, da sie eine „attraktiv[e], einfach zu erkennen[de] und zum Teil leicht zu beobachten[de]“ Vogelfamilie darstellen. Auch bei Kindern sind diese von der „Vogelschutzrichtlinie“ geschützten Vögel gut bekannt, da sie als häufige Vogelart im Garten und an Futterstellen anzutreffen sind. Nach der Herausgabe der ersten Auflage von „Spechte & Co.“ vor über fünf Jahren haben die Autoren Volker Zahner und Norbert Wimmer die Chance ergriffen, eine neue Auflage über diese beliebte Vogelfamilie herauszubringen, die eine „ganze Reihe neuer Erkenntnisse sowohl in der Spechtforschung als auch im Bereich der Waldökologie“ anspricht.

Wer denkt, dass es sich hierbei nur um eine reine Beschreibung und Abarbeitung der heimischen Spechtarten handelt, sollte das Buch nicht nach dem Einband beurteilen. Das Buch bietet nicht nur eine farbenfrohe Einsicht in die „Schlüsselrolle“ der Spechte im Ökosystem Wald, sondern auch eine detaillierte Beschreibung des „Wald[es] aus der Perspektive der Spechte und ihrer Folgenutzer“. So gehen die Autoren auch sehr detailliert auf die Umgebung der Spechte ein, z. B. auf die Geschichte und Beschaffenheit des Lebenswohnraumes, Funktion der Bäume oder der Nutzen der Spechthöhlen als Unterkünfte für viele „Nachmieter“, u. a. Hohltauben, Haselmäuse, Fledermäuse und Hornissen, als Aufzuchtstätte, Winterquartier, Vorratslager oder Schlafplatz. Diese zweiseitige Betrachtung von Specht und Wald macht es den LeserInnen sehr einfach, dem Handlungsstrang zu folgen und die Komplexität dieser „mannigfaltige[n] Wechselbeziehungen“ zu verstehen. Neben den heimischen Spechtarten werden auch Fakten zu anderen verwandten Arten wie dem Eichelspecht oder Gelbbauch-Saftlecker präsentiert. Ab und an schweifen die Autoren auch vom Thema Specht ab und bieten interessante Fakten und Einblicke in andere Aspekte des Waldes, wie den „Eigenheiten von Holz“, was den LeserInnen hilft, das Ökosystem Wald und somit die Aufgaben des Spechtes in dieser Umgebung besser nachzuvollziehen.

Vor allem für neuereinsteigende SpechtliebhaberInnen bietet dieses Buch eine gute Übersicht zu Morphologie, Physiologie

und Verhalten der Spechte und Antworten auf viele Fragen, wie „Wo entstehen neue Höhlen?“ oder „Wo findet man [die] Hackspuren [der Spechte] im Winter?“. Gezielt ausgesuchte Stichpunkte an den Rändern der Seite wie „Einemsen‘ als Komfortverhalten?“ oder „Schutzstrategien für das Gehirn“ erleichtern dabei den LeserInnen das Nachschlagen von bestimmten Textpassagen. Aber auch für SpechtkennerInnen werden alte ungeklärte und neue Fragen und gut recherchierte Fakten präsentiert, z. B. „wie Spechte ihre Beute orten“ und weitere Informationen zur Kognitivität und zum Aufbau des Gehirns dieses „Spitzenreiter[s]“ der Vogelintelligenz. Unterstrichen werden die Fakten dabei immer wieder durch (wissenschaftliche) Untersuchungen, so z. B. die „über Jahrzehnte reichende Beobachtungsreihen und Langzeitstudien zur Nutzung der Schwarzspechthöhlen“ durch Wilhelm Meyer in Thüringen oder die Studien zur Entwicklung der Specharten durch Oskar und Magdalena Heinroth, die Anfang des 20. Jahrhunderts zahlreiche Vogelarten mit der Hand aufzogen haben.

