

Band 63 • Heft 3 • August 2025

Vogelwarte

Zeitschrift für Vogelkunde



Deutsche Ornithologische Gesellschaft e.V.



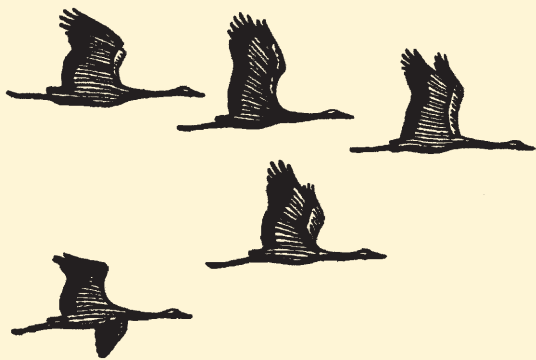
Institut für Vogelforschung
„Vogelwarte Helgoland“



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 Ornithologischen Gesellschaft e.V. (DOG) und veröffentlicht alle entsprechenden Berichte und Mitteilungen ihrer Gesellschaft.

Herausgeber: Die Zeitschrift wird gemeinsam herausgegeben von der Deutschen Ornithologischen 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 (fiedler@ab.mpg.de)

Dr. Natalie Wellbrock, c/o Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven (Tel.: +49 175 3404508; natalie.wellbrock@do-g.de).

Christof Herrmann, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, Beringungszentrale Hiddensee, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow (Tel. 0385/58864240; Fax 0385/58864106, Christof.Herrmann@lung.mv-regierung.de)

Dr. Jochen Dierschke, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Inselstation, An der Sapskuhle 511, 27498 Helgoland (Tel. 04725/64020, jochen.dierschke@ifv-vogelwarte.de)

Meldungen und Mitteilungen der DOG, Nachrichten:

Dr. Natalie Wellbrock, Adresse s. o., natalie.wellbrock@do-g.de

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 Prinzinger (Frankfurt), Kathrin Schidelko (Bonn), Heiko Schmaljohann (Oldenburg), Karl Schulze-Hagen (Mönchengladbach), Gernot Segelbacher (Radolfzell), Darius Stiels (Bonn), Joachim Ulbricht (Peenehagen), 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.

V.i.S.d.P. sind die oben genannten Schriftleiter.

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

ISSN 0049-6650

DOG-Geschäftsstelle:

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



Dr. Natalie Wellbrock, natalie.wellbrock@do-g.de

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

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

DOG-Vorstand

Präsidentin: Dr. Dorit Visbeck-Liebers, Deutsches Meeresmuseum, Katharinenberg 14-20, 18439 Stralsund, dorit.visbeck-liebers@do-g.de

1. Vizepräsident: Prof. Dr. Heiko Schmaljohann, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Ammerländer Heerstraße 114-118, 26129 Oldenburg, heiko.schmaljohann@do-g.de

2. Vizepräsidentin: Dr. Sylke Frahnert, Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, sylke.frahnert@do-g.de

Generalsekretär: PD Dr. Swen Renner, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1010 Wien, Österreich, swen.renner@do-g.de

Schriftführerin: Dr. Nina Seifert, Michael Succow Stiftung zum Schutz der Natur, Ellernholzstr. 1/3, 17489 Greifswald, nina.seifert@do-g.de

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

DOG-Beirat

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

Titelbild: „Eisvogel“ von Carina Kurz, Original 17 cm × 24 cm, Aquarellfarben und Tusche auf Aquarellpapier, 2023.

Zur Geschichte der Verzeichnisse und Artenlisten der Vögel Deutschlands

Thorsten Krüger

Krüger T 2025: The history of the inventories and checklists of the birds of Germany. *Vogelwarte* 63: 153–177.

The first inventory or checklist of the birds of Germany can be traced back to Christian Ludwig Brehm (1787–1864), who published it in two parts in 1828 and 1830 under the title ‘Uebersicht der deutschen Vögelarten’ (‘Overview of the German bird species’) and prefixed it as concise information to his ‘Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands’ (‘Handbook of the natural history of all birds in Germany’), which appeared a year later. Brehm based his systematics on the work of M. J. Brisson and F. Boie, but above all he put his own stamp on the taxonomy and nomenclature, resulting in a total of 337 different species. The lack of internationally uniform guidelines also led to the next two checklists being presented in competition with each other only four years apart (1885 and 1889) by two societies with different approaches – one of which was the Allgemeine Deutsche Ornithologische Gesellschaft, the later Deutsche Ornithologische Gesellschaft, DOG (German Ornithological Society) – and listing 359 and 396 species respectively. The ‘nomenclatural maze’ that ornithology had created in the 19th century – the situation in systematics and taxonomy was hardly any better – caused confusion well into the 20th century, despite international efforts to bring order and standardisation, as the next three checklists from 1902, 1916 and 1920 by Anton Reichenow (1847–1941) show. It was not until after 1950 that the situation became significantly more stable. The checklists by Wolfgang Makatsch (1906–1983) from 1955, 1957 and 1968 were based on A. Wetmore’s ‘A revised classification for the birds of the world’ from 1951, but were still not directly comparable with that by Günther Niethammer (1908–1974; Vice-President of the DOG) and his colleagues from 1964, which followed the volumes of J. L. Peters’ ‘Check-list of birds of the world’ published up to that point and the recommendations of the International Ornithological Congress (IOC). The division of Germany after the Second World War in 1949 into the German Democratic Republic (GDR) and the Federal Republic of Germany (FRG) with Berlin (West) led to separate checklists not before 32 years later (2x 1981, 1983, 1988). After the reunification of Germany in 1990, an all-German list was published again by the DOG in 1993. It was based on the ‘List of recent Holarctic bird species’ by K. H. Voous from 1977 and at the same time marked the beginning of an internationally harmonised approach to the compilation of such lists through the introduction of status information with letter coding and the verification of the records of new species by a rarities committee. This was followed by three further modern checklists, all of which were compiled by the DOG’s ‘Checklist of the Birds of Germany’ commission. The most recent (as of 2025) from 2019 covers 527 species. Starting with Brehm’s ‘Uebersicht’, a total of 18 checklists of the birds recorded in Germany have been published to date in list or table form, which are described in this work.

✉ TK: Rostocker Str. 108, 26121 Oldenburg. E-Mail: thorsten.krueger@freenet.de

Für jede einzelne Liste gilt, dass sie die Welt bedeutet (Usher 2015)

1 Einleitung

Eine Liste schafft Ordnung, indem sie eine Reihe von Objekten, so heterogen sie auch sein mögen, in denselben Kontext stellt oder aus demselben Blickwinkel betrachtet (Eco 2009). In der Biologie werden Listen schon seit langem verwendet, denn um die unzähligen Lebewesen auf diesem Planeten erforschen und beschreiben zu können, war es notwendig, sich einen Überblick zu verschaffen. Fast zwangsläufig musste die ungeheure Formenvielfalt geordnet und in ein hierarchisches System überführt werden, ähnliche oder verwandte Lebewesen wurden in denselben Gruppen zusammengefasst und damit über, unter oder neben andere Gruppen gestellt, Organismen als Fortpflanzungsgemeinschaften mit gemeinsamen Merkmalen identifiziert. Untrennbar verbunden mit diesen Bestrebungen ist der

Name Carl von Linné, der 1735 mit seinem „Systema Naturae“ einen ersten Versuch unternahm, die (ihm) bekannten Pflanzen, Tiere und Mineralien zu klassifizieren und ihnen gleichzeitig einen aus zwei Namen bestehenden wissenschaftlichen Artnamen zu geben (Linnaeus 1735). Sein Werk, das in zwölf Auflagen erschien, wird trotz des Umfangs der einzelnen Bände auch als „Liste“ angesehen, als praktische Liste wohlgeordnet und als solche der poetischen Liste gegenüberstehend, die zu künstlerischen Zwecken erstellt wird (Eco 2009). Die 10. Auflage seiner „Systema Naturae“ (Linnaeus 1758) gilt auch als Ausgangspunkt für das Regelwerk der zoologischen Namensgebung. Es „dauerte“ freilich viele Jahrzehnte – fast zwei Jahrhunderte –, Reformvorschläge und alternative Entwürfe, unzählige Aufsätze mit Pro und Contra, heftig geführte Diskurse, die Bildung von Komitees und Kommissionen,

spektakuläre neue Erkenntnisse und Ansätze usw., bis dieses System mit allem, was dazu gehört, und seinen zugrundeliegenden Regeln international als einigermaßen einheitlich und stabil angesehen werden konnte. Ein Blick in die im Laufe der Zeit erschienenen Artenlisten oder Verzeichnisse der Zoologie, Botanik und Mikrobiologie ist insofern auch ein Blick in die Wissenschaftsgeschichte.

Auch und gerade in der Ornithologie entstand schon bald nach Linné das Bedürfnis, die durch die damaligen Forschungsreisen immer größer werdende Anzahl von Formen, aber auch die bereits mehr oder weniger gut bekannten heimischen Taxa zu inventarisieren. Dazu brauchte es eine verlässliche, allgemein anerkannte Ordnung (Systematik), Regeln für die Klassifikation der einzelnen Taxa (Taxonomie) sowie eine einheitliche wissenschaftliche Benennung (Nomenklatur), damit alle jeweils über dasselbe reden konnten und eine unmissverständliche Kommunikation gewährleistet war. All dies war jedoch noch nicht vorhanden oder in der Entwicklung begriffen, so dass es heute in den frühen vogelkundlichen Gebietsmonographien und Verzeichnissen (z. B. Frisch 1733–1763, Siemssen 1794, Borkhausen 1797, Homeyer 1837, Maltzan 1848, Negelein 1853) teilweise äußerst schwierig ist, zu verstehen, um welche Arten es sich eigentlich handelt. Ist diese Hürde überwunden, ist es spannend zu ergründen, welche Taxa frühen Autoren in ihren jeweiligen Berichtsgebieten bereits bekannt waren und wie sich das Artenspektrum bis heute verändert und hinsichtlich der insgesamt nachgewiesenen Zahl vergrößert hat.

Ornithologische Verzeichnisse in Listenform erfreuen sich großer Beliebtheit und sind in moderner Form weit verbreitet. Von einem Verzeichnis der Vögel der Erde über Listen für einzelne Kontinente oder politisch zusammenhängende Großräume (z. B. Europäische Union), nationale, regionale (z. B. Bundesländer) und lokale (Landkreise, Gemeinden, Inseln etc.) Zusammenstellungen bis hin zu Artenlisten einzelner (Schutz-) Gebiete ist alles vertreten und wird in entsprechenden Fachmagazinen publiziert. Dabei ergibt sich der große Vorteil der Listen aus ihrer Kompaktheit und der Komprimierung zahlreicher Informationen auf engstem Raum. Ihr Wert geht dabei oft weit über das rein Ornithologische oder Naturwissenschaftliche hinaus. Man denke in diesem Zusammenhang beispielsweise an die Liste der Arten des Anhangs I („gefährdete Arten“) der Europäischen Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) oder an die Liste der Vogelarten des Washingtoner Artenschutzübereinkommens, CITES. Aber auch ganz individuelle Betrachtungsweisen von Artenlisten spielen in der Ornithologie bzw. unter Vogelkudlern eine wichtige Rolle, führen im Extremfall zum Selbstverständnis als „Lister“ und haben ebenfalls ihre Berechtigung: Durch das Setzen von Häkchen oder Kreuzchen in Listen für die im gewählten Bezugsraum (Welt, Westpaläarktis, Land, Exkursionsgebiet, Urlaubsort,

Garten...) gesehenen Arten entstehen personalisierte Listen – innerhalb von Listen. Deutlich wird und festzuhalten ist jedenfalls: Der Umgang mit und das Lesen von Artenlisten ist alles andere als eine öde Angelegenheit, wie es aus der Literaturwissenschaft heraus gelegentlich für Listen allgemein behauptet wird (z. B. Mainberger 2003).

In dieser Arbeit soll der Versuch unternommen werden, die Geschichte der Verzeichnisse bzw. Artenlisten der Vögel Deutschlands nachzuzeichnen. Dabei wird der Frage nachgegangen, wann gewissermaßen alles begann, wer die erste Artenliste der Vögel Deutschlands verfasste, welche Autoren ihm folgten, wie viele (und welche) Arten die Übersichten jeweils enthielten und welches System der Sortierung bzw. Ordnung, welche Taxonomie und welche Nomenklatur jeweils befolgt bzw. angewandt wurde.

2 Material, Betrachtungsgebiet

Zur Definition einer Liste gehört, dass in ihr das einzelne Wort (als Name, Begriff usw.) Vorrang hat vor dem Satz (als Aussage, Information, Meinung usw.) und dass ihre Elemente vorzugsweise untereinanderstehen und nicht nebeneinander wie in gewöhnlichen Fließtexten (Ingold 2009). Von modernen ornithologischen Artenlisten sind wir gewohnt, dass sie in der Regel als tabellarische Auflistungen mit mehreren Spalten oder als „echte“ Tabellen mit waagerechten und senkrechten Rahmenlinien in kurzer und prägnanter Form über die im jeweiligen Berichtsgebiet nachgewiesenen Vogelarten informieren und über die bloße Nennung der Arten hinaus Auskunft über deren Status als Brut- und/oder Gastvogel, die Stetigkeit ihres Vorkommens und oft auch über ihre Häufigkeit geben. Sie erscheinen zumeist in Form eines Artikels in einem ornithologischen Periodikum und haben einen vergleichsweise geringen Umfang.

Früher war es jedoch durchaus üblich, Verzeichnisse der Vogelarten eines Landes zu veröffentlichen, die, obwohl sie manchmal nicht einmal Angaben über den Status oder die Stetigkeit der Arten des Berichtsgebiets enthielten, sehr umfangreich waren und in Buchform auf den Markt kamen. Dies lag daran, dass die Darstellung der Hierarchieebenen (Ordnungen, Familien, Unterfamilien etc. bis zum Artniveau) auch in einfacher Listenform viel Platz beanspruchte und später vielfach kommentierte Artenlisten erschienen, die zusätzliche Erläuterungen zu den einzelnen, aufgeführten Arten und ihrem Vorkommen machten. An erster Stelle steht hier sicherlich die von Hartert et al. (1912) verfasste „A Hand-List of British Birds“ mit nicht weniger als 237 Seiten, dicht gefolgt von der Vorgängerin „A List of British Birds“ (British Ornithologists' Union 1883) mit 229 Seiten. Aber auch die in Deutschland sehr bekannte Übersicht „Die Vögel Deutschlands – Artenliste“ von Niethammer et al. (1964) umfasst 138 Seiten.

Für die Berücksichtigung von Arbeiten in dieser Gesamtschau, welche in Deutschland nachgewiesene Vogelarten aufzählend darstellen, ist der Umfang daher kein geeignetes Kriterium. Als „Artenlisten“ wurden nur solche Werke berücksichtigt, die

- ihren Charakter als listenförmig angelegte Übersichtsarbeit explizit im Titel tragen („Übersicht“, „Verzeichnis“, „Artenliste“, „Liste“),
- inhaltlich zumindest den Schwerpunkt, idealerweise den alleinigen Fokus, auf eine Auflistung der in Deutschland nachgewiesenen Vogelarten legen und
- dies in einer Form tun, die der eingangs dargestellten Definition einer Liste entspricht.

Das 1.085 Seiten plus Anhang umfassende „Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands“ von Brehm (1831) mit seinen vergleichsweise langen Arttexten und Farbtafeln ist in diesem Sinne ebenso wenig eine Artenliste wie das dreibändige „Handbuch der deutschen Vogelarten“ von Niethammer (1937–1942), auch wenn beide Werke ebenfalls Zusammenstellungen aller bis dahin in Deutschland nachgewiesenen Vogelarten darstellen.

Hinsichtlich des Betrachtungsgebietes muss es sich um ganz Deutschland handeln – unabhängig von der historisch wechselnden Größe oder dem Grenzverlauf – und nicht nur um Teile des Landes, wie z.B. bei Borggreves „Die Vogel-Fauna von Norddeutschland“ (Borggreve 1869, 1871). Einen Sonderfall stellen die Artenlisten der Vögel der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) einerseits und der Bundesrepublik Deutschland mit West-Berlin andererseits dar, die hier als Listen jeweils ganzer deutscher Staaten einbezogen wurden.

Die in der vorliegenden Arbeit für die einzelnen Artenlisten angegebene Zahl der nachgewiesenen Arten ergibt sich aus der Auszählung der Taxa in den Originalarbeiten, unabhängig davon, ob sie taxonomisch, hinsichtlich ihres Auftretens als Wildvogel oder mit Blick auf die Richtigkeit der Artdiagnose heute anders bewertet werden.

3 Ergebnisse

3.1 19. Jahrhundert: die ersten Listen mit unterschiedlicher Systematik, Taxonomie und Nomenklatur

1.) Die erste Artenliste der Vögel Deutschlands geht auf Christian Ludwig Brehm (1787–1864) zurück, der sie 1828 (erster Teil) und 1830 (zweiter Teil) unter dem Titel „Uebersicht der deutschen Vögelarten“ in der Zeitschrift Isis (von Oken) veröffentlichte (Brehm 1828, 1830). Seine „Uebersicht“ stellt eine lupenreine Artenliste dar,

The image shows a page from a historical scientific work, specifically a list of bird species. The page is divided into two columns, numbered 1269 and 1270. The text is in German and includes Latin names for various bird species. The layout is formal and academic, with clear headings for different taxonomic levels.

Abb. 1: Ausschnitt aus der „Uebersicht der deutschen Vögelarten“ von Christian Ludwig Brehm, welcher innerhalb der ersten Ordnung „Raubvögel“ die X. bis XVI. Sippe abbildet. Die innerhalb einer Sippe nicht nummerierten „Schlechtfalken“ und „Blaugrauer Rothfußfalken“ repräsentieren monotypische Arten. Jeweils mit „1“) beginnend durchnummerierte Taxa umfassen dagegen die Unterarten einer polytypischen Art. Der Ausschnitt führt 12 Arten auf. – *Excerpt from the 'Uebersicht der deutschen Vögelarten' by Christian Ludwig Brehm, which depicts the X. to XVI. tribe (= today's genus). The unnumbered 'Schlechtfalken' (Saker Falcon) and 'Blaugrauer Rothfußfalken' (Red-footed Falcon) within a tribe represent monotypic species. Taxa numbered consecutively beginning with '1)', on the other hand, comprise the subspecies of a polytypic species. The section lists 12 species.*

führt er doch ausschließlich die in Deutschland bis dahin nachgewiesenen Vogelarten in ihrer Gesamtheit auf, ohne zusätzliche Angaben zu ihrer Biologie, ihrem Vorkommen o. Ä. zu machen. All dies lieferte er in seinem 1831 erschienenen „Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands“, für das seine Artenliste eine Art Prodomus darstellt und im Kontext gesehen werden muss. Was die in der Liste enthaltenen Informationen betrifft, so lag der inhaltliche Schwerpunkt eher auf der Art und Weise der Präsentation der Arten, also auf der zugrunde gelegten Systematik, Taxonomie und Nomenklatur. Dafür habe er, so Brehm (1828), die Grenzen der Sippen (= heutige Gattungen) eng gesteckt und sei ferner den Grundsätzen und dem System Boies (vgl. Boie 1822 a, 1826, 1828) gefolgt, habe aber Brisson (vgl. Brisson



Abb. 2: Im „Handbuch“, welches seine Artenliste erläuterte und die Arten und ihr Vorkommen in Deutschland ausführlich beschrieb, ließ Brehm (1831) von jeder seiner „Sippen“ einen Vertreter abbilden. Hier: die heutigen Arten Gerfalke für die Sippe „Edelfalke“, Wanderfalke für „Falke“, Rötelfalke für „Röthelfalke“ und Rotfußfalke für „Rothfußfalke“. – In the „Handbook“, which explained his checklist and described the species and their occurrence in Germany in detail, Brehm (1831) pictured a representative of each of his ‘tribes’ illustrated.

1760–1763) bei vielen Namen beibehalten und nur da neue Namen vergeben, wo es nötig war. Diejenigen, die gemäß Brehm (1828) nicht „knechtisch“ an Linné hingen, sondern eine „freie Bewegung der Wissenschaft“ gestatteten, würden dieses Vorgehen nicht missbilligen. Es handelt sich mit anderen Worten um ein System, das seine Handschrift trägt, insbesondere was seine taxonomischen Ansichten über Arten und Unterarten sowie die Nomenklatur betrifft. Teils geschah dies aus Unkenntnis der Fachliteratur heraus, um die sich Brehm ohnehin recht wenig kümmerte (Hildebrandt 1929). Obwohl er sein Vorgehen erläuterte (Brehm 1830), wurde es von vielen Ornithologen des 19. und 20. Jahrhunderts missverstanden – und tatsächlich ist es recht unübersichtlich

und erschließt sich dem Leser nicht von selbst (Abb. 1). Erst Haffer (1996, 2003) gelang es, anschaulich darzustellen, wie Brehm monotypische Arten neben polytypische Arten mit ihren von ihm identifizierten Unterarten (bis zu zwölf an der Zahl) stellte und wie Brehms System zu lesen ist.

Auf diese Weise kommen insgesamt 338 Arten zusammen (vgl. Anhang), von denen allerdings die „Amerikanische Kriekente“ *Querquedula Americana*“ abziehen ist. In seinem „Handbuch“ (Brehm 1831; Abb. 2), in dem er seine Liste erläutert und die aufgeführten Arten bespricht, erfährt man nämlich, dass diese für ihn polytypische Art in Deutschland noch nicht nachgewiesen war, er sie aber dennoch 1830 in die Liste aufgenommen hatte, weil sie für die Wissenschaft noch unbeschrieben gewesen sei und eine Aufführung verdiene. Bis die „Carolinakriekente“ *Anas crecca carolinensis* in Deutschland tatsächlich nachgewiesen wurde, sollten noch 164 Jahre vergehen (vgl. Deutsche Seltenheitenkommission 1996).

Bei 115 von ihm benannten Singvogelarten lag Brehm (1828, 1830) nur um fünf Arten unter der etwa 135 Jahre später von Niethammer et al. (1964) anerkannten Anzahl. Die Unterschiede zwischen beiden Werken erklären sich durch Brehms Einstufung guter biologischer Arten als geographische oder ökologische Subspezies (z. B. Wiesen- *Anthus pratensis* und Rotkehlpieper *A. cervinus*, Sprosser *Luscinia luscinia* und Nachtigall *L. megarhynchos*) bzw. die Betrachtung von auffällig gefärbten geographischen Formen als eigene Arten (z. B. schwarzer/braungrauer Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca*). Insgesamt ist es aber bewundernswert, dass Brehm die vielen heute anerkannten Singvogeltaxa, die damals in Deutschland vorkamen, bereits kannte und in den allermeisten Fällen auch schon richtig entweder a) als Subspezies zu Arten bündelte oder b) als monotypische Arten aufgeführt hat (Haffer 1996, 2003).

2.) Rund fünf Jahrzehnte später wurde die nächste, die zweite Artenliste der Vögel Deutschlands vorgelegt (Abb. 3). Ihre Entstehungsgeschichte und die Auslöser für ihre Veröffentlichung sind äußerst interessant. Auf der Plenarsitzung des ersten Internationalen Ornithologen-Kongresses in Wien am 10. April 1884 war auf Vorschlag der III. Sektion unter Leitung von Rudolf Blasius (1842–1907) beschlossen worden, ein „permanentes internationales ornithologisches Comité“ zu wählen. Dieses Komitee sollte u. a. dafür sorgen, dass in den einzelnen Staaten „ein Verzeichnis der dort vorkommenden Vögel“ erstellt werde. Dies sollte nach dem Muster des von Tschusi & Homeyer (1882) für Deutschland und Österreich-Ungarn erstellten Verzeichnisses unter Beifügung der örtlich gebräuchlichen Trivialnamen geschehen. Wie zusätzlich abzufassende Berichte mancherorts gegründeter Beobachtungsstationen in den Ländern, sollten auch die Verzeichnisse nach

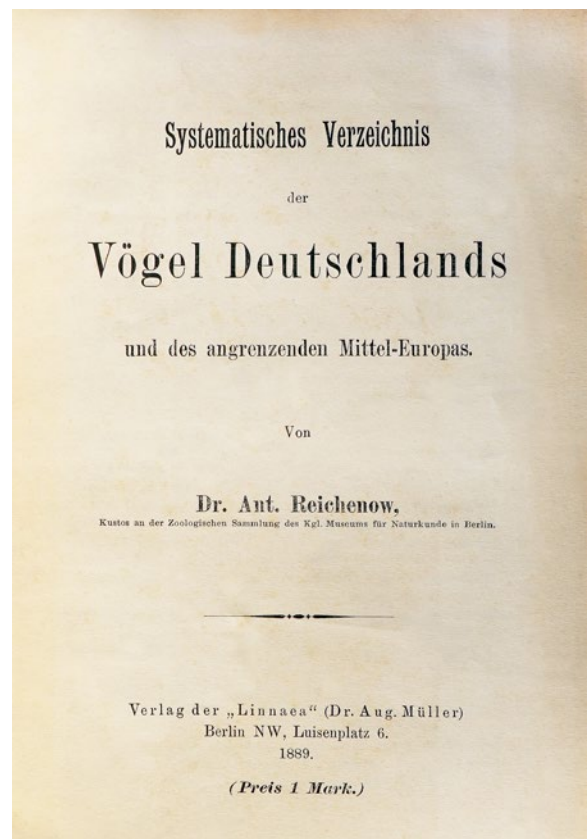
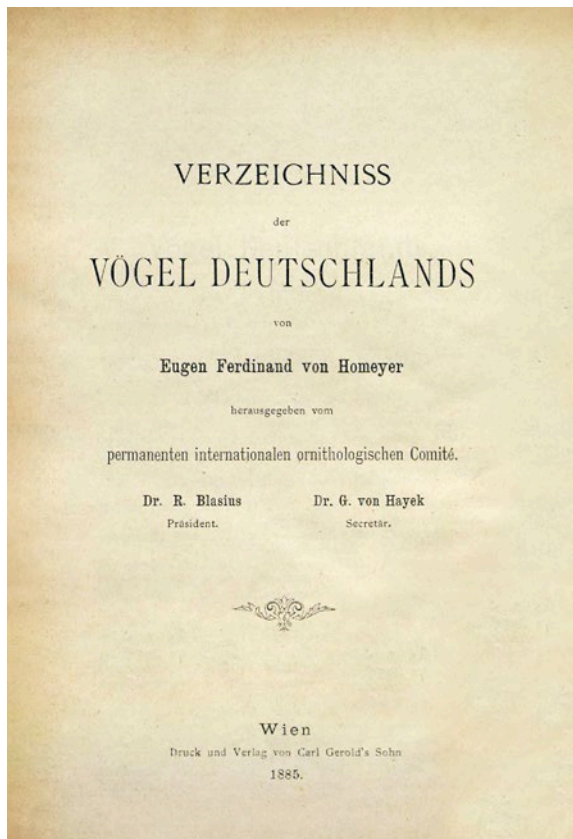


Abb. 3-4: Die zwei konkurrierenden Verzeichnisse der Vögel Deutschlands, welche von Eugen Ferdinand von Homeyer 1885 (li.) und Anton Reichenow 1889 (re.) veröffentlicht wurden und unterschiedliche Auffassungen von Systematik, Taxonomie und Nomenklatur zweier ornithologischer Institutionen repräsentierten. – *The two competing inventories of the birds of Germany, which were published by Eugen Ferdinand von Homeyer (left) and Anton Reichenow (right) in 1885 and 1889 respectively and represented different views of systematics, taxonomy and nomenclature of two ornithological institutions.*

denselben Prinzipien in systematischer Anordnung unter Anwendung der gleichen wissenschaftlichen Terminologie aufgestellt werden (Blasius & Hayek 1885). Unmittelbar nach Abschluss des Kongresses nahm Blasius, der Vorsitzende des Internationalen Komitees, die Sache in die Hand und beauftragte Eugen Ferdinand von Homeyer (1809–1889) mit der Erstellung eines entsprechenden Verzeichnisses der Vögel Deutschlands. Man war überzeugt, keinen besseren Kenner finden zu können als den „bewährten Altmeister der deutschen Ornithologen“ (Blasius & Hayek 1885, Pietsch 1888). Homeyer (1885a, b) legte bald darauf sein „Verzeichniss der Vögel Deutschlands“ vor. Dabei stützte er sich auf die alte, im Laufe des 19. Jahrhunderts etablierte Systematik, mit der er die insgesamt 357 Arten in 16 Ordnungen und 53 Familien einordnete (vgl. Anhang). Bei der wissenschaftlichen Benennung, der Nomenklatur, hatte er vor allem das Autoritätsprinzip sowie das Prinzip „*plurimorum auctorum*“ angewandt. So erhielten diejenigen Bezeichnungen den Vorzug, die bisher von den wichtigsten ornithologischen Autoritäten bzw. von den meisten ornithologischen Autoren (nach eigener

„Statistik“) verwendet worden und daher „schon fast allgemein geläufig“ (Pietsch 1890) waren. Der 76-jährige Homeyer wählte also das Alte und Bewährte und befreite den Leser damit aus der Sicht von Pietsch (1890) „vom System- und Nomenklaturwust“. Unabhängig von systematischen und nomenklatorischen Fragen ist die Liste ansonsten „einfach“ gehalten und enthält neben den Artnamen (wissenschaftlich und deutsch) keine weiteren Angaben, z. B. zum Status, zur Stetigkeit des Vorkommens oder zu besonderen Einzelnachweisen.

3.) Die Ornithologie durchlebte eine bewegte Zeit. Die althergebrachte Systematik und Nomenklatur wurde in Frage gestellt und kollidierte u. a. mit dem Bemühen, durch strikte Beachtung des Prioritätsgesetzes zu einer einheitlichen wissenschaftlichen Benennung zu gelangen (Stresemann 1951). Jedenfalls muss Homeyer (1885a, b) mit seiner Liste alle Reform- und Erneuerungswilligen vor den Kopf gestoßen haben. So erschien nur vier Jahre später ein neues, „konkurrierendes“ Verzeichnis der Vögel Deutschlands aus der Feder von Anton Reichenow (1847–1941) mit dem Titel „Syste-

matisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands und des angrenzenden Mittel-Europas“ (Reichenow 1889; Abb. 4). Dieser versuchte nach Pietsch (1890), einem Weggefährten Homeyers, „unter völliger Ignorierung des internationalen Comités und des inzwischen leider verstorbenen Altmeisters die von Homeyer'sche Arbeit über den Haufen zu werfen“. Dem war vorausgegangen, dass auf der XIV. Jahresversammlung der Allgemeinen Deutschen Ornithologischen Gesellschaft (die spätere Deutsche Ornithologische Gesellschaft, DOG), welche vom 10. bis 12. Juni 1889 in Münster tagte, beschlossen worden war, den Versuch einer Regelung der zoologischen Nomenklatur zu unternehmen. Reichenow hatte der Versammlung eine entsprechende Ausarbeitung vorgelegt. Daraufhin wurden er und Hans von Berlepsch (1850–1915) von der Jahresversammlung der DOG, die von Pietsch (1890) abfällig als „Wanderversammlung“ bezeichnet wurde, beauftragt, einen Entwurf auszuarbeiten und auf der nächsten Jahresversammlung zur Abstimmung vorzulegen (Hartert et al. 1889). Nach Pietsch (1890) hätte eine solche abgestimmte Fassung „dann aber vor das Forum des zweiten internationalen Congresses gebracht werden müssen, um eine Entscheidung darüber herbeizuführen, ob das ‚zu Recht‘ bestehende von Homeyer'sche Congreß-Verzeichniß zu beseitigen und statt desselben das aus jenen Berathungen hervorgegangene, von Dr. Reichenow entworfene anzunehmen sei“. Nichts davon war jedoch geschehen, und Reichenow (1889; Abb. 4) hatte zudem für 148 Arten abweichende wissenschaftliche Namen verwendet, so dass die Rezension von Reichenows Liste durch Pietsch (1890) einen Aufschrei der Empörung darstellte.

Heute wissen wir, dass sich das Prioritätsgesetz in der Nomenklatur international durchgesetzt hat und zum Standard geworden ist. Als Systematiker blieb Reichenow jedoch nicht unumstritten, und das von ihm entworfene „logische System“, das auf dem äußeren Eindruck der Vögel beruhte (Reichenow 1882, 1884, 1913, 1914), „verfiel fast allgemeiner Ablehnung“ (Grote 1942). Für Erwin Stresemann (1889–1972) galt er – trotz seiner „Methoden, die Vielgestalt der Erscheinungen in möglichst einfache Formeln zu pressen“ (die letztlich „keiner übernehmen mochte“) und seines bis zuletzt anhaltenden Widerstandes gegen die ternäre Nomenklatur – posthum nicht nur als der über drei Jahrzehnte im Ausland herausragendste Vertreter der deutschen Ornithologie, sondern auch als jemand, dem in Deutschland auf den Gebieten, die er beherrschte, „kein ebenbürtiger Gegenspieler oder Mitarbeiter“ erstanden war (Stresemann 1943).

Auch wenn der Schwerpunkt von Reichenows (1889) Artenliste eher in der angewandten Nomenklatur und der systematischen Anordnung liegt (Tschusi 1890), liefert sie für die 396 vom ihm zusammengetragenen Arten auch Angaben zu Status und Stetigkeit sowie grob zu ihrer Häufigkeit in Form von kurzen Kommentaren

(vgl. Anhang). Der Gesamtzahl sind vier weitere Arten hinzuzählen, die Reichenow als „Irrgäste“ in Deutschland lediglich in Fußnoten aufführte: Wanderdrossel *Turdus migratorius*, Gleitaar *Elanus caeruleus*, Weißkopf-Seeadler *Haliaeetus leucocephalus* und Purpurhuhn *Porphyrio porphyrio*. Im direkten Vergleich mit Homeyers Liste von 1885 ist es das informativere Werk.

3.2 1900 bis 1950: dreimal Reichenow mit zunehmendem Informationsgehalt bei stabiler werdender Nomenklatur

4.-6.) Reichenow blieb dem Thema jedoch verbunden und veröffentlichte 13 Jahre später ein Buch mit dem Titel „Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands“ (Reichenow 1902; Abb. 5). Auch wenn der Titel einen ganz anderen inhaltlichen Schwerpunkt suggeriert, handelt es sich bei den „Kennzeichen“ um eine echte Artenliste.



Abb. 5: „Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands“ von Anton Reichenow (1902) stellen eine Fortsetzung seines „Systematischen Verzeichnisses der Vögel Deutschlands“ von 1889 dar, welches um einen Schlüssel zur Bestimmung angereichert ist. – The booklet ‘Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands’ (‘The characteristics of the birds of Germany’) by Anton Reichenow (1902) is a continuation of his ‘Systematisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands’ (‘Systematic inventory of the birds of Germany’) from 1889, which is enriched with an identification key.



Abb. 6-9: „Kuhstelze“, „Nordische Kuhstelze“, „Südliche Kuhstelze“ und „Zitronenstelze“ (sic!) hatten bei Reichenow (1902) Artstatus, sie gehen heute in der Superspezies Schafstelze mit den Unterarten *M. f. flava* (o. li.), *M. f. thunbergi* (o. re.), *M. f. feldegg* (u. li.) und *M. f. flavissima* (u. re.) auf. – „Cow Wagtail“, „Northern Cow Wagtail“, „Southern Cow Wagtail“ und „Citrine Wagtail“ (sic!) had species status in Reichenow (1902), today they are merged into the superspecies Western Yellow Wagtail with the subspecies *M. f. flava*, *M. f. thunbergi*, *M. f. feldegg* and *M. f. flavissima*.

Fotos: Thorsten Krüger (o. l., o. r.), René van Rossum (u. l., u. r.)

Eine kommentierte Artenliste, in die (zu Beginn jeder Familie) ein Bestimmungsschlüssel in Kurzform integriert ist. Im Vorwort wird deutlich, dass der Autor seine Arbeit nach wie vor in erster Linie als Artenverzeichnis bzw. Übersichtsarbeit versteht, die Arten im Buch sind zudem durchnummeriert und die Interpretation der „Kennzeichen“ als Artenverzeichnis wird zusätzlich durch die Aussage von Stresemann (1943) bestätigt, Reichenow habe sein Verzeichnis von 1889 unter dem geänderten Titel „Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands“ neu aufgelegt. Hinsichtlich der Systematik konnte sich Reichenow (1902) nun auf das zwischenzeitlich erschienene Regelwerk der Allgemeinen Deutschen Ornithologischen Gesellschaft zu Berlin (Berlepsch et al. 1891) stützen, die Reihenfolge der Gruppen und Arten war aufsteigend, „von den niederen zu den höheren Formen fortschreitend“.

Die Arbeit enthält erstmals auch Angaben zum Status und vereinzelt auch zur Stetigkeit (z. B. „alljährlich“, Nennung einzelner Jahre mit Nachweisen) sowie in grober Form zur Häufigkeit (z. B. „nicht häufig“, „zahlreich“, „vereinzelt“) der nachgewiesenen Arten. Beim Status werden Angaben wie „Jahresvogel“, „Sommer-

vogel“, „Wintervogel“ usw. gemacht, wobei diese phänologischen Angaben freilich unscharf sind und nichts darüber aussagen, ob eine Art im Berichtsgebiet Brutvogel und/oder Gastvogel ist usw. An anderer Stelle, in einer Bilanz, werden die behandelten Arten in „Brutvogel“, „Wintervogel“, „Durchzugvogel“ und „Gast“ unterteilt, wobei hier teils unklar bleibt, worin eigentlich der Unterschied zwischen der einen und der anderen Kategorie besteht (z. B. zwischen Gastvögeln und Durchzüglern, die ja auch Gastvögel sind) und sich überdies die Ebenen (Brut- und/oder Gastvogelstatus, jahreszeitliche Anwesenheit) vermischen. Dennoch ist der Informationsgehalt der „Kenntnisse“ von Reichenow (1902) gerade auch im Vergleich zu den Vorgängerwerken sehr hoch und es darf nicht vergessen werden, dass diese Vermengungen von Ebenen und die Einteilung in „Jahreszeitenvögel“ bis weit in das 20. Jahrhundert hinein in den in Deutschland erstellten Verzeichnissen und Artenlisten als gute fachliche Praxis galt. Insgesamt sind 389 Arten verzeichnet (Abb. 6-9), darunter absolute Ausnahmereischeinungen (25 Arten), die von Reichenow (1902) wieder nur in Fußnoten erwähnt wurden. Die Ausklammerung extremer Selten-

heiten behielt Reichenow auch in seiner zweiten Auflage der „Kennzeichen“ und damit insgesamt vierten Artenliste der Vögel Deutschlands bei (Reichenow 1920), in der er insgesamt 448 Arten aufführte.

Zwischenzeitlich hatte er zusammen mit Erich Hesse (1874–1945) eine dritte Artenliste vorgelegt (Reichenow & Hesse 1916, Reichenow 1916), nämlich die „Neue Namenliste der Vögel Deutschlands“. Bei dieser handelt es sich um eine klassische Artenliste, die allerdings ausschließlich wissenschaftliche Art- und Unterartnamen enthält und über ihre Benennung hinaus fast keine avifaunistischen Informationen liefert – der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt eindeutig auf der Systematik, Taxonomie und vor allem Nomenklatur, die mit zahlreichen Kommentaren zu Änderungen gegenüber früheren Werken versehen ist. Reichenow & Hesse (1916) stützten sich nicht nur auf Reichenows eigene Schriften (z. B. Reichenow 1913, 1914), sondern auch auf die wenige Jahre zuvor von Hartert et al. (1912) veröffentlichte „A Hand-List of British Birds“. Leider hielt Reichenow aber prinzipiell an der Betrachtung der Art als kleinste Einheit des Systems fest und lehnte die Aufspaltung der Arten in Unterarten ab, wie sie gerade Ernst Hartert (1859–1933) einschließlich der ternären Benennung in seinem bis dahin in Teilen erschienenen Reformwerk „Die Vögel der paläarktischen Fauna“ (Hartert 1910–1922) vorgenommen hatte. In der Ornithologie insgesamt wurde auch durch die Arbeit von Reichenow & Hesse (1916) allmählich der „nomenklatorische Irrgarten, wie ihn das 19. Jahrhundert geschaffen hatte“ (Gebhardt 1964), verlassen, aber taxonomisch führte jene nicht weiter, sondern in eine Sackgasse.

415 Arten sind von Reichenow & Hesse (1916) aufgeführt und nummeriert, zusätzliche 23 Ausnahmegäste in Fußnoten untergebracht. Dort finden sich auch die wenigen avifaunistischen Informationen bspw. mit Details zu den jeweiligen Nachweisen der extremen Seltenheiten, wovon die meisten auf Gätke (1891, 1900) zurückgehen. Ferner berichten die Autoren, dass einzelne noch in Reichenows „Kennzeichen“ aus dem Jahr 1902 aufgeführte Arten zu streichen seien, weil sich deren Vorkommen als unsicher herausgestellt hätte (z. B. Unglückshäher *Perisoreus infaustus*, Rosengimpel *Carpodacus roseus*) oder diese inzwischen nur noch als Unterarten anzusehen seien (z. B. *Lanius excubitor homeyeri* und *L. e. meridionalis*)

3.3 1950 bis 2000: Makatsch, immer wieder Makatsch, zwei Deutschlands und nach friedlicher Revolution wieder eines

7.) Nach einer Pause von 35 Jahren und damit einer großen Lücke erschien 1955 wieder eine Artenliste der Vögel Deutschlands. Sie stammte aus der Feder des Ornithologen Wolfgang Makatsch (1906–1983), der sie als Privatmann verfasst und unter dem Titel „Verzeichnis der Vögel Deutschlands“ als ein kleines Büchlein mit festem Einband auf den Markt gebracht hatte (Ma-

katsch 1955). Deutschland war seit sechs Jahren geteilt, doch Makatsch, der in der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) lebte, blickte ohne Binnengrenze auf die Thematik, sein Verzeichnis umfasste „Ost“ und „West“. Hinsichtlich der Systematik wählte er die zuletzt in vielen anderen Verzeichnissen europäischer Länder verwendete Ordnung und Einteilung von Wetmore (1951), hinsichtlich der Nomenklatur hielt er sich an die deutsche Übersetzung und Bearbeitung des populären Bestimmungsbuches von Peterson et al. (1954), die Günther Niethammer (1908–1974) unter Berücksichtigung der Beschlüsse des Internationalen Zoologenkongresses in Kopenhagen 1953 (vgl. Hemming 1954) erstellte. Für die Recherche der in Deutschland nachgewiesenen Arten und ihres Status zog er Harterts „Die Vögel der paläarktischen Fauna“ nebst Ergänzungsband (Hartert 1910–1922, Hartert 1923, Hartert & Steinbacher 1932–1938), Niethammers „Handbuch der deutschen Vogelkunde“ (Niethammer 1937–1942) und die genannte Ausgabe des „Peterson“ heran. Das Ergebnis war eine klassische, kommentierte Artenliste, die 421 Arten umfasste, deren Vorkommen jeweils kurz mit Angaben zur Stetigkeit und Häufigkeit beschrieben wurde. Endlich hatten in seiner Artenliste auch die extrem seltenen, nur ausnahmsweise in Deutschland nachgewiesenen Vogelarten den Weg aus den Fußnoten an den ihnen von der Systematik zugedachten Platz gefunden (Abb. 10–11). Dass seine Liste 17 Arten weniger enthielt als die Vorgängerversion von Reichenow (1920), lag nicht an der Verkleinerung des Betrachtungsgebiets nach Ende des 2. Weltkriegs, sondern an einer anderen Taxonomie.