Natürlich dürfen ein anschaulicher Stammbaum zur Ordnung der Spechte und ausführliche Beschreibungen zu jeder heimischen Spechart nicht fehlen. Hier bieten neben einem artspezifischen Steckbrief auch Beobachtungstipps, weltweite Verbreitungsgebietskarten sowie Tondateien von „Gesang“ und „Trommeln“, die über QR-Codes abrufbar sind, die perfekte Möglichkeit, dem Specht „auf der Spur“ zu sein. Abgerundet wird das Buch mit „Prognosen des Klimawandels“, „Spechte in der Sagenwelt“ über weltweite Mythologien, z. B. den Schwarzspecht als Begleiter des Wald- und Kriegsgottes Mars, und „Spechte in Zahlen“, wo die LeserInnen bei Interesse durch Zeitskalen und Brutinformationen zu Gelegen, Höhlenbau, Brut- und Nestlingszeiten stöbern können.

Ein kleiner Kritikpunkt mag der etwas holprig wirkende Einstieg sein: Zu Beginn des Buches werden die Specharten relativ unerwartet in bestimmten Textpassagen zum Wald reingeworfen, ohne dass die Laiin oder der Laie möglicherweise mit diesen etwas anfangen könnte. Eine kurze Einführung zu den Specht(arten) wäre hier vielleicht dem ein oder anderen Leser hilfreich gewesen. Das harmonische Zusammenspiel von Wald und Specht fügt sich aber dann relativ schnell nach wenigen Seiten zusammen und wird auch mit dem Satz „Warum diese komprimierte Abhandlung über Wälder und Bäume zu Beginn des Spechtbuches?“ im Nachhinein verständlich begründet.

Insgesamt schaffen es die Autoren mit diesem Buch – vor allem mit den großartigen Fotografien – ihre „nicht endende und unstillbare Neugier an [der] Natur“ den LeserInnen zu vermitteln und somit gewiss den ein oder anderen Leser anzustecken.

Natalie Kelsey (Wilhelmshaven)

Franz Bairlein:

Das große Buch vom Vogelzug – Eine umfassende Gesamtdarstellung

AULA-Verlag GmbH, Wiebelsheim, 2022, 368 S., 644 farbige Abb., 355 Karten, gebunden 21 x 28 cm, ISBN 978-3-89104-825-2, 49,95 €.

Die Berufung von Franz Bairlein für diese umfassende Gesamtdarstellung des Phänomens Vogelzug ist aufgrund seiner Forscher-Laufbahn offensichtlich: Seine Dissertation über die Rastplatzökologie von Zugvögeln (am heutigen Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Radolfzell) bildete 1980 einen markanten Ausgangspunkt dazu. In seiner Habilitation

an der Universität Köln (1987) befasste er sich mit der Ernährungsphysiologie von Zugvögeln. Von 1990 bis 2019 war er Direktor des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ in Wilhelmshaven, ab 1992 Professor für Zoologie an der Universität Oldenburg, seit 1998 Herausgeber des Journal of Ornithology und von 2001 bis 2012 Präsident der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft. Forschungsschwerpunkte in Wilhelmshaven waren u. a. die physiologischen Mechanismen der Gewichtszunahme bei Zugvögeln sowie die Rastökologie entlang der Zugrouten. Modellbeispiel dafür sind die Wanderungen von Steinschmätzern, bei denen sich die Zugwege von Teilpopulationen aus Ostkanada und Skandinavien auf ihrem Weg nach Afrika auf Helgoland überkreuzen und Populationen aus Alaska über die ganze Paläarktische hinweg nach Ostafrika ziehen. Wichtige Elemente seiner Forschung waren auch Expeditionen, die ihn u. a. in die algerische Sahara zur Erforschung des Trans-Sahara-Zuges, nach Marokko und Nigeria zu den Rastplätzen und an der Elfenbeinküste in die Winterquartiere paläarktischer Zugvögel führten. Von 2007 bis 2019 präsierte er die «European Union for Bird Ringing (EURING)» und publizierte 2015 zusammen mit sieben Co-Autoren den Atlas des Vogelzugs (Ringfunde deutscher Brut- und Gastvögel). Neben seinen wissenschaftlichen Palmares hat er auch bedeutende Verdienste im Bereich des fachlich fundierten Vogelschutzes, so initiierte er – um nur ein Beispiel zu nennen – den «Aktionsplan zum Schutz wandernder Landvogelarten» bei der Bonner Konvention.