8.) Zwei Jahre später legte Makatsch die Artenliste neu auf (Makatsch 1957). Aus dem Vorwort zu dieser zweiten Auflage erfahren wir, dass er hinsichtlich des Vorkommens der behandelten Arten auch die Avifaunen der Bundesländer ausgewertet hatte und darüber hinaus von einigen (namhaften) Fachkollegen der deutschen Ornithologie unterstützt worden war. So kam er auf insgesamt 427 Arten und tat am Ende seines Vorwortes etwas, was in dieser Form noch keiner seiner Vorgänger getan hatte: Er wies ausdrücklich auf die hohe Dynamik in der Avifauna eines jeden Landes hin, so dass auch „dieses Verzeichnis an einigen Stellen vielleicht schon bald geändert oder durch Zusätze ergänzt“ werden müsse (Makatsch 1957). Damit hatte er den Nagel auf den Kopf getroffen, und vielleicht war ihm diese Erkenntnis vor allem deshalb möglich, weil das System der Vögel und ihre Klassifikation endlich einigermaßen stabil und verlässlich geworden war. Im Vordergrund der Artenlisten standen nun eindeutig nicht mehr die – zuvor oft eigens vorgenommene – Einteilung und Nomenklatur, sondern die Arten selbst und z. B. ihr Verschwinden als Brutvögel aus dem Bearbeitungsgebiet, ihre Einwanderung in das Bearbeitungsgebiet und natürlich auch neue Erstnachweise.



Abb.10-11: Wolfgang Makatsch holte die von Anton Reichenow noch in die Fußnoten verbannten (Helgoländer) „Irrgäste“ hervor und integrierte sie als reguläre Bestandteile seiner Artenliste, wie z. B. die Nachweise von Jungfernkranich *Anthropoides virgo* (heute *Grus virgo*; oben) und Stummellerche *Calandrella rufescens heinei* (heute vermutlich Turkestanlerche *Alauda heinei*; unten). Standpräparate der im Mai 1837 bzw. im Mai 1879 auf Helgoland erlegten Individuen. – Wolfgang Makatsch brought out the (Helgoland) vagrants that Anton Reichenow had relegated to the footnotes and integrated them as regular components of his checklist, such as the records of the Demoiselle Crane and presumed Turkestan Short-toed Lark. Mounted specimens of the individuals shot on Heligoland in May 1837 and May 1897 respectively.

Fotos: Thorsten Krüger (oben), Jochen Dierschke (unten)

9.) Sieben Jahre später brachten „Niethammer - Kramer - Wolters“ (Niethammer et al. 1964) ein echtes Novum in eine Artenliste der Vögel Deutschlands: Sie lieferten erstmals Häufigkeitsangaben in Form von Größenklassen. Diese waren differenziert nach dem Status der jeweiligen Art als Brutvogel (Paare), regelmäßiger Gastvogel und Durchzügler (Individuenzahl zur Zeit des Maximums) und unregelmäßiger Gastvogel (Zahl der Nachweise seit 1900) – ein großer Informationsgewinn! Die Liste blieb ansonsten der üblichen Darstellungsform treu, d. h. die Arten werden Seite für Seite untereinander abgehandelt, wobei die Kommentare zu den Arten mehrzeilige Fließtexte bilden. Beim Kolkkraben *Corvus corax* nahm letzterer ganze 14 Zeilen ein, beim Höckerschwan sind es elf. Hinzu kommen zahlreiche mehrzeilige Erläuterungen in Fußnoten, so dass die Artenliste 137 Seiten umfasst und als Hardcover-Buch erschienen ist. Die Reihenfolge der Ordnungen (und wohl auch Taxonomie und Nomenklatur) folgte den bis dahin erschienenen Bänden von Peters' „Check-list of birds of the world“ (Peters 1931–1960), die der Familien den Empfehlungen des Internationalen Ornithologenkongresses 1954 in Basel (IOC 1955) und die der Gattungen wiederum Peters (1931–1960). Die von diesem noch nicht bearbeiteten Singvogelfamilien wurden nach Vaurie (1959) geordnet. Im Selbstverständnis, was eine Artenliste zu leisten habe, war man jedenfalls davon überzeugt, dass sie „bündig und zuverlässig über den Stand der Nomenklatur, Systematik und Verbreitung der Vögel Auskunft geben“ sollte (Niethammer et al. 1964). Deshalb habe man auch mit den bisherigen großen Werken in dieser Hinsicht, dem „Hartert“ und dem „Niethammer“, brechen müssen. Die Liste umfasste schließlich 434 Arten und galt fortan allgemein als so etwas wie die offizielle gesamtdeutsche Artenliste für Vögel, wohl nicht nur deswegen, weil sie einen institutionellen Anstrich hatte (das „Zoologische Forschungsmuseum Alexander König“ steht unter den Autorennamen), sondern auch, weil Niethammer Vizepräsident der DOG war.

10.) Wenig später legte Makatsch mit der dritten Auflage seines Verzeichnisses für beide deutsche Staaten nach (Makatsch 1968). Er behandelte darin 441 Arten, wobei er sich weiterhin an der Systematik und Gliederung von Wetmore (1951) orientierte. Bewusst verzichtete er in seiner Liste auf Häufigkeitsangaben, so dass sie im Informationsgehalt deutlich hinter Niethammer et al. (1964) zurückbleibt. Dafür punktet die Arbeit mit Auflistungen aller bisherigen Nachweise seltener Arten und Unterarten, phänologischen Extremdaten sowie Brutnachweisen unregelmäßiger Brutvögel mit Quellenangaben, die in dieser Breite und Ausführlichkeit in einer deutschen Artenliste bisher nicht zu finden waren. Umfangreich sind auch die Kommentare (Status und Verbreitung) zu den jeweiligen Unterarten, die in dieser Form ebenfalls erstmals so prominent dargestellt wurden.



Abb. 12-13: Titel der Artenlisten der beiden deutschen Staaten aus dem Jahr 1981, links die von Wolfgang Makatsch für die Deutsche Demokratische Republik, rechts jene vom Dachverband Deutscher Avifaunisten für die Bundesrepublik Deutschland. – *Cover of the species lists of the two German states from 1981, on the left of Wolfgang Makatsch for the German Democratic Republic, on the right of the Dachverband Deutscher Avifaunisten for the Federal Republic of Germany.*

Festzuhalten ist jedoch, dass die Listen von Makatsch zumindest in Westdeutschland auf wenig Akzeptanz stießen und kaum Anwendung fanden.

11.) 32 Jahre nach der Teilung Deutschlands wurden erstmals Artenlisten getrennt für die DDR und die Bundesrepublik Deutschland vorgelegt (Abb. 12-13). Als Autor trat wiederum Makatsch (1981) mit einem „Verzeichnis der Vögel der Deutschen Demokratischen Republik“ in Erscheinung. Sein Werk ähnelt seinen bisherigen, für beide Staaten, vorgelegten Artenlisten, durch umfangreiche Zusatzinformationen zu den einzelnen Arten in Kommentarform dabei am ehesten der dritten Auflage. Als Neuerung führte er nun die Angabe von Häufigkeitsklassen ein. Systematik etc. betreffend folgte er zwar immer noch Wetmore (1951), von dem es längst eine aktualisierte Fassung aus dem Jahr 1960 gab, aber ansonsten handelt es sich bei seinem Verzeichnis der Vögel der DDR um eine ohne jeden Anflug von politisch geleiteten Betrachtungen daher kommende, sehr informative, kommentierte Artenliste. Das in Buchform erschienene Werk umfasst 150 Druckseiten und ist damit bis heute die längste Artenliste der Vögel Deutschlands.

12.-13.) Auf bundesdeutscher Seite wurde der Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) als Herausgeber der Artenliste aktiv und konnte Götz Rheinwald, Alistair Hill und Herbert Ringleben (1912–1999) dafür gewinnen, eine Liste der in Westdeutschland nachgewiesenen Arten zusammenzustellen (Rheinwald et al.

1981). Sie taten dies – in auffälligem Gegensatz zu der umfangreichen Liste von Makatsch (1981) – in Form einer dünnen, gehefteten Broschüre und setzten die Arten in eine 27 Seiten einnehmende Tabelle mit Rahmenlinien. Nicht schön – zumal es nur zwei Spalten mit Inhalt gibt, dafür aber vier leere (zum Ankreuzen) –, aber modern und ein Fingerzeig, wie künftige Artenverzeichnisse aussehen würden, nämlich nicht mehr in Form von mit Fließtext kommentierten Artenlisten. Systematisch, taxonomisch und nomenklatorisch folgten sie mit der „List of recent Holarctic bird species“ von Voous (1973, 1977) einem aktuelleren Gesamtüberblick als Makatsch (1981). Inhaltlich lieferten sie als Novum in deutschen Artenlisten über sechs Buchstaben(-kombinationen) codierte Angaben zu Status und Stetigkeit der von ihnen zusammengetragenen 417 Arten, Häufigkeitsangaben fehlten. Dagegen, und damit eindeutig in das falsche Medium gerutscht, waren die Gefährdungskategorien nach Roter Liste der in Deutschland gefährdeten Tiere und Pflanzen aus dem Jahr 1977 (Blab et al. 1977) aufgeführt. „Die „Vögel der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) – Artenliste“ erschien 1983 in einer zweiten Auflage in gleicher Aufmachung, dann aber mit 420 aufgeführten Arten (Rheinwald et al. 1983).

14.) Fünf Jahre später legten Barthel & Hill (1988) eine Aktualisierung der Artenliste für die Bundesrepublik Deutschland vor, die als Extrakt in einer vorläufigen Gesamtliste der Vögel der Westpaläarktis untergebracht war. 464 in Deutschland nachgewiesenen Vogelarten

wurden dabei über neun verschiedene Buchstaben Statusangaben zugewiesen, den übrigen 382 nur außerhalb von Deutschland registrierten Arten nicht. Zusätzlich erhielten in Deutschland selten vorkommende Arten – nun nicht mehr als „Irrgäste“ oder „Ausnahmereischeinungen“, sondern als „Ausnahmegäste“ bezeichnet – erstmals eine spezielle Kennzeichnung, die darauf hinwies, dass ihre Feststellung nach regionaler Abstufung (! = alle Feststellungen, !1 = nur Feststellungen außerhalb des Küstenbereichs usw.) künftig dem Bundesdeutschen Seltenheitausschuß (BSA) zur Dokumentation auf besonderen Meldebögen gemeldet werden sollte. Die Artenliste wurde als „echte“ Tabelle gestaltet (mit Rahmenlinien), folgte Voous (1977) und erschien als Teil eines Sonderhefts der ein Jahr zuvor von Peter H. Barthel gegründeten Zeitschrift „Limicola – Zeitschrift für Feldornithologie“. Sie orientierte sich inhaltlich und äußerlich an der Liste der Vögel der Westpaläarktis der Zeitschrift „British Birds“ (British Birds 1984). Viel Aufmerksamkeit erregte seinerzeit die vom British Ornithologists' Union Records Committee 1986 vorgenommene und dabei auf Connors (1983) basierende taxonomische Aufspaltung des Kleinen Goldregenpfeifers *Pluvialis dominica* in zwei Arten: Amerikanischer Goldregenpfeifer *P. dominica* und Pazifischer Goldregenpfeifer *P. fulva* (BOURC 1986; Abb. 14-15). Der Entscheidung des BOURC folgend und hinzukommend zum europäischen Goldregenpfeifer *P. apricaria* waren damit in der deutschen Artenliste

1988 erstmals drei „Goldregenpfeifer“ mit Artstatus vertreten (Barthel & Hill 1988).

15.) Schließlich erschien 1993 die letzte Artenliste der Vögel Deutschlands im 20. Jahrhundert (Barthel 1993). Diese stellt einen Meilenstein dar, da sie aufgrund der Wiedervereinigung Deutschlands am 3. Oktober 1990 nach der friedlichen Revolution in der DDR in den Jahren 1989 und 1990 wieder ein Deutschland, d. h. das aus „Ost“ und „West“ vereinigte Staatsgebiet, behandelte. Sie erschien im Journal für Ornithologie und nicht nur dadurch trat die DOG nach fast 30 Jahren Pause auf diesem Gebiet wieder in Erscheinung, denn die Liste entstand aus der Projektgruppe „Artenliste der Vögel Deutschlands“ der DOG heraus. Gegenüber der Vorgängerfassung wies sie eine weitere Differenzierung der Statusangaben auf und nahm damit die Form an, wie sie heute noch – national wie international – verwendet wird. Insofern kann sie als Version 1 dieser darauf aufbauenden Reihe deutscher Artenlisten angesehen werden. Die Buchstaben A bis D kennzeichnen das Vorkommen der Arten als Wildvögel (vor 1950 = A bzw. nach 1950 = B), ursprünglich nicht heimische, vorsätzlich oder aus Versehen eingebürgerte und heute ihren Bestand ohne menschliches Zutun haltende Brutvogelarten (C) sowie sichere oder wahrscheinliche Gefangenschaftsflüchtlinge und damit als außerhalb der Liste stehende Arten (D). Erst danach – und damit erstmals inhaltlich sauber getrennt – werden bei Barthel



Abb. 14-15: Aus eins mach zwei: durch taxonomische Aufspaltung des Kleinen Goldregenpfeifers waren zwei Arten geworden, der Amerikanische (heute Prärie-Goldregenpfeifer, li.) und der Pazifische Goldregenpfeifer (Tundra-Goldregenpfeifer, re.). Dies fand erstmals in der Artenliste der Vögel Deutschlands aus dem Jahr 1988 Berücksichtigung. – *One becomes two: the taxonomic splitting of the Lesser Golden Plover resulted in two species, the American and the Pacific Golden Plover. This was first taken into account in the checklist of birds in Germany from 1988.*

Fotos: Peter Wilton, Juni 2012, Churchill, Kanada (li.), Dominic Sherony, April 2016, Hawaii (re.)

(1993) in einer zweiten Spalte Angaben zum Status als Brutvogel und in einer dritten Spalte zum Status außerhalb der Brutzeit (als Gastvogel) gemacht. Im Hinblick auf die Aufnahme (oder Nichtaufnahme) von Ausnahmegästen in die deutsche Artenliste führte die seit 1989 auf neue Füße gestellte (Bundesdeutscher Seltenheitsausschuß 1989) und immer breiter akzeptierte Arbeit der Dokumentationsstelle für seltene Vogelarten zu einer Objektivierung des Themas und damit zu einer erhöhten Belastbarkeit der Einstufungen. Basierend auf Systematik und Nomenklatur von Voous (1973, 1977) verzeichnete Barthel (1993) für Deutschland insgesamt 470 Arten. Die Artenliste erschien für den praktischen Gebrauch erstmals auch separat als inhaltsgleiche Kurzfassung im Miniaturformat (Abb. 16).

Damit ging zugleich eine Phase zu Ende, in der Systematik, Taxonomie und Nomenklatur relativ stabil geblieben und die Artenlisten der Vögel Deutschlands untereinander gut vergleichbar waren. Waren es zu Anfang des 20. Jahrhunderts vor allem noch Fragen der Nomenklatur, die im Zentrum der Diskussion standen und (zuletzt nur noch wenige) Änderungen nach sich zogen, schlugen in dessen letztem Jahrzehnt jedoch neue, auf molekularbiologischer Ebene gewonnene Erkenntnisse (DNA-Sequenzierung; beginnend vor allem mit Sibley & Ahlquist 1990, Sibley & Monroe 1990) in zunehmendem Maße durch und führten vor allem auf den Gebieten der Systematik und Taxonomie zu großen Umwälzungen. Für letzteres musste sich ganz grundsätzlich zugunsten des Biologischen Artkonzepts (Biological Species Concept, BSC) oder des Phylogenetischen Artkonzepts (Phylogenetic Species Concept, PSC) entschieden und die Abgrenzung von Arten innerhalb der Konzepte definiert werden (z. B. Haffer 1998, Johnson et al. 1999).

3.4 2000 bis heute: DNA-Revolution, Streitpunkte Einstufung von Vogelarten als Wildvögel oder Gefangenschaftsflüchtlinge bzw. mit menschlicher Hilfe nach Deutschland gelangt

16.) Andreas J. Helbig (1957–2005) hatte selbst jahrelang auf dem neuen Forschungsgebiet der Molekulargenetik gearbeitet (Übersicht: Helbig 2000) und schließlich für die British Ornithologists' Union (BOU) Richtlinien für die Anwendung von Artgrenzen auf sympatrische, parapatrische, allopatrische und hybridisierende Taxa mitentwickelt (Helbig et al. 2002, Knox et al. 2002, Sangster et al. 2002). Die Leitlinien fanden nicht nur in die 7. Auflage der britischen Liste Eingang (BOU 2006), sondern flossen auch in die nächste „Artenliste der Vögel Deutschlands“ aus der gleichnamigen Kommission der DOG und der 1993 in „Deutsche Seltenheitskommission, DSK“ umbenannten (DSK 1994) Dokumentationsstelle für seltene Vogelarten ein (Barthel & Helbig 2005). Neuerungen gegenüber der zuvor publizierten Fassung ergaben sich aus der konsequenten Anwendung eines phylogenetischen Ansatzes oberhalb der Artebene

sowie aus einem aktualisierten Biologischen Artkonzept (Details: Helbig 2005). Basierend also auf einer in grundlegenden Punkten neuen Systematik (hier: Reihenfolge und Abgrenzung höherer Taxa) und Taxonomie (Abgrenzung von Arten) sowie einer umfangreichen Überprüfung der Nachweise seltener Arten auf Nachvollziehbarkeit und „Belastbarkeit“ durch die DSK kamen Barthel & Helbig (2005) auf insgesamt 509 Arten – ein Plus von 39 Arten gegenüber der Vorgängerversion. Diese hohe Zahl resultiert nicht nur aus Nachweisen neuer, in Deutschland 1993 noch nicht festgestellter Arten (z. B. Rubinkehlchen *Calliope calliope*, Steppenpieper *Anthus godlewskii* und Schmuckseeschwalbe *Thalasseus elegans*), sondern zu einem erheblichen Teil auch aus der Aufspaltung einer Art in zwei oder mehr Arten (z. B. Mittelmeer- *Larus michahellis* und Steppenmöwe *L. cachinnans* aus Weißkopfmöwe *L. cachinnans*). Die von der Association of European Records and Rarities Committees (AERC) zwischenzeitlich neu eingeführte und mit dem Buchstaben E codierte Kategorie der nur als wahrscheinliche oder sichere Gefangenschaftsflüchtlinge, als ausschließlich oder überwiegend mit Verkehrsmitteln (meist transatlantischer Schiffs-transport) in die jeweiligen Länder gelangten oder vorsätzlich frei gelassenen Arten (Barthel 2005), wurde nun auch in der Deutschen Artenliste eingesetzt. Außerdem wurde der Brutstatus weiter differenziert und erstmals seit der Artenliste von Niethammer et al. (1964) wurden nun auch wieder Häufigkeitsangaben (Klassen) für die Brutvögel gemacht. Die Originalfassung, die in tabellarischer Form (ohne Rahmenlinien) in der Zeitschrift *Limicola* veröffentlicht wurde, erschien erneut zusätzlich als Kurzfassung in Form eines kleinen „Vokabelheftes“, das zusammen mit der Zeitschrift „Vogelwarte“ an die Mitglieder der DOG versandt (Abb. 17) sowie auf Englisch an die Teilnehmer des 24. Internationalen Ornithologenkongresses 2006 in Hamburg verteilt wurde.

17.-18.) 13 Jahre später erschien die nächste, dritte Version (3.1) einer deutschen Artenliste neuerer Couleur (Barthel & Krüger 2018). Auch sie geht auf die Tätigkeit der Kommission „Artenliste der Vögel Deutschlands“ der DOG zurück. Wie ihre Schwesterorganisation, die BOU in England (zum 1. Januar 2018), hatte die DOG per Vorstandsbeschluss entschieden, in Systematik, Taxonomie und Nomenklatur künftig der „World Bird List“ des IOC zu folgen. Vorausgegangen war, dass sich in den Jahren zuvor drei andere Ansätze zur Ordnung, Klassifizierung und Benennung der Vögel der Welt prominent herauskristallisiert hatten: Die vom Cornell Lab of Ornithology herausgegebene „Clements Checklist of Birds of the World“, die „Howard & Moore Complete Checklist of the Birds of the World“ sowie die auf den Kriterien von Tobias et al. (2010) basierende „Illustrated Checklist of the Birds of the World“ (del Hoyo & Collar 2014, 2016) der Herausgeber der Reihe „Handbook of the Birds of the World“ und BirdLife Interna-



Abb. 16-18: Die als Kurzfassungen im Miniaturformat gedruckten Artenlisten der Vögel Deutschlands von 1993 (li.), 2005 (Mitte) und 2019 (re.). – *The checklists of the birds of Germany from 1993 (left), 2005 (middle) and 2019 (right) printed as miniature versions.*

tional. Die Listen unterscheiden sich geringfügig in ihren primären Zielen und ihrer taxonomischen Philosophie. Durch Befolgung von Systematik, Taxonomie und Nomenklatur des in dieser Hinsicht mit führenden Wissenschaftlern besetzten IOC (Gill & Donsker 2018, www.worldbirdnames.org) ergaben sich auch in dieser deutschen Artenliste (Barthel & Krüger 2018) wieder einige markante Umstellungen und Änderungen (Barthel et al. 2018). Die Liste erschien in der „Vogelwarte“ in tabellarischer Form und behandelte insgesamt 527 Arten sowie alle bisher in Deutschland nachgewiesenen Unterarten. Wie schon bei der Vorgängerversion wurde von der DOG eine Kurzfassung im Miniaturformat gedruckt (Abb. 18) und der „Vogelwarte“ als Beilage hinzugefügt. Diese griff zwischenzeitlich erfolgte systematische und taxonomische Änderungen (Gill & Donsker 2019) auf und wich in diesen Punkten leicht von der Langfassung ab, weswegen sie als Version 3.2 (Barthel & Krüger 2019) der deutschen Artenlisten neuer Prägung geführt wird.

Hinsichtlich der Überprüfung und Dokumentation von Nachweisen seltener Arten hatte die jahrelang hierfür zuständig gewesene DSK als Organ der DOG mit Ablauf des Meldejahres 2010 ihre Tätigkeit eingestellt und diese Aufgabe der dem DDA angeschlossenen Deutschen Avifaunistischen Kommission (DAK) übertragen (DAK 2010). Nach erfolgter Anerkennung einer Beobachtungsmeldung als diese oder jene Art betreffend und dabei in ausreichender und nachvollziehbarer Weise dokumentiert durch die DAK, entscheidet bei potentiellen Erstnachweisen für Deutschland weiterhin die Kommission „Artenliste der Vögel Deutschlands“ der DOG über die Aufnahme in die offizielle Artenliste. Dabei sind weitere Aspekte zu prüfen als die einer über jeden Zweifel erhabenen, „wasserdichten“ Artdiagnose.

4 Diskussion

Das Betrachtungsgebiet „Deutschland“ vor 1871 und Einordnung von Brehms „Uebersicht“

Nach Veröffentlichung von Brehms „Uebersicht“ (Brehm 1828, 1830) verstrichen über fünf Jahrzehnte, ohne dass ein überarbeitetes oder neues Verzeichnis der Vögel Deutschlands vorgelegt worden wäre. Dies überrascht zunächst, wie auch die Tatsache, dass losgelöst von systematischen, taxonomischen und nomenklatorischen Aspekten Brehms frühe Artenliste der Vögel Deutschlands praktisch unberücksichtigt blieb. Die Ursache hierfür dürfte primär darin liegen, dass im 19. Jahrhundert über die längste Zeit ein streng geopolitisch zugeschnittenes Deutschland noch gar nicht existierte. Ein Bewusstsein, dass nicht das jeweilige Territorium (wie z. B. ein Herzogtum, eine Grafschaft oder ein Bistum), sondern Deutschland als Ganzes als Vaterland anzusehen sei, hatte überhaupt erst in den napoleonischen Kriegen 1792–1815 begonnen, sich auszubreiten. Deutschland wurde nun nicht mehr als Heiliges Römisches Reich, das bis 1806 bestand, sondern als Nation verstanden. Diese wurde über den deutschen Sprachraum (vgl. Bernhardt 1844, Kiepert 1848, Wiesinger 1983) definiert und so ging z. B. auch J. F. Naumann in seiner „Naturgeschichte der Vögel Deutschlands“ vor: „Als Gränzen für Deutschland nehme ich hier die natürlichen, soweit sie durch die deutsche Sprache ausgedehnt und gebildet werden“ (Naumann 1820). Der von 1815 bis 1866 existierende Deutsche Bund wurde dann zwar als Deutschland bezeichnet, war aber rechtlich kein Staat und umfasste außerdem einige mehrheitlich nicht-deutschsprachige Territorien wie Böhmen und Mähren, während andere, mehrheitlich deutschsprachige

Gebiete wie Ostpreußen nicht dazugehörten (Gruner 2010).

Hinzu kommt, dass die deutschen Ornithologen im 19. Jahrhundert in zunehmendem Maße Studienreisen in das europäische Ausland durchführten. Dort häuften sie Wissen über die Vorkommen und Verbreitung der heimischen Vogelwelt an, welches sie in zahlreichen Veröffentlichungen verbreiteten (z. B. Boie 1822b, von der Mühle 1844, Baldamus 1851, 1858, Finsch 1859, Lindermayer 1860). Beide Aspekte zusammen dürften jedenfalls dazu geführt haben, dass Europa als Bezugsraum klar im Vordergrund des Interesses stand und dementsprechend von verschiedenen Autoren Verzeichnisse bzw. Listen der Vögel Europas vorgelegt wurden (z. B. Brehm 1826, 1855, Keyserling & Blasius 1840, Schlegel 1844, Thienemann 1846, Keitel 1857, Blasius 1861, 1862). Dabei war vor allem die Liste von Keyserling & Blasius (1840) für die deutsche Literatur lange Zeit maßgebend. Überdies machte hinsichtlich taxonomischer Einteilungen eine kontinentale Betrachtung deutlich mehr Sinn, was sich auch in entsprechenden (teils kommentierten) Verzeichnissen von Ornithologen aus benachbarten europäischen Ländern widerspiegelt (z. B. Temminck 1820–1840, Bonaparte 1838, 1842, Schinz 1840, Selliers v. Moranville 1844, Degland 1849, Degland & Gerbe 1867). Erst mit der Gründung des Deutschen Reiches am 1. Januar 1871 als Nationalstaat aller Deutschen, ausgenommen Deutsch-Österreicher, Luxemburger und Liechtensteiner, setzte ein Bedeutungswandel von Deutschland als Kulturnation hin zur Staatsbezeichnung ein. Damit war nun auch der Bezugsraum für Deutschland behandelnde avifaunistische Übersichtsarbeiten eindeutig definiert.

Für die Einordnung der „Uebersicht der deutschen Vogelarten“ von Brehm (1828, 1830) bedeutet dies, dass es sich bei ihr um eine untypische Artenliste handelt, da sie sich nicht streng an Landesgrenzen hält, wie es allgemein für derartige Listen üblich ist. Sie bezieht sich auf den Raum, den die deutsche Sprache einte. Dies wird im zu der „Uebersicht“ gehörenden „Handbuch“ (Brehm 1831) bei Arten wie Bartgeier *Gypaetus barbatus*, Alpenkrähe *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, Alpendohle *P. graculus*, Mauerläufer *Tichodroma muraria* und Blaumerle *Monticola solitarius* deutlich, für die nur Vorkommen „auf den Alpen der Schweiz und Tyrols“ beschrieben sind. An anderer Stelle führte Brehm (1831) für bestimmte Taxa Erstnachweise aus der Gegend von Wien auf, wodurch sie „deutsches Bürgerrecht“ erhalten hätten (z. B. ein „Östliches Blaukehlchen *Cyanecula orientalis*“). Gleichwohl nimmt das, was dann ab 1871 der Staat Deutschland war bzw. seit dem 23. Mai 1949 ist, den allergrößten Teil des Raumes ein, den der Thüringer Brehm (1828, 1830) im Blick hatte. Die meisten seiner für das „Vaterland“ oder „Deutschland“ explizit genannten Einzelnachweise stammten aus Nord-, Mittel- oder Süddeutsch-

land. Darüber hinaus ist in seiner „Uebersicht“ kaum eine Art aufgeführt, die allein außerhalb des späteren, geopolitisch klar eingefassten Deutschlands, also z. B. nur in Österreich, nachgewiesen wurde. Dies trifft wohl nur für Wanderdrossel und – in eingeschränktem Maße – Spornpieper *A. richardi* (zog zwar alljährlich auf Helgoland durch, wurde aber nicht vor 1839 explizit erwähnt) zu, von denen Brehm (1831) jeweils einen Nachweis aus Wien nannte. Insofern erscheint es zulässig, die „Uebersicht“ als erste Artenliste der Vögel Deutschlands bzw. als einen ersten Aufschlag dafür anzusehen und für Betrachtungen z. B. das Artenspektrum bzw. die Artenzahl betreffend zu Grunde zu legen. Auch für die nachfolgenden Listen gilt, dass sich ihr jeweiliges Betrachtungsgebiet nicht mit dem heutigen Hoheitsgebiet von Deutschland deckt (vgl. Kap. 2) und zusätzlich Nachweise einiger der aufgeführten Taxa späteren kritischen Betrachtungen nicht Stand hielten.

Wandel in Systematik, Taxonomie und Nomenklatur
Die Geschichte der Verzeichnisse und Artenlisten der Vögel Deutschlands und ihrer jeweiligen Entstehung reflektiert, was für ein enormer und stetiger Wandel in den Bereichen Systematik, Taxonomie und Nomenklatur in der Zeit seit Erscheinen des ersten Verzeichnisses im Jahr 1828 stattgefunden hat. Dabei waren systematische, wissenschaftliche Ornithologie und Feldornithologie („natural history of birds“) bis in das frühe 20. Jahrhundert hinein strikt voneinander getrennt (Haffer 2007, 2008). Umso interessanter ist es, dass „ausgerechnet“ Christian Ludwig Brehm, der vor allem ein ausgewiesener Beobachter und Erforscher der Vögel im Freiland war (Hildebrandt 1929, Haemmerlein 1996, Haffer 1996, 2003), versuchte, seine Beobachtungen, die große Zahl gesammelter Individuen und die am Schreibtisch über Quellenstudium und Korrespondenz gewonnen Erkenntnisse über das Vorkommen von Vogelarten in Deutschland in ein System zu bringen, ferner die Arten zu klassifizieren und zu benennen (Brehm 1828, 1830, 1831). Dafür wurde er zuvor schon teils hart, in der Sache aber auch berechtigt kritisiert (z. B. Faber 1926, Gloger 1927, J. F. Naumann in Stresemann & Thomsen 1954). Allerdings wurde er auch missverstanden und – z. B. mit seiner auch in der „Uebersicht“ vorgenommenen, korrekten Aufspaltung des einen (Wald-)Baumläufers in die beiden Zwillingarten *C. familiaris* und *C. brachydactyla* – anfangs ignoriert.

Spätere Artenlisten zeugen von einem Ringen um den richtigen Weg, die Arten anzuordnen usw., wobei alle Autoren erklärten, mit dem von ihnen eingeschlagenen Weg „Stabilität“ und Vergleichbarkeit erreichen zu wollen. Im Hinblick auf die Artenliste der Vögel Deutschlands hat es diese „Stabilität“ und Vergleichbarkeit, abgesehen vielleicht von der Ebene von Ordnungen und Familien, aber immer nur dann gegeben, wenn ein und derselbe Autor hintereinander mehrere Fassungen

vorgelegt und dabei dasselbe System zu Grunde gelegt hatte. So schwankt die Zahl der für Deutschland als nachgewiesen aufgeführter Arten mitunter von einer Fassung zur nächsten z. T. beträchtlich, z. B. zwischen der von Reichenow (1920) und der nachfolgenden von Makatsch (1955). Ganz ähnlich verlief z. B. auch die Entwicklung der Artenliste in England, wo es ebenfalls lange Zeit weder ein taxonomisches Komitee noch ein Artenlistenkomitee gab (Knox 2007).

Spätestens seit den 1990er/2000er Jahren ist mit dem phylogenetischen Ansatz der Leitgedanke der „Stabilität“ und Vergleichbarkeit ohnehin verloren gegangen. Nach Helbig (2005) sollte die Taxonomie offizieller Artenlisten den jeweils aktuellen Kenntnisstand über die stammesgeschichtlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Vögel untereinander möglichst genau widerspiegeln. Diese Prämisse sei dem Wunsch nach „Stabilität“ des Systems eindeutig vorzuziehen, da ein phylogenetisches System bereits „auf den ersten Blick“ biologisch wertvolle Einblicke in die Evolution der Vögel vermittele. Um mit den taxonomischen Revisionen Schritt zu halten und eine eindeutige Kommunikation in der Ornithologie und im Naturschutz auf der Grundlage einer aktuellen evolutionären Klassifizierung der Vögel der Welt zu ermöglichen, aktualisiert die IOC ihre „World Bird List“ seit 2018 zweimal jährlich. Der sich verändernde Kenntnisstand hat in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass eine offizielle deutsche Artenliste in der einen Fassung noch (für die Zeit ab ca. 1950) „klassisch“ mit den Seetauchern Gaviiformes begann (Barthel 1993), in den nächsten beiden Versionen dann mit den Entenvögeln Anseriformes (Barthel & Helbig 2005, Barthel & Krüger 2018) und anschließend mit den Hühnervögeln Galliformes (Barthel & Krüger 2019) – und aktuell wieder mit den Entenvögeln anfangen würde (Gill et al. 2025).

Auch auf der Ebene von Arten und Unterarten kommt es dabei zu für Nicht-Wissenschaftler seltsam anmutendem „Hin- und Her“ der Taxonomen. Ein Paradebeispiel dafür sind die „Birkenzeisige“, deren Populationen seit über 100 Jahren immer wieder in verschiedene Art- und Unterartengruppen eingeteilt wurden und die lange als taxonomisches Rätsel galten (Knox 1988). Von der 7. (Makatsch 1955) bis zur 15. (Barthel 1993) Artenliste der Vögel Deutschlands jedenfalls wurden Birkenzeisig *Carduelis flammea* und Polarbirkenzeisig *C. hornemanni* durchgehend als zwei eigenständige Arten geführt. Knox et al. (2001) plädierten dafür, auch dem bisher nur als Unterart des Birkenzeisigs geführten „Alpenbirkenzeisig“ *C. f. cabaret* den Artstatus zu verleihen. In der Artenliste von Barthel & Helbig (2005) schlug sich dies noch nicht nieder, in Barthel & Krüger (2018, 2019) jedoch – dem IOC folgend (Gill & Donsker 2018) – mit Taigabirkenzeisig *Acanthis flammea* und Alpenbirkenzeisig *A. cabaret* bei gleichzeitiger Änderung des Gattungsnamens (nach Zuccon et al. 2012). Neben dem Taigabirkenzeisig hatte in der neuen

Einteilung auch der Polarbirkenzeisig den Status einer Superspezies. Sehr schwer war es damit auch für Feldornithologen geworden, Taiga-, Alpen- und Polarbirkenzeisig mit ihren Unterarten (insgesamt sechs Formen) anhand von zum Teil nur marginalen Unterschieden zu bestimmen (z. B. Stoddart 2013). Die Unterteilung der Birkenzeisige in drei Arten war jedoch umstritten, da sie zum einen nicht durch molekulargenetische Daten gestützt wurde (Seutin et al. 1995, Mason & Taylor 2015) und zum anderen noch kontrovers diskutiert wurde, ob die großräumige morphologische Variation der Birkenzeisige eher getrennten Einheiten oder einem Kontinuum entspricht (Barthel et al. 2018). In einer aktuellen Studie konnte nun gezeigt werden, dass es aus genetischer Sicht tatsächlich nicht mehrere Arten von „Birkenzeisigen“ gibt. Stattdessen handelt es sich bei den drei zuletzt anerkannten Arten um eine einzige Art mit einem „Supergen“, das zwar die Unterschiede in Gefiederfarbe und Morphologie steuert und sie unterschiedlich aussehen lässt, jedoch keine Fortpflanzungsbarriere zwischen den Taxa aufbaut (Funk et al. 2021). Zuerst wurden die Ergebnisse in einer Checklist von der American Ornithological Society (AOS) berücksichtigt (Chesser et al. 2024), dann auch in der „IOC World Bird List“ (Gill et al. 2024) sowie jüngst in der aus den drei etablierten Weltartenlisten von IOC, Cornell Lab of Ornithology und BirdLife International (s.o.) entstandenen (Rheindt et al. 2025) „AviList – The Global Avian Checklist“ (AviList Core Team 2025, Gill et al. 2025). Dementsprechend wird es auch in der nächsten deutschen Artenliste nur noch eine Art, den Birkenzeisig *A. flammea*, mit fünf Unterarten geben (Abb. 19–20).

Der Wandel durch Fortschritte insbesondere in der Taxonomie (vgl. Sangster 2009) ist insofern als fortlaufend zu begreifen – und dies wird sich auch zukünftig in offiziellen Artenlisten widerspiegeln.

Kontroversen

Bei in Deutschland und Europa verbreitet in Gefangenschaft gehaltenen, in der Regel nicht ziehenden, physiologisch zu Transatlantikflügen nicht befähigten und/oder nachweislich oft mit menschlichem Zutun (z. B. schiffsgestützt) zu uns gelangenden Arten bleibt die Aufgabe, den Status einer Vogelart bzw. eines einzelnen Vogelindividuums als Wildvogel oder als Gefangenschaftsflüchtling festzulegen, mit Unsicherheiten behaftet. Wenn handfeste Beweise fehlen, geht es letztlich um die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines natürlichen Auftretens. Irrtümer in beide Richtungen sind dabei trotz aller Sorgfalt bei der Prüfung unvermeidlich. Und so werden heute – und damit in auffälligem Gegensatz zur Geschichte der Artenliste der Vögel Deutschlands bis etwa 1980 – Kontroversen nicht mehr um die jeweils gewählte Systematik, Taxonomie oder Nomenklatur, sondern um einzelne Statureinstufungen geführt (z. B. Saharasteinschmätzer *Oenanthe leucopyga*



Abb. 19-20: Neuester Stand der Wissenschaft ist, dass alle Birkenzeisig-Taxa als konspezifisch zu behandeln sind mit dem Artnamen *Acanthis flammea* und dem deutschen Trivialnamen Birkenzeisig. Es werden fünf Unterarten unterschieden, das linke Foto zeigt einen „Alpenbirkenzeisig“ *A. f. cabaret*, das rechte einen „Taigabirkenzeisig“ *A. f. flammea*. – *The most recent state of science is that all redpoll taxa are to be treated as conspecific with the species name Acanthis flammea and the German vernacular name 'Birkenzeisig' (engl. 'Redpoll'). Five subspecies are distinguished.*

Foto: Ralph Martin, Juli 2012, Kleines Walsertal, Österreich (links), Axel Halley, März 2012, Kaamanen, Finnland (rechts)

s. DAK 2018, Krüger & Barthel 2019, Italiensperling *Passer italiae* s. Gottschling et al. 2018 und Singammer *Melospiza melodia* s. Gottschling 2023). In der Sache weiterführend sind dabei nur aufwändig zu erstellende Ausarbeitungen, die das Potenzial oder die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Art oder Artengruppe, in Deutschland und Europa als Wildvogel aufzutreten, objektiv, umfassend und ausgewogen beleuchten. Allerdings werden in den seltensten Fällen solche Ausarbeitungen vorgelegt. Kontroversen wie die beschriebenen gehören jedoch zur Geschichte der Artenlisten eines Landes und sind Teil des notwendigen wissenschaftlichen Diskurses.

Artenzahl

Es liegt in der Natur der Sache, dass in den verschiedenen Fassungen bzw. Versionen der Artenliste der Vögel Deutschlands die Zahl der Arten ständig zugenommen hat. Dies war z. B. auch in Großbritannien der Fall, wo die BOU seit 1883 die offizielle Liste führt und inzwischen zehn Fassungen vorgelegt hat (Abb. 21). Ursächlich hierfür sind vor allem neu hinzugekommene Arten, die erstmals in den Ländern nachgewiesen wurden. Während es sich im 19. Jahrhundert noch um relativ „normale“, regelmäßig auftretende (Gastvogel-) Arten oder zumindest um „europäische“ Arten handeln konnte, die aber mit den damals zur Verfügung stehenden optischen Geräten nur schwer im Freiland zu bestimmen waren, handelt es sich heute bei einem Stand von in Deutschland bereits über 520 und in auf den Britischen Inseln von über 620 nachgewiesenen Arten ausschließlich um echte Seltenheiten bzw. Ausnahme-

erscheinungen meist nearktischer, ostpaläarktischer oder afrotropischer Herkunft (Abb. 22–25).

Zu klären bliebe, inwieweit sich der „Korrekturprozess“ durch die Autoren und Kommissionen der jeweiligen Artenlisten(-fassungen) auf die Entwicklung ausgewirkt hat. Denn diese haben unter Anwendung ihrer z. T. weitgehend eigenen Taxonomie bzw. in Anlehnung an eine „übergeordnete“ Artenliste zuvor als eigenständige Arten betrachtete Taxa aufgeteilt (sog. „Splitting“) bzw. als mehrere eigenständige Arten betrachtete Taxa zu einer Art zusammengefasst (sog. „Lumping“; s. Beispiel Birkenzeisig). Am Beispiel der „Check-List of North American Birds“ stellten Vaidya et al. (2018) fest, dass in den 33 Versionen seit 1886 bis 2016 74 % der ca. 900 Arten nicht von solchen Korrekturen betroffen waren. 16 % wurden einmal korrigiert, die restlichen 10 % zweimal oder öfter. Insgesamt wurden mehr Arten vereinigt (142) als getrennt (95), wobei sich das Muster der Veränderungen geändert hat. Ursprünglich war, zumindest in Nordamerika, die Zusammenlegung von Arten die Norm, was wahrscheinlich zu einem großen Teil auf die weit verbreitete Akzeptanz des Biologischen Artkonzepts zurückzuführen ist. Seit 1980 wurden von der AOS jedoch nur noch sehr wenige Arten zusammengefasst und die Aufspaltungsrate nahm zu, wahrscheinlich, weil sich die DNA-Technologien verbesserten und eine Verschiebung hin zu einem Phylogenetischen Artkonzept einsetzte (Vaidya et al. 2018).