Im Interesse der Lesbarkeit hat der Autor auf Literaturzitate im Fließtext verzichtet. Literaturhinweise finden sich in den Abbildungstexten und im zugehörigen (13-seitigen) Verzeichnis der Abbildungsquellen. Auf einer zusätzlichen Seite sind die wichtigsten zusammenfassenden Werke «Zum Weiterlesen» empfohlen. Gezielte Einstiegsmöglichkeiten in die vielfältigen Themen bieten sich über das Inhaltsverzeichnis oder via Stichworte im ausführlichen Register.

Das erste Kapitel gibt einen knappen Überblick über die Methoden der Zugforschung von der Beobachtung mit unterschiedlichen Mitteln über Fang und Beringung bis zur individuellen Verfolgung von Zugvögeln mit modernster Technik.

Eine Besonderheit im Vergleich zu anderen Werken ist das umfangreiche zweite Kapitel, das auf 61 Seiten Karten zu den Verschiebungen ausgewählter, in Deutschland heimischer Arten, präsentiert; primär basierend auf Ringfunden, in vielen Fällen ergänzt durch Flugwege, die mit Satellitentelemetrie oder Geolokatoren ermittelt wurden.

Das dritte, auf den globalen Vogelzug ausgerichtete Kapitel, macht bewusst, dass aus den großen Landmassen der Nordhemisphäre viel mehr Arten in die Tropen ziehen als aus den beschränkten Flächen mit gemäßigttem Klima im Süden. Zudem fällt auf, dass der nearktisch-neotropische, wie auch der paläarktisch-asiatische Vogelzug mehr Arten umfasst als «unser» paläarktisch-afrikanisches Zugsystem. Hilfreich sind die Übersichtskarten über die Zugkorridore innerhalb der drei Systeme, die mit typischen Beispielen illustriert sind. Im Kontrast dazu stehen großräumige Wechsel von einem Zugsystem ins andere. Kurze Abschnitte zum Vogelzug auf der Südhemisphäre, innerhalb der Tropen und über den Ozeanen vervollständigen das Gesamtbild.

Im Kapitel 4 werden die für die Beschreibung verschiedener Formen des Vogelzugs gängigen Begriffe erläutert.

Unter dem Titel «Muster des Vogelzugs» (Kap. 5) geht es zuerst um den jahres- und tageszeitlichen Zugablauf, dann

um die Definition von Begriffen wie Reise-, Zug-, Flug- und Eigengeschwindigkeit, um die Höhenverteilung des Vogelzugs und schließlich um das Vorkommen ziehender Arten in verschiedenen geografischen Breiten.

Mit der «Steuerung des Vogelzugs» (Kap. 6) geht der Autor vor allem auf die genetisch vorgegebenen Faktoren ein. Die vererbte Menge und zeitliche Dauer der in Registrierkäfigen messbaren Zuginruhe spielt dabei eine dominierende Rolle. Einflüsse aus der Umwelt, wie Witterung und Nahrung, scheinen das Zugverhalten eher bei wenig ausgeprägten Zugvögeln mitzubestimmen.

Das Kapitel 7 «Räumliche Orientierung» charakterisiert zuerst den Unterschied zwischen Richtungsorientierung und Navigation. Klassische Verfrachtungsexperimente mit Jungvögeln, die typischerweise (angeborene) Richtungsorientierung zeigen, und Altvögeln, die oft zielorientiert unterwegs sind, veranschaulichen den Unterschied. Neben den bekannten Mechanismen der Richtungsorientierung (Sonnen-, Stern- und Magnetkompass) sind spezielle Konfliktexperimente interessant, in denen sich verschiedene Informationen (z. B. ein simuliertes Magnetfeld, der Sternkompass oder das Polarisationsmuster des Abendhimmels) widersprechen. Dabei scheint das Magnetfeld oft über andere Informationen zu dominieren. Weitere mögliche Orientierungsmittel wie Landmarken, Gerüche, Infraschall und Luftdruck werden kurz angesprochen. Für die Zielorientierung (z. B. die Rückkehr zu einem früher besuchten Ort) ist zusätzlich zur Richtung eine Art Karteninformation nötig; deren Erforschung an freilebenden Vögeln wird eine der großen Herausforderungen der Zukunft sein.