Für die Artenliste der Vögel Deutschlands dürfte die Entwicklung beim „Lumping“ und „Splitting“ im Prinzip her ähnlich verlaufen sein. Da es allerdings phasenweise weder eine Kommission für deren Erstellung (und

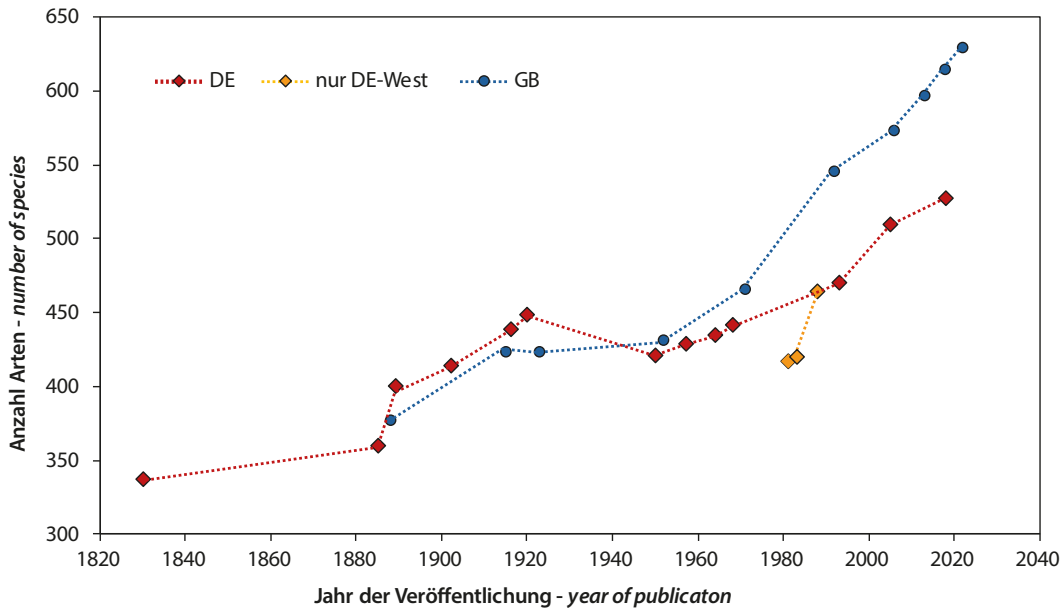


Abb. 21: Entwicklung der Anzahl der in Deutschland und England nachgewiesenen Vogelarten auf Basis der im Anhang aufgeführten Quellen und nach BOU 1883-2022. – Development of the number of bird species recorded in Germany and Britain based on the sources listed in the Appendix and according to BOU 1883-2022.



Abb. 22-25: Neue Vogelarten für Deutschland (Nachweise von der DAK anerkannt): Weißbürzelsegler *Apus caffer*, Bruckmühl, 12.10.2024 (o. li.), Orientbrachschwalbe *Glareola maldivarum*, Hauke-Haien-Koog, 21.08.2021 (o. re.), Höckersamte *Melanitta deglandi*, Helgoland, 25.11.2023 (u. li.) und Taigaschnäpper *Ficedula albicilla*, Helgoland, 01.11.2024 (u. re.). – First records for Germany from recent times: White-rumped Swift, Oriental Pratincole, White-winged Scoter, Taiga Flycatcher.

Fotos: Stefan Tewinkel (o. li.), Jannik Jansons (o. re.), Klaus Drissner (u. li.), Oliver Käseberg (u. re.)



Abb. 26: Am Präparat angefertigter Kupferstich des am 24.11.1828 bei Pfungstadt geschossenen Gleitaars (aus Brehm 1831). Brehm erlangte erst nach Drucklegung des ersten Teils seiner Artenliste aus dem Jahr 1828 von diesem Erstnachweis für Deutschland Kenntnis. – *Copper engraving of the Black-winged Kite shot on 24 November 1828 near Pfungstadt based on the mounted specimen of the bird (from Brehm 1831). Brehm only became aware of this first record for Germany after the first part of his checklist from 1828 had been published.*

zudem keine taxonomische Fachkommission) noch überhaupt offizielle Artenlisten gab, dürften sich individuelle Ansätze der Autoren stärker ausgewirkt haben. Dies zeigt sich z. B. in einer deutlichen „Beule“ in der Artenkurve durch die vier zwischen 1889 und 1920 von Anton Reichenow erstellten Listen (Abb. 21).

Aktualität und Ausblick

Zwar verhält es sich mit offiziellen Artenlisten und ihrer Aktualität nicht so wie mit Zeitungen, für die es das Sprichwort „Nichts ist so alt wie die Zeitung von gestern“ gibt. Dennoch sind sie zum Zeitpunkt ihres Erscheinens oft schon nicht mehr aktuell, weil in der Zwischenzeit eine neue Vogelart in dem von ihnen behandelten Gebiet nachgewiesen oder mit zeitlichem Verzug gemeldet wurde. So musste z. B. auch Brehm für seine „Uebersicht der deutschen Vögelarten“ (Brehm 1828, 1830) im nur ein Jahr später erschienenen „Hand-

buch“ (Brehm 1831) eine Art, den Gleitaar, nachreichen. Ein Männchen der Art war bereits am 24.11.1828 bei Pfungstadt in Hessen an der Krähenhütte erlegt worden (Abb. 26). Bis Brehm jedoch davon Kenntnis erlangt hatte, lange Zeit bevor es das Internet oder Messenger-Dienste für Mobiltelefone gab, war der die Greifvögel beinhaltende Teil seiner Artenliste längst gedruckt. Insgesamt tut so etwas der Sache aber keinen Abbruch, und die in den Artenlisten heute zusätzlich gemachten Angaben zu Status, Stetigkeit und Häufigkeit dürften – wenn sie richtig eingeschätzt wurden – noch einige Zeit Gültigkeit besitzen. Klar ist aber auch, dass Artenlisten nur eine Momentaufnahme darstellen und in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden müssen, um der hohen Dynamik in der Vogelwelt und in der ornithologischen Forschung Rechnung zu tragen. Insofern sind sie tatsächlich so etwas wie eine „unendliche Liste“ (Eco 2009) – in sich jeweils abgeschlossen mit einem Bearbeitungsstand und unter strikter Ablehnung eines „und so weiter“, insgesamt aber nie endend. Die BOU hat zuletzt im Abstand von etwa sechs Jahren neue Fassungen ihrer „British List“ veröffentlicht, die AOS seit Erscheinen der siebten Auflage der „Check-list of North American Birds“ im Jahr 1998 bislang 24 „Supplements“. Angesichts der auch in Deutschland jährlich neu hinzukommenden, erstmals nachgewiesenen Arten, der Veränderungen in Stetigkeit und Häufigkeit der regelmäßigen Brut- und Gastvögel sowie weiterer zu erwartender taxonomischer Veränderungen wird empfohlen, künftig etwa alle fünf Jahre eine aktualisierte Fassung der Artenliste der Vögel Deutschlands vorzulegen.

Dank

Für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Anregungen und Hinweise danke ich Peter H. Barthel, Jochen Dierschke, Wolfgang Fiedler, Joachim Seitz und Dirk Tolkmitt. Den Fotografen der abgebildeten Vogelarten danke ich für die Bereitstellung ihres Bildmaterials.

5 Zusammenfassung

Die erste Artenliste bzw. das erste Verzeichnis der Vögel Deutschlands geht auf Christian Ludwig Brehm (1787–1864) zurück, der sie 1828 und 1830 in zwei Teilen unter dem Titel „Uebersicht der deutschen Vögelarten“ veröffentlichte und als knappe Information seinem ein Jahr später erschienenen „Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands“ voranstellte. Hinsichtlich der zugrunde liegenden Systematik stützte sich Brehm auf die Arbeiten von M. J. Brisson und F. Boie, vor allem aber in der Taxonomie und Nomenklatur drückte er dem Ganzen seinen eigenen Stempel auf und kam so auf insgesamt 337 verschiedene Arten. Das Fehlen international anerkannter, einheitlicher Richtlinien führte auch bei den nächsten beiden Artenlisten dazu, dass sie im Abstand von nur vier Jahren (1885 und 1889) von zwei Gesellschaften mit unterschiedlichen Ansätzen – eine davon die Allgemeine

Deutsche Ornithologische Gesellschaft (die spätere Deutsche Ornithologische Gesellschaft, DOG) – in Konkurrenz zueinander vorgelegt wurden und 359 bzw. 396 Arten aufwiesen. Der „nomenklatorische Irrgarten“, den die Ornithologie im 19. Jahrhundert geschaffen hatte – in der Systematik und Taxonomie sah es kaum besser aus –, sollte trotz internationaler Bemühungen um Ordnung und Vereinheitlichung noch bis ins 20. Jahrhundert hinein für Verwirrung sorgen, wie auch die nächsten drei Artenlisten aus den Jahren 1902, 1916 und 1920 aus der Feder von Anton Reichenow (1847–1941) zeigen. Erst nach 1950 wurde die Situation deutlich stabiler. Die Artenlisten von Wolfgang Makatsch (1906–1983) aus den Jahren 1955, 1957 und 1968 basierten auf A. Wetmores „A revised classification for the birds of the world“ von 1951, waren damit aber immer noch nicht direkt vergleichbar mit der Artenliste von Günther Niethammer (1908–1974; Vizepräsident der DOG) und seinen Mitarbeitern aus dem Jahr 1964, welche den bis dahin erschienenen Bänden von J. L. Peters „Check-list of birds of the world“ und den Empfehlungen des Internationalen Ornithologenkongresses (IOC) folgte. Die Teilung Deutschlands nach dem Zweiten Weltkrieg 1949 in die Deutsche Demokratische Republik (DDR) und die Bundesrepublik Deutschland (BRD) mit Berlin (West) führte erst 32 Jahre später zu getrennten Artenlisten (2x 1981, 1983, 1988). Nach der Wiedervereinigung Deutschlands 1990 erschien 1993 wieder eine gesamtdeutsche Artenliste, herausgegeben von der DOG. Sie basierte auf der „List of recent Holarctic bird species“ von K. H. Voous aus dem Jahr 1977 und markiert zugleich den Beginn einer international abgestimmten Vorgehensweise auch bei der Erstellung solcher Listen durch die Einführung von Statusangaben mit Buchstabencodierung und die Absicherung der Nachweise neu aufgenommener Arten durch eine „Seltenheitenkommission“. Es folgten drei weitere Artenlisten moderner Prägung, die alle von der Kommission „Artenliste der Vögel Deutschlands“ der DOG erarbeitet wurden. Die bisher letzte (Stand 2025) aus dem Jahr 2019 behandelt 527 Arten. Beginnend mit Brehms „Uebersicht“ sind bis heute insgesamt 18 Artenlisten der Vögel Deutschlands in Listen- oder Tabellenform erschienen, die in dieser Arbeit beschrieben werden.

6 Literatur

- AviList Core Team 2025: AviList – The Global Avian Check-list (v 2025). <https://doi.org/10.2173/avilist.v2025>.
- Baldamus E 1851: Beiträge zur Naturgeschichte einiger dem S. O. Europa's angehörenden Vögel Naumannia 1: H. 1: 28–43, H. 2: 70–88, H. 4: 39–47.
- Baldamus E 1858: Materialien zur Kenntniss der geographischen Verbreitung der Vögel Europa's. Naumannia 3: 158–177.
- Barthel PH 1993: Artenliste der Vögel Deutschlands. J. Ornithol. 134: 113–135.
- Barthel PH 2005: Bemerkungen zu den Kategorien, Einstufungen und Veränderungen in der Artenliste der Vögel Deutschlands. Limicola 19: 129–141.
- Barthel PH, Bezzel E, Krüger T, Päckert M & Steinheimer FD (2018): Artenliste der Vögel Deutschlands 2018: Aktualisierung und Änderungen. Vogelwarte 56: 205–224.
- Barthel PH & Helbig AJ 2005: Artenliste der Vögel Deutschlands. Limicola 19: 89–111.
- Barthel PH & Hill A 1988: Die Limicola-Liste der Vögel der Westpaläarktis. Limicola 2, Sonderh.: 12.36.
- Barthel PH & Krüger T 2018: Artenliste der Vögel Deutschlands. Version 3.1. Vogelwarte 56: 171–203.
- Barthel PH & Krüger T 2019: Liste der Vögel Deutschlands. Version 3.2. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft, Radolfzell.
- Berlepsch H v, Blasius W, Meyer AB, Möbius K & Reichenow A 1891: Regeln für die zoologische Nomenclatur. Angenommen von der Allgemeinen Deutschen Ornithologischen Gesellschaft zu Berlin auf der XVI. Jahresversammlung in Frankfurt a. M. am 12. und 13. Mai 1891. J. Ornithol. 315–329.
- Bernhardi L 1844: Sprachkarte von Deutschland. Den im October 1843 zu Kassel versammelten Philologen und Schulmännern Deutschlands zur Prüfung und Förderung gewidmet. J. J. Bohné. Kassel.
- Blab J, Nowak E, Trautmann W & Sukopp H (Hrsg) 1977: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Kilda-Verlag, Greven.
- Blasius JH 1861: Ueber die Verschiedenartigkeit im Bestande der Europäischen Ornis und deren Gründe. Bericht über die XIII. Versammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft zu Stuttgart vom 17. bis 20. September 1860. Beilage X: 77–84. Hoffmann, Stuttgart.
- Blasius JH 1862: A List of the Birds of Europe. Reprinted from the German, with author's corrections. Matchett & Stevenson, Norwich u. Trübner & Co., London.
- Blasius R & Hayek G v 1885: Bericht über das permanente ornithologische Comité und ähnliche Einrichtungen in anderen Ländern Ornis 1: 1–67.
- Boie F 1822 a: Ueber Classification, insonderheit der europäischen Vögel. Isis (Oken) 10/11: 545–564.
- Boie F 1822 b: Tagebuch gehalten auf einer Reise durch Norwegen im Jahre 1817. Königl. Taubstummen-Institut, Schleswig.
- Boie F 1826: Generalübersicht der ornithologischen Ordnungen, Familien und Gattungen. Isis (Oken) 19: 969–981.
- Boie F 1828: Bemerkungen über mehrere neue Vogelgattungen. Isis (Oken): 21: 312–329.
- Borggreve B 1869: Die Vogel-Fauna von Norddeutschland. Eine kritische Musterung der europäischen Vogel-Arten nach dem Gesichtspunkte ihrer Verbreitung über das nördliche Deutschland. J. Springer, Berlin.
- Borggreve B 1871: Erster Nachtrag zu meiner Arbeit „Die Vogel-Fauna von Norddeutschland“. J. Ornithol. 19: 210–224.
- Borkhausen M B 1797: Deutsche Fauna, oder, Kurzgefasste Naturgeschichte der Thiere Deutschlands. Erster Theil, Saugthiere und Vögel. Varrentrapp und Wenner, Frankfurt/M.
- Bonaparte CL 1838: A comparative list of the birds of Europe and North America. J. van Voorst, London.
- Bonaparte CL 1842: Catalogo metodico degli uccelli europei. J. Marsigli, Bologna.
- BOU, British Ornithologists' Union 1883: A List of British Birds. J. van Voorst, London.
- BOU, British Ornithologists' Union 1915: A List of British Birds (Second and Revised Edition). BOU, London.
- BOU, British Ornithologists' Union 1923: A List of British Birds. BOU, London.
- BOU, British Ornithologists' Union 1952: Check-list of the Birds of Great Britain and Ireland. BOU, London.

- BOU, British Ornithologists' Union 1971: The Status of Birds in Britain and Ireland. Blackwell, Oxford. London.
- BOU, British Ornithologists' Union 1992: Checklist of Birds of Britain and Ireland, 6th edn. BOU, Tring.
- BOU, British Ornithologists' Union 2006: The British List: a checklist of birds of Britain, 7th edn. Ibis 148: 526–563.
- BOU, British Ornithologists' Union 2013: The British List: a checklist of birds of Britain (8th edition). Ibis 155: 635–676.
- BOU, British Ornithologists' Union 2018: The British List: a checklist of birds of Britain (9th edition). Ibis 160: 190–240.
- BOU, British Ornithologists' Union 2022: The British List: a checklist of birds of Britain (10th edition). Ibis 164: 860–910.
- BOURC, British Ornithologists' Union Records Committee 1986: Twelfth Report (April 1986). Ibis 128: 601–603.
- Brehm CL 1826: Eine kurze Uebersicht der europäischen Vögel. Orn. 2 : 1–25, 3: 1–17.
- Brehm CL 1828, 1830: Uebersicht der deutschen Vögelarten. Isis (Oken) 21: 1268–1285, 23: 986–1013.
- Brehm CL 1831: Handbuch der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands. B. F. Voigt, Ilmenau.
- Brehm CL 1855: Verzeichniss der europäischen Vögel nach den Species und Subspecies. Naumannia 5: 266–300.
- Brisson FM 1760–1763: Ornithologia sive Synopsis methodica sistens avium divisionem in ordines, sectiones, genera, species, ipsarumque varietates. Bd. 1–6. J. B. Bauche, Paris.
- British Birds Ltd 1984: The „British Birds“ List of Birds of the Western Palaearctic. Burt & Son, Bedford.
- Bundesdeutscher Seltenheitausschuß 1989: Seltene Vogelarten in der Bundesrepublik Deutschland von 1977 bis 1988. Limicola 3: 157–196.
- Chesser, RT, Billerman SM, Burns KJ, Cicero C, Dunn JL, Hernández-Baños BE, Jiménez RA, Johnson O, Kratter AW, Mason NA, Rasmussen PC & Remsen JVJ 2024: Sixty-fifth Supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds. Ornithology 141 (3). <https://doi.org/10.1093/ornithology/ukae019>.
- Connors PG 1983: Taxonomy, distribution, and evolution of Golden Plovers (*Pluvialis dominica* and *Pluvialis fulva*). Auk 100: 607–620.
- DAK, Deutsche Avifaunistische Kommission 2010: Die deutsche Avifaunistische Kommission (DAK) – Zweck, Nutzen und Geschichte der „Seltenheitenkommission“. Seltene Vögel in Deutschland 2010: 2–9.
- DAK, Deutsche Avifaunistische Kommission 2018: Comment on the categorization of the German White-crowned Wheatear. Dutch Bird. 40: 405.
- Degland CD 1849: Ornithologie européenne, ou Catalogue analytique et raisonné des oiseaux observés en Europe. Roure, Paris.
- Degland CD & Gerbe Z 1867: Ornithologie européenne ou Catalogue descriptif, analytique et raisonné des oiseaux observés en Europe. Bd. 1 u. 2. Baillière, Paris.
- del Hoyo, J & Collar NJ 2014: HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Vol. 1: Non-passerines. Lynx Edicions, Barcelona.
- del Hoyo, J & Collar NJ 2016: HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Vol. 1: Passerines. Lynx Edicions, Barcelona.
- DSK, Deutsche Seltenheitenkommission 1994: Seltene Vogelarten in Deutschland 1991 und 1992. Limicola 8: 153–209.
- DSK, Deutsche Seltenheitenkommission 1996: Seltene Vogelarten in Deutschland 1994. Limicola 10: 209–257.
- Eco U 2009: Die unendliche Liste. C. Hanser, München.
- Faber F 1826: Einige Bemerkungen über Hn. Brehms neue Arten der hochnordischen Schwimmvögel, sammt Vergleichung zwischen seiner *Platypus (anas) glacialis* und *Pl. Faberi*. Isis (Oken) 10: 317–326.
- Finsch O 1859: Beiträge zur ornithologischen Fauna von Bulgarien, mit besonderer Berücksichtigung des Balkans. J. Ornithol. 7: 378–387.
- Frisch JL 1733–1763: Vorstellung der Vögel in Teutschland und beylaeufig auch einiger Fremden; nach ihren Eigenschaften beschrieben. Bey des Auctoris Sohn, F. H. Frisch, Berlin.
- Funk ER, Mason NA, Pålsson S, Albrecht A, Johnson JA & Taylor SA 2021: A supergene underlies linked variation in color and morphology in a Holarctic songbird. Nat. Commun. 12: 6833. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27173-z>.
- Gätke H 1891: Die Vogelwarte Helgoland. J. H. Meyer, Braunschweig.
- Gätke H 1900: Die Vogelwarte Helgoland. 2. Aufl. J. H. Meyer, Braunschweig.
- Gebhardt L 1964: Die Ornithologen Mitteleuropas. Ein Nachschlagewerk. Brühlscher Verlag, Gießen.
- Gill F & Donsker D 2018: IOC World Bird List (v 8.2). doi: 10.14344/IOC.ML.8.2. <http://www.worldbirdnames.org>.
- Gill F & Donsker D 2019: IOC World Bird List (v 9.2). doi: 10.14344/IOC.ML.9.2. <http://www.worldbirdnames.org>.
- Gill F, Donsker D & Rasmussen P 2024: IOC World Bird List (v14.2). doi : 10.14344/IOC.ML.14.1, <http://www.world-birdnames.org>.
- Gill, F, Donsker D & Rasmussen P 2025: IOC World Bird List (v 15.1). doi 10.14344/IOC.ML.15.1. <http://www.worldbirdnames.org>.
- Gloger C 1827: Etwas über die der Aufstellung neuer Vogelarten durch Hn. Brehm zum Grunde liegende Ansicht überhaupt. Isis (Oken) 11: 688–724.
- Gottschling M 2023: Status of Song Sparrow in Germany. Dutch Bird. 45: 396–397.
- Gottschling M, Jakob W, Kreusel A & Torkler A 2018: Ein Italiener in Mecklenburg-Vorpommern – der Italiensperling *Passer italiae* von Güstrow. Seltene Vögel in Deutschland 2018: 54–63.
- Grote H 1942: Anton Reichenow zum Gedächtnis. Mitt. Zool. Mus. Berlin 25: 338–359.
- Gruner WD 2010: Der Deutsche Bund: 1815–1866. Beck, München.
- Haemmerlein H-D 1996: Thüringer Brehm Lesebuch. Glau, Jena.
- Haffer J 1996: Vogelarten im Werk von Christian Ludwig Brehm (1787–1864). Anz. Ver. Thüring. Ornithol. 3: 1–31.
- Haffer J 1998: Species concepts and species limits in ornithology. In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) Handbook of the Birds of the World. Vol. 4: 11–24. Lynx Edicions, Barcelona.
- Haffer J 2003: Christian Ludwig Brehm (1787–1864) über Spezies und Subspezies von Vögeln. J. Ornithol. 144: 129–147.
- Haffer J 2007: The development of ornithology in central Europe. J. Ornithol. 148 (Suppl 1): 125–153.
- Haffer J 2008: The origin of modern ornithology in Europe. Arch. Nat. Hist. 35: 76–87.
- Hartert E 1910–1922: Die Vögel der paläarktischen Fauna – Systematische Übersicht der in Europa, Nord-Asien und der Mittelmeerregion vorkommenden Vögel. Bd. 1–3. Friedländer & Sohn, Berlin.