Kapitel 8 «Energetik des Vogelzugs». Die enormen energetischen Kosten des Zugs können aus den physikalischen Prinzipien der Aerodynamik abgeleitet, im Windkanal gemessen, über den Gewichtsverlust im Flug bestimmt, aus der Herzschlagrate abgeleitet oder mit der Methode des «doppelt markierten Wassers» bestimmt werden. Ziehende Schlagflieger können ihren Energieverbrauch bei zunehmender Dauer eines Streckenfluges weiter senken als aufgrund der aerodynamisch erwarteten Geschwindigkeit maximaler Reichweite zu erwarten wäre. Gleitflug ermöglicht zusätzliche Einsparungen. Große, in Gruppen ziehende Schlagflieger sparen Energie durch Flug in Keilformation, während nicht in Formation fliegende Großvögel Gleit- und Segelflug nutzen. Fett ist der wichtigste Energie- und Wasserspeicher. Für die Bewältigung großer Zugstrecken legen deshalb vor allem Schlagflieger große Fettdepots an. Die Mechanismen des Fettwerdens sind eines der Spezialthemen des Autors.

Kapitel 9 «Physiologische und morphologische Anpassungen» geht – abgesehen vom Energiebedarf für Langstreckenflüge – ein auf Fragen, wie die Flugmuskulatur die erforderliche Dauerleistung erbringen kann, wie der Wasserbedarf gedeckt wird, wie Flug in großer Höhe möglich wird und ob Vögel während des Fliegens schlafen. Besonders erstaunlich sind – abgesehen von den im Zusammenhang mit dem Zug erfolgenden hormonellen Umstellungen – die Veränderungen der Organe in der Zugzeit. Ziehende und nichtziehende Arten aus derselben Verwandtschaftsgruppe zeigen nicht nur Unterschiede in der Flügelform, sondern auch in den mechanischen Eigenschaften der Federn.

„Ohne Rast kein erfolgreicher Zug“ (Kap. 10). Abgesehen von wenigen Arten, die nonstop vom Brutgebiet ins Winterquartier ziehen (wie einzelne Schnepfenvögel), bestehen

Wanderungen in der Regel aus einer Abfolge von Flug- und Rastphasen. Den räumlichen und zeitlichen Verlauf solcher Verbrauchs- und Regenerationszyklen zu erforschen und die erforderlichen „Tankstellen“ zu identifizieren, sind wichtige Ziele ökologischer Zugforschung. Der Autor hat mit dem Steinschmätzer ein optimales Modell für diese Forschung gewählt.

„Ökologische Barrieren“ (Kap. 11). Gebiete mit schwierigen Flugbedingungen und/oder eingeschränkten Regenerationsmöglichkeiten können zu Modifikationen im Zugverhalten führen. Die Alpen, das Mittelmeer und die Sahara haben (wohl auch im Zusammenhang mit wiederholten Ausbreitungsphasen nach eiszeitlichen Kälteperioden) zu bedeutenden Anpassungen im paläarktisch-afrikanischen Zugsystem geführt. Auffallend etwa die dominierenden SW- und SE-Richtungen in Europa, spezielle Anpassungen der Fettdepots und eine erstaunliche Perfektionierung der Windnutzung bei der Überquerung der Sahara.

„Zugvögel im Winterquartier“ (Kap. 12). Leider sind in der Abbildung über die Verteilung der paläarktischen Zugvögel in Afrika die Farben der Lebensräume etwas durcheinandergeraten; die Artzahlen zeigen aber die unterschiedliche geografische Verteilung der Zugvögel. Neben den regenabhängigen Verschiebungen der innerafrikanischen Zugvögel und der Gäste aus dem Norden geht der Autor auch auf die potenzielle Konkurrenz zwischen Vertretern beider Gruppen ein. Ähnliche Konkurrenz kann auch auf der Iberischen Halbinsel zwischen Standvögeln und zugewanderten Artgenossen entstehen. Weitere Themen sind: Arktische Singvögel im Wattenmeer, überwinternde arktische Gänse, Tauchenten am Bodensee und Ortstreue im Winterquartier.