- Hartert E 1923: Die Vögel der paläarktischen Fauna – Systematische Übersicht der in Europa, Nord-Asien und der Mittelmeerregion vorkommenden Vögel. Nachtrag I. Friedländer & Sohn, Berlin.
- Hartert E, Jourdain FCR, Ticehurst NF & Witherby HF 1912: A Hand-List of British Birds. Witherby & Co., London.
- Hartert E & Steinbacher F 1932–1938: Die Vögel der paläarktischen Fauna – Systematische Übersicht der in Europa, Nord-Asien und der Mittelmeerregion vorkommenden Vögel. Ergänzungsband. Friedländer & Sohn, Berlin.
- Hartert E, Westhoff F & Landois H 1889: Bericht über die (XIV.) Jahresversammlung. Abgehalten zu Münster in Westfalen, vom 10. bis 12. Juni 1889. J. Ornithol. 37: 193–205.
- Helbig AJ 2000: Was ist eine Vogel-“Art”? – Ein Beitrag zur aktuellen Diskussion um Artkonzepte in der Ornithologie. Limicola 14: 57–79, 172–184, 220–247.
- Helbig AJ 2005: Anmerkungen zur Systematik und Taxonomie der Artenliste der Vögel Deutschlands. Limicola 19: 112–128.
- Helbig AJ, Knox AG, Parkin DT, Sangster G & Collinson M 2002: Guidelines for assigning species rank. Ibis 144: 518–525.
- Hemming F 1954: Zoological Nomenclature: Decisions Taken by the Fourteenth International Congress of Zoology, Copenhagen, August 1953. Science 119 (3082): 131–133. doi:10.1126/science.119.3082.131.
- Hildebrand H 1929: Christian Ludwig Brehm als Ornithologe. Mitt. Osterlande 20: 23–54.
- Homeyer EF v 1837: Systematische Uebersicht der Vögel Pommerens. W. Dietze, Anclam.
- Homeyer EF v 1885a: Verzeichniss der Vögel Deutschlands. Ornith. 1: 68–81.
- Homeyer EF v 1885b: Verzeichniss der Vögel Deutschlands. Carl Gerold's Sohn, Wien.
- Ingold FP 2009: Aufzählen, klassieren, abhaken. Poetologische Erwägungen am Leitfaden der Unendlichen Liste von Umberto Eco. Recherche 1/2009. <https://www.recherche-online.net/texte/umberto-eco-felix-philipp-ingold-aufzaehlen-klassieren-abhaken>. Aufgerufen am 30.09.2024
- IOC, International Ornithological Congress 1955: Decisions of the International Ornithological Congress. Acta XI Congressus Internationalis Ornithologici, Basel 29. V.-5. VI. 1954: 42–43. Birkhäuser, Basel.
- Johnson NK, Remsen JV & Cicero C 1999: Resolution of the debate over species concepts in ornithology: a new comprehensive biologic species concept. In: Adams NJ, Slotow RH (eds): Proc. Int. Ornithol. Congr., Durban: 1470–1482. Birdlife South Africa, Johannesburg.
- Keitel GT 1857: Verzeichniss der Europäischen Vögel, nach den neuesten Ermittlungen und Prüfungen, mit Angabe der wichtigsten Synonyme und deutschen Namen. Keitel, Berlin.
- Keyserling A & Blasius JH 1840: Die Wirbelthiere Europa's. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- Kiepert H 1848: Nationalitäts-Karte von Deutschland. Verlag des Geograph. Instituts, Weimar.
- Knox AG 1988: The taxonomy of Redpolls. Ardea 76: 1–26.
- Knox AG 2007: Order or chaos? Taxonomy and the British List over the last 100 years. Brit. Birds 100: 609–623.
- Knox AG, Collinson M, Helbig AJ, Parkin DP & Sangster G 2002: Taxonomic recommendations for British birds. Ibis 144: 707–710.
- Knox AG, Helbig AJ, Parkin DT & Sangster G 2001: The taxonomic status of Lesser Redpoll. Brit. Birds 94: 260–267.
- Krüger T & PH Barthel 2019: Nachweis eines Saharasteinschmätzers *Oenanthe leucopyga* in Niedersachsen: natürliches Vorkommen oder Herkunft aus Gefangenschaft? Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 47: 83–100.
- Lindermayer A 1860: Die Vögel Griechenlands. Ein Beitrag zur Fauna dieses Landes. F. W. Keppler, Passau.
- Linnaeus C 1735: Systema Naturae. 1. Aufl. J. W. de Groot, Leiden.
- Linnaeus C 1758: Systema Naturae. 10. überarbeitete Aufl. L. Salvius, Stockholm.
- Mainberger S 2003: Die Kunst des Aufzählens. Elemente zu einer Poetik des Enumerativen. De Gruyter, Berlin, New York.
- Makatsch W 1955: Verzeichnis der Vögel Deutschlands. 1. Aufl. Neumann Verlag, Radebeul u. Berlin.
- Makatsch W 1957: Verzeichnis der Vögel Deutschlands. 2. Aufl. Neumann Verlag, Radebeul u. Berlin.
- Makatsch W 1968: Verzeichnis der Vögel Deutschlands. 3. Aufl. Neumann Verlag, Radebeul.
- Makatsch W 1981: Verzeichnis der Vögel der Deutschen Demokratischen Republik. Neumann Verlag, Leipzig u. Radebeul.
- Maltzan A v 1848: Verzeichniß der bis jetzt in Mecklenburg beobachteten Vögel. Archiv Ver. Freunde Nat.geschichte Mecklenbg. 2: 29–48.
- Mason NA & Taylor SA 2015: Differentially expressed genes match bill morphology and plumage despite largely undifferentiated genomes in a Holarctic songbird. Mol. Ecol. 24: 3009–3025.
- Mühle H v d 1844: Beitrage zur Ornithologie Griechenlands. E. Fleischer, Leipzig.
- Naumann JF 1820: Johann Andreas Naumann's Naturgeschichte der Vögel Deutschlands, nach einigen Erfahrungen entworfen. Durchaus umgearbeitet, systematisch geordnet, sehr vermehrt, vervollständigt, und mit getreu nach der Natur eigenhändig gezeichneten und gestochenen Abbildungen aller deutschen Vögel, nebst ihren Hauptverschiedenheiten, aufs Neue herausgegeben. Erster Theil. G. Fleischer, Leipzig.
- Negelein CW v 1853: Verzeichniß der im Herzogthum Oldenburg vorkommenden, hier brütenden und seltenen Vögel. Naumannia 3: 53–63.
- Niethammer G 1937–1942: Handbuch der deutschen Vogelkunde. Bd. 1–3. Akad. Verlagsges., Leipzig.
- Niethammer G, Kramer H & Wolters HE 1964: Die Vögel Deutschlands. Artenliste. Akad. Verlagsges., Frankfurt/M.
- Peters JL 1931–1960: Check-list of birds of the world. Vol. 1–9. Harvard University Press, Cambridge.
- Peterson RT, Mountfort G & Hollom PAD 1954: Die Vögel Europas. Hamburg, Berlin.
- Pietsch JEW 1888: Herleitung und Aussprache der wissenschaftlichen Namen in dem E. F. von Homeyer'schen Verzeichnisse der Vögel Deutschlands. C. Gerolds Sohn, Wien.
- Pietsch JEW 1889: Eugen Ferdinand Homeyer †. Ornithol. Monatsschr. 14: 242–246.
- Pietsch JEW 1890: Litterarisches. „Systematisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands und des angrenzenden Mittel-Europas“ von Dr. Ant. Reichenow [...]. Ornithol. Monatsschr. 15: 148–151.
- Reichenow A 1882, 1884: Die Vögel der zoologischen Gärten: Leitfaden zum Studium der Ornithologie mit besonderer Berücksichtigung der in Gefangenschaft gehaltenen Vögel. L. A. Kittler, Leipzig.

- Reichenow A 1889: Systematisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands und des angrenzenden Mittel-Europas. Verlag der Linnaea (Aug. Müller), Berlin.
- Reichenow A 1902: Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands. Schlüssel zum Bestimmen, deutsche und wissenschaftliche Benennungen, geographische Verbreitung, Brut- und Zugzeiten der deutschen Vögel. Neumann, Neudamm.
- Reichenow A 1913: Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie. Bd. 1. F. Enke, Stuttgart.
- Reichenow A 1914: Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie. Bd. 2. F. Enke, Stuttgart.
- Reichenow A 1916: Nachtrag zur „Neuen Namenliste der Vögel Deutschlands“. J. Ornithol. 64: 611–612.
- Reichenow A 1920: Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands. Schlüssel zum Bestimmen, deutsche und wissenschaftliche Benennungen, geographische Verbreitung, Brut- und Zugzeiten der deutschen Vögel. 2. Aufl. Neumann, Neudamm.
- Reichenow A & Hesse E 1916: Neue Namenliste der Vögel Deutschlands. J. Ornithol. 64: 325–371.
- Rheindt FE, Donald PF, Donsker DB, Gerbracht JA, Iliff MJ, Lepage D, Norman JA, Rasmussen PC, Schodde R, Schulenberg TS, Areta JL, Brammer JP, Chesser RT, Dowsett RJ, Peterson A, Alström P, Stervander M, Remsen JV, Garnett ST, Homberger DG, Lei F & Christidis L 2025: AviList: a Unified Global Bird Checklist. Biodiv. Conserv. <https://doi.org/10.1007/s10531-025-03120-y>.
- Rheinwald G, Hill A & Ringleben H 1981: Die Vögel der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) – Artenliste. Dachverband Deutscher Avifaunisten, ohne Ort.
- Rheinwald G, Hill A & Ringleben H 1983: Die Vögel der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) – Artenliste. 2., veränderte Aufl. Dachverband Deutscher Avifaunisten, ohne Ort.
- Sangster G 2009: Increasing numbers of bird species result from taxonomic progress, not taxonomic inflation. Proc. R Soc. B Biol. Sci. 276: 3185–3191. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0582>
- Sangster G, Knox AG, Helbig AJ & Parkin DT 2002: Taxonomic recommendations for European birds. Ibis 144: 153–159.
- Schinz H 1842: Europäische Fauna oder Verzeichniss der Wirbelthiere Europa's. Bd. 1. E. Schweizerbarts Verlags-handlung, Stuttgart.
- Schlegel H 1844: Kritische Übersicht der europäischen Vogel. Revue critique des oiseaux d'Europe. A. Arnz, Leiden.
- Selliers v Moranville L: 1844: Die Vögel Europa's. Eine systematische Uebersicht der synonymen Gattungen und der einzelnen Arten nach ihrer natürlichen Verwandtschaft. Kaulfuss, Prandel & Comp., Wien.
- Seutin G, Ratcliffe LM & Boag PT 1995: Mitochondrial DNA homogeneity in the phenotypically diverse redpoll finch complex (Aves: Carduelinae: *Carduelis flammea* – *hormemanni*). Evolution 49: 962–973
- Sibley CG & Ahlquist JE 1990: Phylogeny and classification of birds. A study in molecular evolution. Yale Univ. Press, New Haven.
- Sibley CG & Monroe BL 1990: Distribution and taxonomy of birds of the world. A study in molecular evolution. Yale Univ. Press, New Haven.
- Siemssen AC 1794: Handbuch zur systematischen Kenntniß der Mecklenburgischen Land- und Wasservögel. Stiller, Rostock u. Leipzig.
- Stoddart A 2013: Redpolls: a review on their taxonomy, identification and British status. Brit. Birds 106: 708–736.
- Stresemann E 1943: Anton Reichenow. 1. VIII. 1847— 6. VII. 1941. J. Ornithol. 91: 111–120.
- Stresemann E 1951: Die Entwicklung der Ornithologie von Aristoteles bis zur Gegenwart. H. Limberg, Aachen.
- Stresemann E & Thomsen P 1954: J. F. Naumanns Briefwechsel mit H. Lichtenstein 1818–1856. Acta Hist. Sci. Natur. et Medic. 11: 1–74.
- Temminck CJ 1820–1840: Manuel d'ornithologie, ou Tableau systématique des oiseaux qui se trouvent en Europe; précédé d'une analyse du système général. Bd. 1–4, 2. Aufl. H. Cousin, Paris.
- Thienemann FAL 1846: Verzeichnis der europäischen Vögel. Rhea 1: 104–128.
- Tobias JA, Seddon N, Spottiswoode CN, Pilgrim JD, Fishpool DC & Collar NJ 2010: Quantitative criteria for species delimitation. Ibis 152: 724–746.
- Usher S 2015: Lists of Note. Aufzeichnungen, die die Welt bedeuten. Heyne, München.
- Vaidya G, Lepage D & Guralnik R 2018: The tempo and mode of the taxonomic correction process: How taxonomists have corrected and recorrected North American bird species over the last 127 years. PLoS ONE 13(4): e0195736. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195736>
- Vaurie C 1959: The Birds of the Palearctic Fauna: A Systematic Reference. Vol. 1 (Passeriformes). H. F. & G. Witherby, London.
- von Tschusi zu Schmidhoffen V 1890: Literarischer Bericht. „Dr. Ant. Reichenow: Systematisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands und des angrenzenden Mittel-Europas“. Ornithol. Jahrb. 1: 82–83.
- von Tschusi zu Schmidhoffen V & Homeyer EF v 1882: Verzeichnis der in Oesterreich-Ungarn bisher beobachteten Vögel. C. Gerolds Sohn, Wien.
- Voous KH 1973: List of recent Holarctic bird species. Ibis 115: 612–638.
- Voous KH 1977: List of recent Holarctic bird species. Ibis 119: 223–250, 119: 376–406.
- Wetmore A 1951: A revised classification for the birds of the world. Smithsonian Misc. Coll. 117 (4): 1–22.
- Wetmore A 1960: A classification for the birds of the world. Smithsonian Misc. Coll. 139 (11): 1–37.
- Wiesinger P 1983: Die Einteilung der deutschen Dialekte. In: Besch W, Knoop U, Putschke W, Wiegand HE (Hrsg): Dialektologie. Ein Handbuch zur deutschen und allgemeinen Dialektforschung, 2. Halbband. De Gruyter, Berlin u. New York.
- Zuccon D, Prÿs-Jones R, Rasmussen PC & Ericson PGP 2012: The phylogenetic relationships and generic limits of finches (Fringillidae). Mol. Phylogenet. Evol. 62: 581–596.

Anhang: Die Verzeichnisse und Artenlisten der Vögel Deutschlands und ihre jeweiligen Autoren, deren explizit benannte Institutionen bzw. Funktionen sowie die aufgeführten Herausgeber. Ferner die den Artenlisten jeweils zugrunde gelegte Systematik, Taxonomie und Nomenklatur, ihre Form und die in ihnen enthaltenen Informationen (Angabe von Status = Sta =, Stetigkeit = Ste, Häufigkeit = Häu, Gefährdung = Gef, komm. = kommentiert) sowie die Anzahl aufgeführter Arten und Berücksichtigung von Unterarten. - *The inventories and checklists of the birds of Germany and their respective authors, their explicitly named institutions or functions as well as the listed publishers. Furthermore, the systematics, taxonomy and nomenclature on which the species lists are based, their form and the information they contain (indication of status = Sta =, steadiness = Ste, frequency = Häu, threat categories = Gef, annotated = komm.) as well as the number of species listed and consideration of subspecies.*

Nr. - No.	Autor(en) - author(s)	Aufgeführte Institution / Funktion - explic- itly named institu- tion or function	Titel - title	veröff. in bzw. als - published in or as	Aufgeführter Herausgeber / im Auftrag von - explic- itly named publishers / on behalf of	Systematik, Taxonomie und Nomen- klatur nach... - systematics, taxonomy and nomenclature based on...	Form - form	Anzahl Arten - num- ber of species	Berücksich- tigung von Unterarten - considera- tion of subspecies
1	Brehm (1828, 1830)	-	Uebersicht der deutschen Vögelar- ten	Isis (Oken)	-	Ordnungen, Familien u. Gattungen auf Basis von Brisson (1760-1763), ange- passt nach Boie (1822, 1826, 1828), Nomenklatur zusätzlich verändert, eigene Art-/Unterarteinteilung	Liste	337 [†]	+
2	Homeyer (1885)	-	Verzeichniss der Vögel Deutschlands	Ornis u. Monogr.	Permanentes internationales ornithol. Comité	k. A.; an anderer Stelle: Systematik u. Nomenklatur wie sie E. F. Homeyer in Tschusi & Homeyer (1882) umgesetzt habe (Blasius & Hayek 1885); Einteilung in 16 „albewährte“ Ordnungen, mit Greifvögeln beginnend, Nomenklatur nach Autoritätsprinzip und „pluri- morum auctorum“ (Pietsch 1890)	Liste	357 / 359 ^{††}	-
3	Reichenow (1889)	Kustos der Zool. Sammlung des Kgl. Mus. Nat.kd. Berlin	Systematisches Verzeichniss der Vögel Deutsch- lands und des angrenzenden Mittel-Europas	Monogr.	DOG*	Systematik nach Reichenow (1882-1884) in absteigender Folge (mit Singvögeln beginnend); Nomenklatur strikt nach Prioritätsprinzip mit Beginn 1758 (Linnaeus 1758)	Liste; Sta, Ste; komm.	400 ^{†††}	+
4	Reichenow (1902)	Kustos der Ornit- hol.-Abt. des Kgl. Zool. Mus. Berlin, Generalsekretär DOG**	Die Kennzeichen der Vögel Deutsch- lands [...] (1. Aufl.)	Monogr.	-	aufsteigende Reihenfolge „der Gruppen und Arten“... „von den niederen zu den höheren Arten“, Nomenklatur unter Einhaltung der Regeln von Berlepsch et al. (1891)	Liste; Sta, Ste, (Häu); komm.	414 ^{†††}	+
5	Reichenow & Hesse (1916)	-	Neue Namenliste der Vögel Deutsch- lands	J. Ornithol.	DOG**	Reichenow (1902), Hartert et al. (1912); Systematik teils auch nach Reichenow (1913, 1914)	Liste; Komm. zu Systematik u. Nomen- klatur	438 ^{††††}	+

Nr. - No.	Autor(en) - author(s)	Aufgeführte Institution / Funktion - explic- itly named institu- tion or function	Titel - title	veröff. in bzw. als - published in or as	Aufgeführt Herausgeber / im Auftrag von - explic- itly named publishers / on behalf of	Systematik, Taxonomie und Nomen- klatur nach... - systematics, taxonomy and nomenclature based on...	Form - form	Anzahl Arten - num- ber of species	Berücksich- tigung von Unterarten - considera- tion of subspecies
6	Reichenow (1920)	Geh. Regierungs- rat, Zweiter Direk- tor des Staatl. Zool. Mus. Berlin, Generalsekretär DOG**	Die Kennzeichen der Vögel Deutsch- lands [...] (2. Aufl.)	Monogr.	-	k. A., wohl identisch mit 1. Aufl.	Liste; Sta, Ste, (Häu); komm.	448 ⁺⁺⁺⁺⁺	-
7	Makatsch (1955)	-	Verzeichnis der Vögel Deutsch- lands (1. Aufl.)	Monogr.	-	Systematik: Wetmore (1951); Nomenklatur: Peterson et al. (1954) unter Berücksichtigung der Beschlüsse des Int. Zool. Kongresses 1953 (vgl. Hemming 1954)	Liste; Sta, Ste; komm.	421	+
8	Makatsch (1957)	-	Verzeichnis der Vögel Deutsch- lands (2. Aufl.)	Monogr.	-	Systematik: Wetmore (1951)	Liste; Sta, Ste; komm.	428	+
9	Nietham- mer, Kramer & Wolters (1964)	Zool. Forsch.inst. Mus. Alexander Koenig	Die Vögel Deutsch- lands - Artenliste	Monogr.	-	Ordnungen : Peters (1931-1962); Familien: IOC (1955); Gattungen: Peters (1931-1962), die der Singvogelfamilien nach Vaurie (1959)	Liste; Sta, Ste, Häu; komm.	434	+
10	Makatsch (1968)	-	Verzeichnis der Vögel Deutsch- lands (3. Aufl.)	Monogr.	-	Systematik: Wetmore (1951)	Liste; Sta, Ste; komm.	441	+
11	Makatsch (1981)	-	Verzeichnis der Vögel der Deut- schen Demokrati- schen Republik	Monogr.	-	Systematik: Wetmore (1951)	Liste; Sta, Ste; komm.	381	+
12	Rheinwald, Hill & Ringleben (1981)	-	Die Vögel der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) - Ar- tenliste (1. Aufl.)	Monogr.	DDA	Vooos (1973, 1977)	Tabelle; Sta, Ste, Gef	417	-
13	Rheinwald, Hill & Ringleben (1983)	-	Die Vögel der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) - Ar- tenliste (2. Aufl.)	Monogr.	DDA	Vooos (1973, 1977)	Tabelle; Sta, Ste, Gef	420	-