Im Kapitel 13 „Wind – Wetter – Klimawandel“ steht zuerst der Einfluss von Wetterfaktoren (insbesondere Wind und Regen) auf die Zugaktivität zur Diskussion, dann die Wirkung regionaler Witterungs-Systeme auf die Phänologie verschiedener Arten und schließlich die zeitliche Verschiebung der Wanderungen aufgrund der aktuellen Klimaänderungen. Bei Langstreckenziehern können diese dazu führen, dass die Vorverschiebung der Zugzeit langsamer erfolgt als die Entwicklung des Nahrungsangebots im Brutgebiet.

Kapitel 14 „Gefährdung und Schutz von Zugvögeln“ betont neben direkter Verfolgung und Klimaänderung vor allem die Überbeanspruchung natürlicher Landschaften als Ursache von Bestandsrückgängen. Viele internationale Konventionen zielen deshalb – abgesehen von Aktionsplänen zum Schutz bestimmter Artengruppen – vor allem auf die Erhaltung geeigneter Lebensräume entlang der Zugwege.

Im Kapitel 15 „Zugvögel – Parasiten – Infektionskrankheiten“ geht es einerseits um die Verbreitung von für Menschen relevante Infektionskrankheiten durch Vögel, andererseits um Vogel-Krankheiten. Dabei können Zugvögel den negativen Einflüssen von Krankheiten und Parasiten nicht nur durch angepasste Immunreaktionen, sondern auch durch die gezielte Aufnahme von Nahrung mit pharmakologischer Wirkung begegnen.

Bei der „Ontogenese von Zugverhalten“ (Kap. 16) steht die individuelle Entwicklung des Zugverhaltens bei Arten im Vordergrund, deren Jungvögel ohne soziale „Anleitung“ ziehen. Dabei dürften aufgrund der Selektion diejenigen überleben, die „alles richtig“ machen, zusätzlich könnten aber auch im Rahmen des ersten Zuges gemachte Erfahrungen den späteren Wanderungen zugutekommen.

Kapitel 17 „Evolution“ ist das einzige Kapitel, in dem ich mit den Darstellungen von Franz Bairlein Schwierigkeiten

habe. Vogelzug mit der Kontinentaldrift im Erdmittelalter (Jura-Kreide, 200–65 Millionen Jahre vor heute) in Verbindung zu bringen, ist gewagt. Dass die Zugwege von Küstenseeschwalben und Knutts in diesem Zeitraum entstanden sein könnten, ist nicht möglich, weil beide Arten damals nicht existierten, nicht einmal die Familien der Seeschwalben oder Schnepfenvögel waren vorhanden. Die Entstehung der heute bekannten Familien wurde möglich, nachdem in der globalen Katastrophe vor 65 Mio Jahren 70–80% der bestehenden Fauna ausgelöscht wurden und das Klimamaximum in der frühen Tertiärzeit (65–45 Mio Jahre vor heute) nicht nur die Ausbreitung tropischer Floren und Faunen bis in die kältesten Bereiche der Kontinente ermöglichte, sondern auch eine enorme phylogenetische Entwicklung begünstigte. Eine bedeutende Abkühlung (etwa 45–25 Mio Jahre vor heute) führte zum Rückzug der tropischen Biome in äquatornähere Bereiche. Die zunehmende Saisonalität in den neu entstehenden gemäßigten Zonen verließ der Entwicklung von Wanderbewegungen gewaltigen Schub. Ein ähnlicher Zwang zur Entwicklung von Zugbewegungen ergab sich mit der dramatischen

Abkühlung in den letzten fünf Millionen Jahren, die schließlich zu den periodischen Klimaschwankungen der sogenannten Eiszeiten führte. Im Rahmen dieser Klimavariation wurden die Brutareale von baum- und buschbewohnenden Vögeln wiederholt in beschränkten Gebieten (z. B. im Mittelmeerraum) zusammengedrängt, die sie im Sommer bewohnen konnten, im Winter aber verlassen mussten. In Warmzeiten dehnten sie die Brutgebiete wieder aus. So ergibt sich z. B. die wahrscheinlichste Erklärung der heutigen Neuntöter-Zugwege aufgrund von Eiszeitrefugien im östlichen Mittelmeerraum, verbunden mit warmzeitlicher Ausbreitung bis nach Nordspanien, unter Beibehaltung der Zugwege via Ostafrika. Ähnliches gilt für Steinschmätzer, die sich vermutlich von Eiszeitrefugien im westlichen Mittelmeerraum nach Skandinavien, Island, Grönland und Ostkanada ausbreiteten und dabei die Winterquartiere in Westafrika beibehielten. Populationen aus ostmediterranen Refugien haben sich wohl über Sibirien hinweg bis nach Alaska ausgebreitet und ziehen von dort alljährlich in die angestammten Winterquartiere in Ostafrika.

Bruno Bruderer, Sursee

Zielsetzung und Inhalte

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

Text

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

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

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

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

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

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

Abbildungen und Tabellen

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

Literatur

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

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

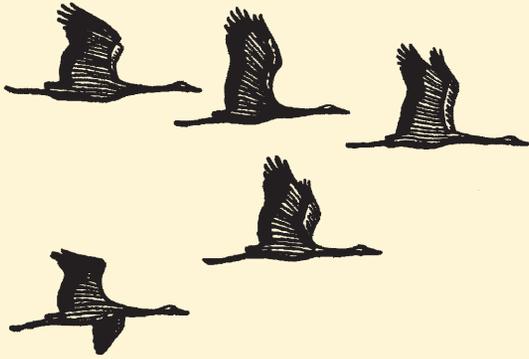
Titel von Arbeiten in Deutsch, Englisch und Französisch bleiben bestehen, Zitate in anderen europäischen Sprachen können, Zitate in allen anderen Sprachen müssen übersetzt werden. Wenn vorhanden, wird dabei der Titel der englischen Zusammenfassung übernommen und das Zitat z. B. um den Hinweis „in Spanisch“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

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

Dateiformate

Manuskripte sind als Ausdruck oder in elektronischer Form möglichst per E-Mail oder auf CD/Diskette an Dr. Wolfgang Fiedler, Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie, Am Obsterberg 1, 78315 Radolfzell (E-Mail: fiedler@ab.mpg.de) zu schicken (Empfang wird innerhalb weniger Tage bestätigt). Texte und Tabellen sollen in gängigen Formaten aus Office-Programmen (Word, Excel etc.) eingereicht werden. Abbildungen werden vom Hersteller an das Format der Zeitschrift angepasst. Dafür werden die Grafiken (Excel oder Vektordateien) aus den Programmen CorelDraw, Illustrator, Freehand etc. (Dateiformate eps, ai, pdf, cdr, fh) und separat dazu die dazugehörigen Dateien als Excel-Tabellen (oder im ASCII-Format mit eindeutigen Spaltendefinitionen) eingesandt. Fotos und andere Bilder sind als tiff- oder jpeg-Dateien (möglichst gering komprimiert) mit einer Auflösung von mindestens 300 dpi in der Mindestgröße 13 x 9 bzw. 9 x 13 cm zu liefern. In Einzelfällen können andere Verfahren vorab abgesprochen werden.

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



Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde

Band 60 • Heft 1 • Februar 2022

Inhalt – Contents

Stefan Bosch Verkohlte Elster <i>Pica pica</i> gegen Epilepsie: Die einstige Verwendung der Elster als Heilmittel und deren Folgen für den Elstern-Bestand in Deutschland	1
Roland Prinzinger Vergleichende Morphologie und Physiologie des Vogel-Herzens. Vom aristotelischen „Springenden Punkt“ zur Xenotransplantation von Vogelherzen	11
Helge Neumann, Heike Jeromin & Jutta Leyrer Wirkungskontrollen zur Vogelbesiedlung von Vertragsnaturschutzflächen in Schleswig-Holstein	39
Ingolf Schuphan & Bernd Flehmig Zippammer- <i>Emberiza cia</i> Bestand im Unteren Rheingau: Dramatischer und fortdauernder Rückgang seit Beginn der Flurbereinigung vor 60 Jahren	51
Volker Salewski & Luis Schmidt Nestkameras haben keinen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Gelegen der Uferschnepfe <i>Limosa limosa</i>	61
Forschungsmeldungen	68
Spannendes im "Journal of Ornithology"	74
Vogelwarte Aktuell	80
Persönliches	81
Aus der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft	83
Nachrichten	88
Literaturbesprechungen	90