Nr. - No.	Autor(en) - author(s)	Aufgeführte Institution / Funktion - explicitly named institution or function	Titel - title	veröff. in bzw. als - published in or as	Aufgeführter Herausgeber / im Auftrag von - explicitly named publishers / on behalf of	Systematik, Taxonomie und Nomen- klatur nach... - systematics, taxonomy and nomenclature based on...	Form - form	Anzahl Arten - number of species	Berücksich- tigung von Unterarten - considera- tion of subspecies
14	Barthel & Hill (1988)	-	Die Limicola-Liste der Vögel der Westpaläarktis	Limicola	-	Voous (1977)	Tabelle; Sta, Ste	464	-
15	Barthel (1993)	Projektgruppe »Artenliste der Vögel Dt.«, Dt. Seltenheitenkomm.	Artenliste der Vögel Deutschlands [Version 1]***	J. Ornithol.	DOG****	Voous (1973, 1977)	Tabelle; Sta, Ste	470	-
16	Barthel & Helbig (2005)	Dt. Seltenheiten- komm. / Univ. Greifswald, Vogel- warte Hiddensee	Artenliste der Vögel Deutschlands [Version 2]***	Limicola	DOG****	Systematik: als Ausgangspunkt Wetmore (1960), grundlegende Änderungen nach u. a. Sibley & Ahlquist (1990), Sibley & Monroe (1990) etc. (Helbig 2005) Taxonomie: teils neu auf Basis aktuali- siertem BSC	Tabelle; Sta, Ste, Häu	509	-
17	Barthel & Krüger (2018)	Kommission »Artenliste der Vögel Dt.« / Staatl. Vogelschutzwarte Niedersachsen	Artenliste der Vögel Deutsch- lands [Version 3.1]	Vogelwarte	DOG****	Gill & Donsker (2018)	Tabelle; Sta, Ste, Häu	527	+
18	Barthel & Krüger (2019)	Kommission »Artenliste der Vögel Dt.«	Artenliste der Vögel Deutsch- lands (Version 3.2)	Monogr.	DOG****	Gill & Donsker (2019)	Tabelle; Sta, Ste, Häu	527	-

* damaliger Name: Allgemeine Deutsche Ornithologische Gesellschaft

** damaliger Name: Deutsche Ornithologische Gesellschaft

*** Version 1 und 2 erschienen auch als Monographie in inhaltlich identischer, aber gekürzter Form im Westentaschenformat

**** damaliger Name: Deutsche Ornithologen-Gesellschaft

† Abzüglich der Carolinakrickente, die Brehm zwar aufführte, aber in Deutschland noch nicht nachgewiesen war, wie er später in seinem zu der Übersicht gehörenden »Handbuch« schrieb (Brehm 1831)

†† In der Liste in Ornis sind es 357 durchnummerierte Arten, in der Monographie 359

††† inkl. 4 Ausnahmerecheinungen, die zwar in Fußnoten aufgeführt, aber nicht mitgezählt wurden

†††† inkl. 25 Ausnahmerecheinungen überwiegend von Helgoland, die zwar in Fußnoten aufgeführt, aber nicht mitgezählt wurden

††††† inkl. 23 Ausnahmerecheinungen überwiegend von Helgoland, die zwar in einer Fußnote aufgeführt, aber nicht mitgezählt wurden

†††††† inkl. 27 Ausnahmerecheinungen überwiegend von Helgoland, die zwar in Fußnoten aufgeführt, aber nicht mitgezählt wurden

Zippammer *Emberica cia* im Winterquartier – Beleg-Foto zeigt gelben Farbring und ermöglicht Zugdaten-Ermittlung

Jean-Christophe Koenig & Ingolf Schuphan

Koenig J-C & Schuphan I 2025: Rock Bunting *Emberiza cia* in winter quarters - receipt photo shows yellow color ring and enables migration data to be determined after sixteen years. Vogelwarte 63: 178–180.

The image of a Rock Bunting with a yellow ring on its right leg was recently found in the literature during research of the winter migration behavior of Rock Buntings in France. Further investigations revealed that it was observed on December 9, 2010 near Nolay, Côte d'Or department, Burgundy-Franche-Comté region, France, and again there on November 23, 2011. It turned out that this Rock Bunting was ringed near Dernau/Ahr, Germany, in May 2009. This recovery confirms once again that some Rock Buntings migrate southwest in autumn, as it is also shown by the already available most distant recovery from Biarritz.

✉ J-CK: Association LOANA. E-Mail: noctuline@outlook.fr
IS: Preusweg 108, 52074 Aachen. E-Mail: schuphan@bio5.rwth-aachen.de

Einleitung

Nach der Überwinterung einer großen Zahl von Zippammern in Lothringen im Jahr 2023 und angesichts ihrer bis vor kurzem großen Seltenheit in dieser Region, besteht das Ziel des Erstautors darin, langfristig die möglichen Ursprünge der Art sowie gegebenenfalls ein schlüssiges Migrationsmuster zu ermitteln und festzustellen, ob es sich um einen Durchziehenden oder einen echten Überwinterer handelt.

In Frankreich ist das Zugverhalten der Zippammer nur unzureichend dokumentiert und Gegenstand unterschiedlicher Interpretationen (Viallet et al. 2022). Die Anwesenheit von fast 40 Individuen in Lothringen, die sich im Februar 2023 an drei nahegelegenen Standorten versammelten, lässt sich nur schwer auf zufällige Bewegungen zurückführen und deutet auf eine gemeinsame Herkunft und klarer eingrenzbare Zugwege hin.

Die aktuelle Arbeit konzentriert sich hauptsächlich auf die Sammlung möglichst vieler zugänglicher Daten (vor allem im Winterhalbjahr zwischen Oktober und April) und beschränkt sich bewusst auf den Nordwesten einer Linie zwischen Straßburg und Biarritz, wo die Zippammer allgemein als selten oder sehr selten gilt. Südöstlich dieser Linie würde jede Interpretation viel zu komplex werden, da sich dort fast die gesamte Zippammer-Population konzentriert, auch während der Wintermonate. Mitte des Jahrzehnts 2000 lag der geschätzte Bestand der Zippammer in Frankreich zwischen 20.000 und 50.000 Brutpaaren (Dubois et al. 2008).

In diesem Zusammenhang konzentrierte sich die Forschung auch auf Brutpopulationen im Osten und Nordosten des Untersuchungsgebiets, vor allem in

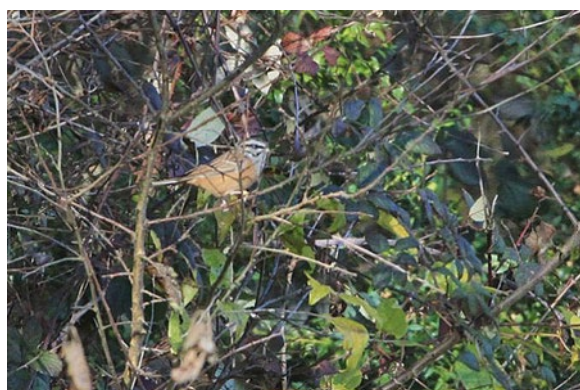


Abb. 1: Zippammer mit gelbem Ring beobachtet in Nolay, Dept. Côte d'Or 09.12.2010 – Rock Bunting with yellow ring observed in Nolay, Dept. Côte d'Or 09.12.2010.

Foto: Bernard Fontaine



Abb. 2: Zippammer mit gelbem Ring, wieder beobachtet in Nolay, Dept. Côte d'Or 23.11.2011 – Rock Bunting with yellow ring observed again 23.11.2011 in Nolay, Dept. Côte d'Or.

Foto: Bernard Fontaine

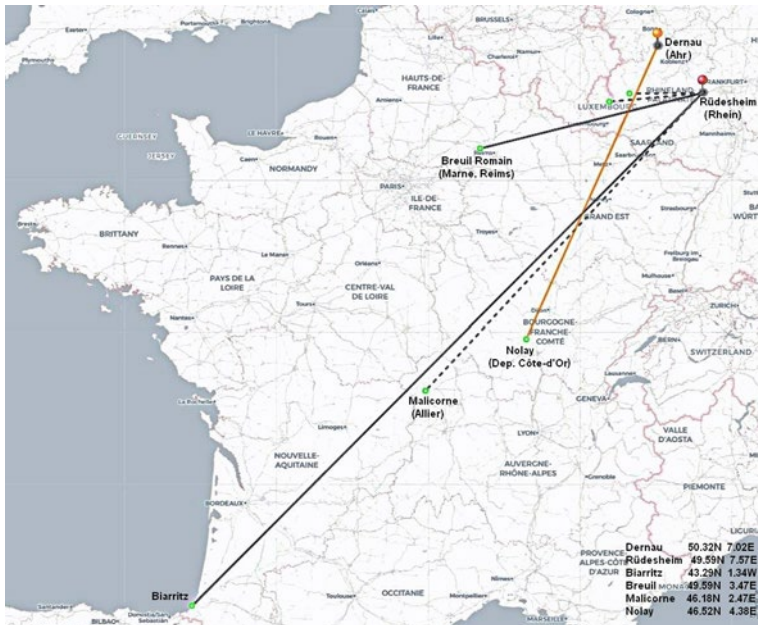


Abb. 3: Fernfunde von Zippammern 1963 und 64 aus der Kernpopulation am Mittelrhein: Schwarzer Strich durchgezogen: selbe Zugsaison, gestrichelt: spätere Zugsaison. Oranger Strich: der in dieser Arbeit vorgestellte Fund – Long distance recoveries of Rock Buntings 1963 and 64 from the core population in the Mittelrhein area. Solid black line: same migration season, dashed line: same migration season, orange line: the recovery treated in this paper. Kartenhintergrund: <https://framacarte.org/fr/map/new/#6/49.873/7.559>

Deutschland und Österreich, mit dem Ziel, eine Synthese aller verfügbaren Elemente zu erreichen.

Im Rahmen der laufenden Untersuchungen zum Zugverhalten wurden auf der französischen Website von BioloVision (LPO Bourgogne-Franche-Comté) zwei Beobachtungen und Fotos von beringten Zippammern aus Dezember 2010 bzw. November 2011 vorgefunden. Da die zusammengetragene Literatur zur Zippammer auch Veröffentlichungen über Untersuchungen zur Populationsdynamik und zum Bestand beringter Zippammern in Deutschland enthielt (Schuphan 2011), lag die Vermutung nahe, dass dieser Vogel aus Deutschland eingewandert sein könnte. Der Kontakt mit dem Zweitautor ergab, dass dieser seit mehr als sechs Jahrzehnten die Populationsdynamik und den Bestand der seltenen Zippammer in Deutschland mit Hilfe individueller Farbringe untersucht (Schuphan 2011, Schuphan & Flehmig 2022).

Ergebnis

Die hier im Fokus stehende Zippammer mit dem gelben Ring am rechten Bein wurde am 9. Dezember 2010 bei dem Ort Nolay, Département Côte d'Or; Region Burgund-Franche-Comté, Frankreich von dem Beobachter Bernard Fontaine festgestellt und mit Foto dokumentiert (Abb. 1).

Am 23. November 2011 wurde dann erneut eine beringte männliche Zippammer im selben Weinberg gesehen, in dem der beringte Vogel im Dezember 2010 fotografiert worden war (Abb. 2). Die Kennzeichnung ist identisch, ein Metallring auf der linken und ein gelber Ring auf der rechten Seite

Da der Zweitautor im Rahmen von Fragestellungen zur Populationsgenetik den genetischen Austausch zwischen den lokal sehr abgeschlossenen Zippammer-Vorkommen untersucht, konnte er leicht einen Zusammenhang mit der in Frankreich beobachteten markierten Zippammer finden. In einem der sieben untersuchten lokal konzentrierten Zippammer Brutvorkommen wurden in den Jahren 2008 bis 2011 Zippammern bei Dernau (Ahr) beringt, mit je einem gelben Zusatzring zum standardmäßigen Alu-Ring. Das Vorkommen der Zippammer an der Ahr, einem Nebenfluss des Rheins, ist das nördlichste regelmäßige Brutvorkommen in Deutschland. Das exakte Jahresdatum der Beringung Mai 2009 ergibt sich, weil grundsätzlich alle Vögel in ungeraden Jahren links mit nummerierten Alu-Ringen der Vogelwarte gekennzeichnet werden und dann das andere (hier das rechte) Bein mit dem Farbbenring versehen wird.

Da im Jahr 2009 an der Ahr lediglich vier Männchen beringt wurden, ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass es sich je in beiden Belegfotos um dasselbe Individuum handelt, unabhängig, ob es sich lediglich auf der Durchreise befindet oder zum Überwintern an die gleiche Stelle zurückgekehrt ist. Aus Beringungen einer Populationsdynamik-Studie von 1961–1972 am Rhein, im Unteren Rheingau, liegen bereits Winter-Wiederfunde aus Frankreich vor, die eine Zugrichtung der Zippammer nach SW dokumentieren (Schuphan 2011).

Da diese vier an der Ahr beringten Männchen in verschiedenen Brutrevieren markiert wurden, ist es unwahrscheinlich, dass zwei Nachbarn in unterschiedlichen Jahren an den identischen Ort wanderten, um

zu überwintern, wie dies beispielsweise bei Familiengruppen der Fall sein könnte.

Zumindest für einige Individuen scheint diese sehr wahrscheinliche Treue zu einem Überwinterungsort durch eine andere Beobachtung bestätigt zu werden: Am 30. November 2002 wurde in Frankreich in der Nähe von Nantes (Loire-Atlantique), bei Mauves-sur-Loire, eine diesjährige Zippammer mit einer Deformation des Oberschnabels festgestellt (Trévoux & Trévoux 2008). Der Vogel wurde anschließend bis zum 20. Februar 2003 an demselben Ort beobachtet. Am 19. November 2003 wurden wieder zwei Zippammern am selben Ort in Mauves gesehen, darunter ein adultes Weibchen mit der gleichen Schnabeldeformation. Sie wurde bis zum 27. Januar 2004 noch mehrmals beobachtet.

Dank

Der Erstautor dankt allen am Faune-France-Prozess beteiligten Mitwirkenden und Strukturen für die Bereitstellung ihrer naturalistischen Originaldaten, insbesondere der LPO Bourgogne - Franche-Comté, sowie Herrn Bernard Fontaine für die Bereitstellung seiner Fotografien. Der Zweitautor dankt allen Unterstützern für die speziellen Erlaubnisse: Der Vogelwarte Helgoland, Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven, dem Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie Zentrale für Tiermarkierung „Vogelwarte Radolfzell“, der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft (DOG) für eine Forschungsbeihilfe, dem Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, der Direction régionale de l'Environnement Alsace, Colmar und der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.

Zusammenfassung

Die Abbildung einer Zippammer mit gelbem Ring am rechten Bein wurde bei einer intensiven Recherche zum Winterzugverhalten der Zippammer in Frankreich aktuell in der Literatur gefunden und ermöglichte exakte Zugdatenermittlung nach sechzehn Jahren. Weitere Ermittlungen ergaben, dass sie am 09. Dezember 2010 bei dem Ort Nolay, Département Côte d'Or; Region Burgund-Franche-Comté, Frankreich und erneut dort am 23. November 2011 beobachtet wurde. Es stellte sich heraus, dass diese Zippammer bei Dernau/Ahr Deutschland im Mai 2009 beringt wurde. Dieser Wiederfund bestätigt erneut, dass ein Teil der Zippammern im Herbst nach SW ziehen, wie auch der bereits vorliegende entfernteste Wiederfund aus Biarritz aufzeigt. Sie belegt außerdem die Wichtigkeit einer zusätzlichen Farbmarkierung bei speziellen Fragestellungen.

Literatur

- Dubois P J, Lemaréchal P, Olioso G & Yésou P 2008: Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Schuphan I 2011: Habitat-Strukturen und populationsdynamische Parameter einer Population der Zippammer – Basisdaten Zippammer-Managementpläne, Vogelwarte 49: 65–74.
- Schuphan I & Flehmig B 2022: Zippammer-Bestand im Unteren Rheingau – Dramatischer und fortdauernder Rückgang seit Beginn der Flurbereinigung vor 60 Jahren. Vogelwarte 60: 51–60.
- Trevoux Y & Trevoux J P 2008: L'hivernage du Bruant fou *Emberiza cia* dans l'ouest de la France: règle ou exception? Ornithos 15-1: 50–54.
- Viallet M, Dupuy J & Sallé L 2022 : Bruant fou. In Dupuy J & Sallé L (coord). Atlas des oiseaux migrateurs de France. LPO / MNHN. Mèze, Biotopie Editions: 1060–1061.

Uhus *Bubo bubo* vokalisieren bei strömendem Regen und heftigem Wind

Christian Harms

Harms, C 2025: Eurasian Eagle Owls *Bubo bubo* vocalize in pouring rain and gusty winds. Vogelwarte 63: 181–190.

Rain and wind affect the transmission of acoustic signals, but few studies deal with the vocal activity of birds under bad weather conditions. Using long-term sound recordings across the entire reproductive cycle, I investigated how rain and wind affect the calling activity of Eurasian Eagle Owls *Bubo bubo* close to the nest site in a breeding territory in the Kaiserstuhl region (Upper Rhine Valley, Southern Germany). For this purpose, all recognizable vocalizations were registered manually, i.e. without the aid of automated signal detection, in 1025 hours of recording representing 79 nights, at least 6 per month. Growing fledged young continued voicing their contact calls unabated even in heavy rain and gusty winds, as well as in the presence of traffic noise, thunderstorms and fireworks. The adult eagle owls showed reduced calling activity in bad weather, but also vocalized in pouring rain and strong winds. The number of calling phases was reduced during rain, the number of calls per calling phase remained almost unchanged compared to nights without precipitation. About one fifth of all recorded vocalizations occurred during times of rainfall. The long-term sound recordings proved to be a rich source of new insights into the acoustic communication of eagle owls.

✉ Christian Harms, Brandensteinstr. 6, D-79110 Freiburg/Br. E-Mail: cth-frbg@go4more.de

1 Einleitung

Akustische Signale spielen im Leben von Vögeln eine zentrale Rolle. Revier- und Balzgesänge sowie Kontakt- und Warnrufe bestimmen die Kommunikation zwischen Geschlechtspartnern, Eltern und Jungen, konkurrierenden Artgenossen und Individuen fremder Arten. Das Funktionieren der akustischen Interaktionen hängt maßgeblich davon ab, dass die ausgesendeten Signale vom Empfänger korrekt wahrgenommen werden können. Die Übertragung von Schall unterliegt vielfältigen Störungen, die verhindern, dass Signale beim Empfänger in der vom Sender beabsichtigten Form ankommen. Zahlreiche Umweltfaktoren wie Vegetation, Terrain, Witterung sowie Überlagerungen durch physikalische, tierische und anthropogene Geräuschquellen beeinträchtigen die Schallausbreitung und begrenzen den Wirkradius akustischer Signale (Wiley & Richards 1978; Wiley 2006; Luther & Gentry 2013).

Störungen bei der akustischen Signalübertragung sind kein menschengemachtes Problem jüngerer Datums, solche Interferenzen bestehen seit Urzeiten und haben zu vielfältigen evolutionären Anpassungen und Differenzierungen geführt (Morton 1975; Brumm & Slabbekoorn 2005; Wiley 2006; Brumm & Zollinger 2013). Der evolutionäre Selektionsdruck wirkt dabei gleichermaßen auf Seiten der Sender und der Empfänger (Endler 1993).

Untersuchungen zu tierischen Lautäußerungen werden vorzugsweise bei Schönwetter durchgeführt, um

witterungsbedingte Effekte auf die Signalübertragung und -wahrnehmung zu vermeiden. Für Mitteleuropa, wo es an 150–200 Tagen im Jahr regnet (www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/viel_mittelwerte), erscheint die Konzentration auf Schönwetterbedingungen realitätsfern und verleitet möglicherweise zu einseitigen Schlussfolgerungen.

Auffallend wenige Untersuchungen haben sich mit Lautäußerungen von Vögeln bei schlechtem Wetter befasst. Für Waldkäuze *Strix aluco* berichten Lengagne & Slater (2002) von reduzierter Rufaktivität bei Regen. Redpath (1994) und Ševčík et al. (2019) fanden hingegen keine witterungsbedingten Einschränkungen bei der Rufaktivität von Wald- bzw. Raufußkäuzen *Aegolius funereus*. Ungeachtet der spärlichen Befundlage äußern Luther & Gentry (2013, S. 1050) die Ansicht *“we would predict that most species do not signal when it is raining. Similarly many species chose not to signal in the presence of wind.”* La (2011, S. 250) vermutet: *“it can also be expected that they will vocalize less, if at all, on nights with high winds or stormy weather, which impede signal transmission.”* Im Gegensatz dazu waren Uhus *Bubo bubo* bei unseren abendlichen Verhörungen über mehrere Jahre auch bei Regen und Wind zu vernehmen (Harms & Lühl 2015; Harms 2016a, 2020). Aus dem Widerspruch zwischen spekulativer Projektion und empirischem Befund leitet sich die Notwendigkeit ab, die Auswirkungen von Wind und Regen auf das akustische Verhalten genauer zu untersuchen.

Tonaufnahmen mittels passiver autonomer digitaler Aufzeichnungsgeräte („autonomous recording units“,

ARUs) eröffnen neue Ansätze zur Erforschung der Kommunikation zahlloser akustisch aktiver Tierarten (Shonfield & Bayne 2017a; Gibb et al. 2018). Diese Geräte registrieren ihre Daten selbsttätig bei jeder Witterung. Vom gelegentlichen Wechsel der Batterien und Speicherkarten abgesehen braucht es keine menschlichen Beobachter vor Ort. Flüchtiges akustisches Geschehen wird konserviert und ist dank wiederholter Abspielbarkeit und leistungsfähiger Software zugänglich für weitergehende Analysen. In einem Revier im Kaiserstuhl (südliche Oberrheinebene) habe ich die Lautäußerungen eines Uhupaars über drei komplette Reproduktionszyklen während aller Nächte nahe am Brutplatz aufgezeichnet (Harms 2024a). Über die Rufaktivität in ihrem jahreszeitlichen Verlauf und den Anteil des Weibchens an der akustischen Kommunikation wurde bei Harms (2024b, 2025) berichtet. Wie sich anthropogener Lärm auf Uhus auswirkt, wurde bei Harms (2024c) untersucht. Hier berichte ich über die Rufaktivität der Uhus unter Schlechtwetterbedingungen (Regen, Wind).

2 Methoden

2.1 Langzeit-Tonaufnahmen des Uhus

In einem Brutrevier im Kaiserstuhl wurden von Dezember 2019 bis Oktober 2022 in allen Nächten die Lautäußerungen eines Uhupaars nahe am Brutplatz mittels eines autonomen digitalen Aufnahmegerätes (SongMeter SM4, Wildlife Acoustics, Maynard, Massachusetts, USA) aufgezeichnet. Als täglicher Aufnahmezeitraum wurde die Zeit von 30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 30 Minuten nach Sonnenaufgang festgelegt. Die Aufnahmen erfolgten unkomprimiert im wav-Format (16-bit) in Segmenten von jeweils einstündiger Dauer mit den bei Harms (2024ab) beschriebenen Einstellungen. Die Auswertung der Tondateien erfolgte manuell, d. h. ohne Verwendung automatisierter Signalerkennung, mit „Raven Pro“ Software (Version 1.5-1.6.5, Ornithology Labs, Cornell University, Ithaca, New York, USA). Nähere Angaben zur Vorgehensweise finden sich bei Harms (2024ab, 2025). Bei der manuellen Erfassung jeder einzelnen Lautäußerung anhand ihrer zeitlichen und Frequenzbegrenzung wurden die Tondateien mit zusätzlichen Anmerkungen versehen, um akustisch auffällige Besonderheiten zu dokumentieren, darunter Wind, Regen und Gewitter, Überlagerungen durch Fremdsignale, anthropogene Lärmquellen u. a. (Harms 2024a). Die hier vorgestellten Befunde beziehen sich auf Tonaufnahmen an 79 Kalendertagen im Jahr 2021; für jeden Monat wurden mindestens 6 Nächte komplett ausgewertet.

2.2 Untersuchungsgebiet

Das für die Tonaufnahmen ausgewählte Brutrevier liegt am Westrand des Kaiserstuhls, einer inselartigen Erhebung vulkanischen Ursprungs in der südlichen Oberrheinebene, ca. 20 km westlich von Freiburg. Die Gegend ist bekannt als Weinbaugebiet mit trocken-warmem Klima. Die Aufnahmen erfolgten für die Vögel störungsfrei unweit des Brutplatzes in einem ehemaligen Steinbruch (Harms 2024ab).

3 Ergebnisse

3.1 Wie sich Wind und Regen in den Tonaufnahmen abbilden

Wind und Regen treten sowohl in Kombination als auch unabhängig voneinander auf. Beide Geräusch- und Störquellen sind anhand ihrer charakteristischen Signaturen in den Tonaufnahmen akustisch und visuell im Spektrogramm erkennbar. Bei jeder erfassten Vokalisation und in jedem Aufnahmesegment wurde vermerkt, wenn eine Überlagerung durch Regen oder Wind vorlag. Gemessen an der Länge einer Vokalisation ist Regen ein chronisches Geräusch, das i. d. R. eine Mehrzahl von Vokalisationen überlagert (Abb. 2, 3). Windböen hingegen überlagern einzelne Vokalisationen (Abb. 4-8), dazwischen ruhigere Abschnitte. Bei länger anhaltender Windeinwirkung werden die Rufserien der Uhus erheblich beeinträchtigt. Die Spektrogramm-Darstellung gestörter Vokalisationen ist auf kurze Abschnitte beschränkt, damit die Signale noch klar als Lautäußerung der Uhus erkennbar sind.

Windböen machen sich durch starke Druckschwankungen und Ausschläge hoher Amplitude im oszillografischen Anzeigebereich für den Schalldruck bemerkbar (Abb. 1). Bei sehr hohem Geräuschpegel kommt es zu einer zeitweiligen Übersteuerung, der damit verbundene kurzzeitige Datenverlust zeigt sich im Spektrogramm als vertikale weiße bzw. schwarze Streifen, je nach gewähltem Darstellungsmodus (Abb. 1a, 1b). Das von Regen verursachte Geräusch umfasst einen breiten Frequenzbereich bis mehrere kHz (Abb. 2, 3, 5) bestehend aus Eigengeräusch und indirekten Komponenten, die vom Aufprall der Tropfen auf Blätter und den Erdboden herrühren. Bei belaubter Vegetation ist Regen deshalb leichter wahrnehmbar als im Winter. Klick- und Ploppgeräusche entstehen beim Abtropfen bzw. Aufprall von Tropfen auf dem Rekordergehäuse. Das Hintergrundgeräusch des Regens zeigt sich im Spektrogramm als streifige Grautönung (Abb. 1a) bzw. Marmorierung (Abb. 1b), Klickgeräusche als streifige Signale von sehr kurzer Dauer.

3.2 Rufverhalten junger Uhus bei Regen und Wind

Spätestens mit dem Verlassen des Brutplatzes, wenn die Jungen sich, noch flugunfähig, über Wochen am Boden aufhalten, beginnen sie regelmäßig und ausdauernd ihre Position anhand von Kontaktrufen zu signalisieren, damit die Altvögel und Geschwister wissen, wo sie sich befinden. Es handelt sich um eine überlebensnotwendige Sozialfunktion, mit der einerseits der Familienzusammenhalt koordiniert und andererseits die Futterzuteilung an die Jungen reguliert wird. In der Regel werden 5-10 Kontaktrufe pro Minute produziert, so dass in einer Sommernacht hochgerechnet 4.000 bis 5.000 Rufe pro Jungvogel zusammenkommen können. Die einzelnen Vokalisationen haben eine Dauer von etwa 250 ms, erstrecken sich über einen Frequenzbereich von

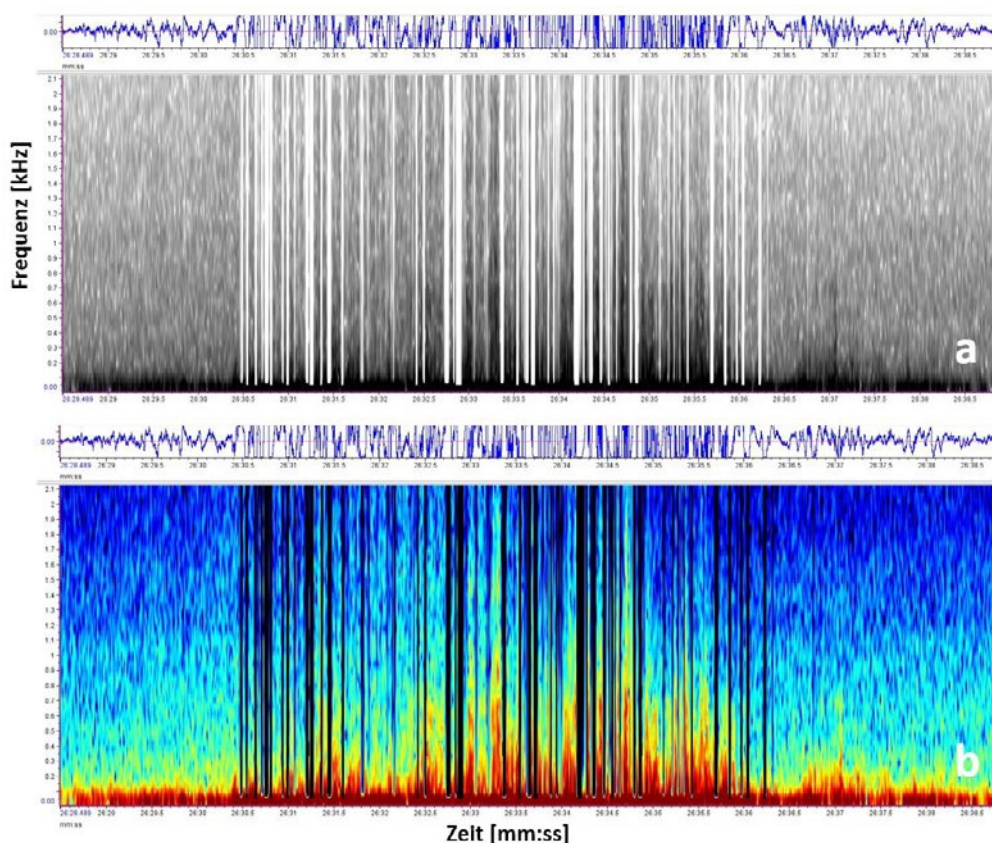


Abb.1: Erscheinungsbild von Wind und Regen in der oszillografischen und spektrografischen Darstellung: (a) Grauwertdarstellung, (b) inverse Falschfarbendarstellung (Schalldruckunterschiede sind zur visuellen Differenzierung als Farbabstufung dargestellt; mit abnehmendem Energiegehalt wechselt die Farbe von braun, dunkelrot, hellrot zu orange, gelb, grün, türkis, blau bis schwarz; oberhalb des Spektrogrammbereichs die oszillografische Wiedergabe des Schalldrucks über das gesamte Frequenzspektrum, Windböen zeigen sich als starke Amplitudenschwankungen; Übersteuerung infolge exzessiven Schalldrucks führt zu zeitweisigem Datenverlust, der sich als weiße (a) bzw. schwarze (b) vertikale Fehlstellen im Spektrogramm abbildet; das Eigengeräusch des Regens bewirkt eine Grautönung (a) bzw. Marmorierung (b) des Spektrogrammhintergrundes; aufgenommen am 4.12.2021, Uhrzeit 07:04. – *Appearance of wind gusts and rainfall in the oscillographic and spectrographic view: (a) greytone scale display, (b) inverse false colour display (sound pressure values are converted to colour grades; with decreasing energy levels colours change from dark brown, dark red, red to orange, yellow, green, turquoise to light blue, dark blue and black); top: oscillographic view of sound pressure amplitude showing massive amplitude deflections caused by wind gusts; excessive sound pressure causes acoustic overload with temporal data loss, represented as white (a) or black (b) vertical defects in the spectrogram; noise of rainfall causes darkening (a) and coloured marbling (b) of the spectrogram display area.*

ca. 600 Hz bis 10 kHz (je nach Intensität) und haben eine krächzend bis rätschende Anmutung (Harms 2024b).

Abb. 2 zeigt eine typische Ruffolge eines Jungvogels, bei einsetzendem Regen werden die Rufe unvermindert fortgesetzt.

Abb. 3 zeigt drei Junguhus, die während eines Starkregens gleichzeitig nebeneinander vokalisieren; ihre Rufe werden zweimal vom Geräusch eines vorbeifahrenden Autos überlagert. Weder Regen noch Verkehrsgeschall haben einen merklichen Einfluss auf die Rufaktivität. Auch bei Gewitter und Feuerwerk zeigten Junguhus kein verändertes Rufverhalten (Harms 2024c).

Als Fazit dieser Befunde lässt sich festhalten: Junguhus setzen ihre überlebenswichtigen Kontaktrufe auch in Gegenwart von störenden akustischen Überlagerungen sowie bei Starkregen und heftigem Wind unverändert fort.

3.3 Rufaktivität adulter Uhus bei Regen und Wind

Die nachfolgenden Spektrogramme illustrieren exemplarisch typische Lautäußerungen der adulten Uhus (Harms 2024b) unter dem Einfluss von Windböen und Regen (Abb. 4-8). Dabei kommt es sowohl zur Maskierung als auch zu Verzerrungen der Lautäußerungen. Während starke (energiereiche) Signale trotz Interfe-

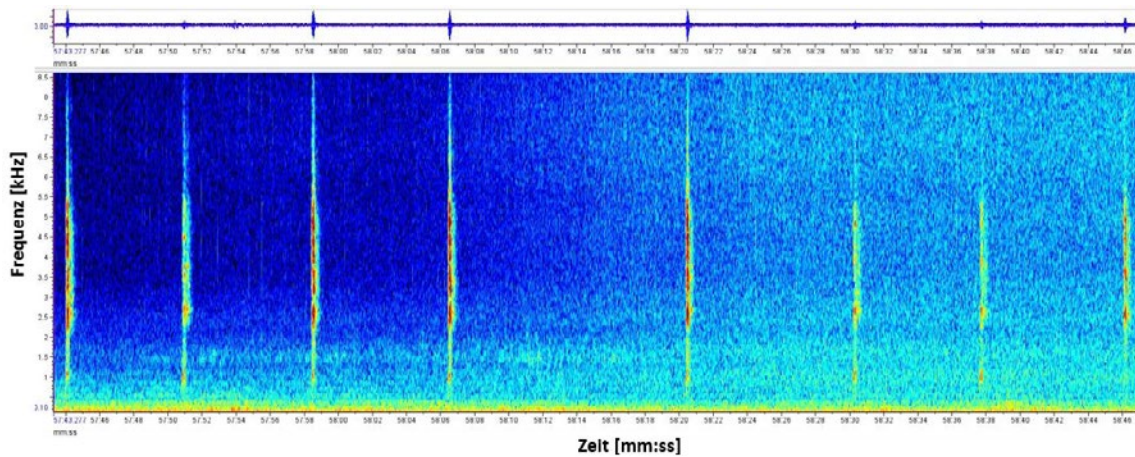


Abb. 2: Einsetzender Regen überlagert die Kontaktrufe eines Junguhus; im rechten Teil deutliche Maskierung der Rufe durch das Regengeräusch; Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 10.7.2021, Uhrzeit 23:26:43-23:27:47. – *Onsetting rainfall superimposes contact calls of a fledgling Eagle Owl showing signal masking (right); colour coding as in fig. 1b.*

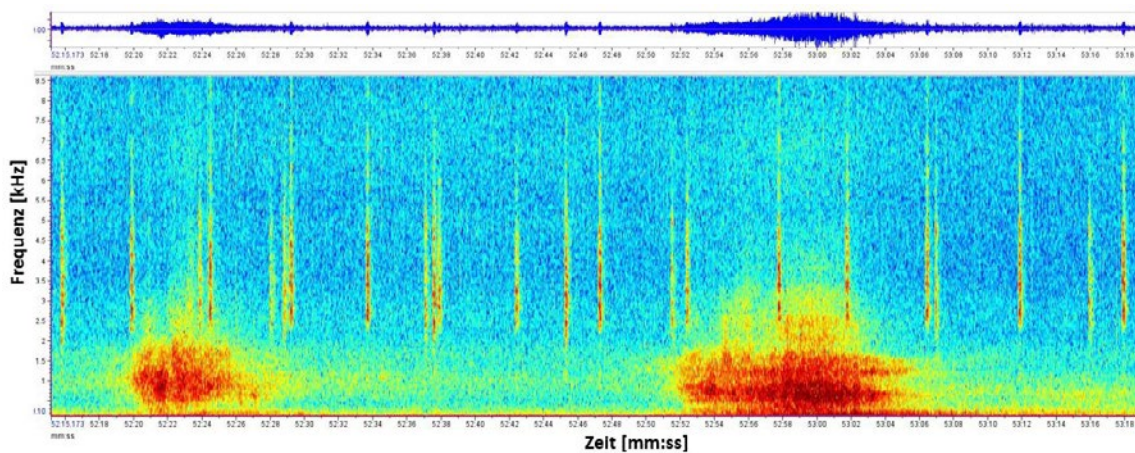


Abb. 3: Die Kontaktrufe von drei Junguhus werden durch Starkregen und Verkehr (2x Motorfahrzeug) überlagert und maskiert; Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 10.7.2021, Uhrzeit 21:21:15-21:22:19. – *Contact calls of three fledglings superimposed and masked by heavy rainfall and traffic noise from two passing motor vehicles; colour coding as in fig. 1b.*

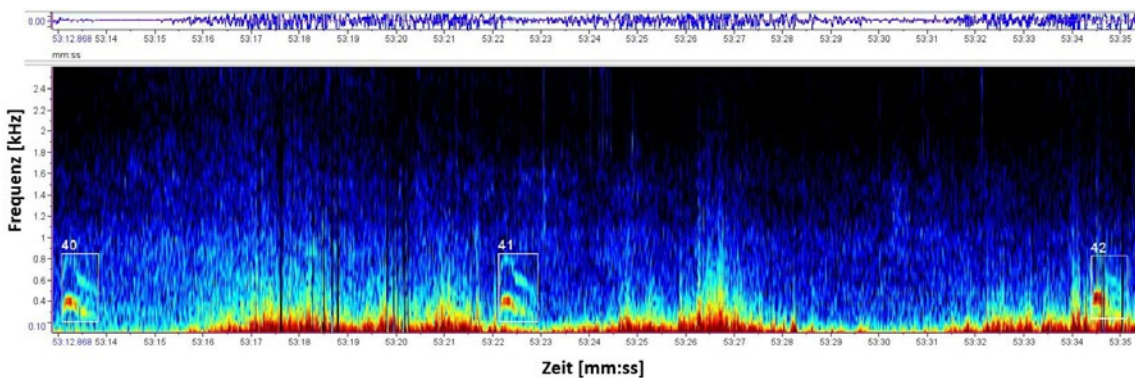


Abb. 4: Ausschnitt aus einer Rufserie des Uhu-Männchens bei kräftigem Wind mit deutlicher Verzerrung des Signals; Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 26.2.2021, Uhrzeit 22:32:12-22:32:36. – *Partial view of a series of calls of the male Eagle Owl superimposed by strong wind gusts distorting the signals; colour coding as in fig. 1b.*

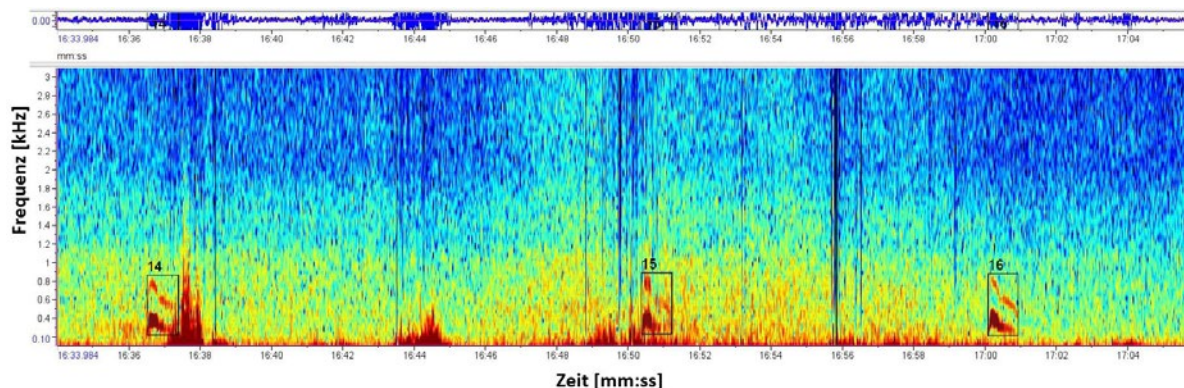


Abb. 5: Ausschnitt aus einer Rufserie des Uhu-Männchens bei Regen und Wind mit deutlicher Verzerrung des Signals durch Wind (Zeitmarkierung 16:37, 16:50,5, 17:00,5); Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 21.10.2021, Uhrzeit 02:48:33-02:49:06. – *Partial view of a series of calls of the male Eagle Owl in the presence of heavy rainfall and wind gusts; note distortion of signals; colour coding as in fig. 1b.*

renzen noch vergleichsweise gut übertragen werden, werden schwache Signale vom Hintergrundgeräusch überdeckt und in der Ausbreitung gestört. Vokalisationen des Weibchens (Abb. 7) und Signale aus größerer Entfernung (Abb. 8) sind von Maskierung besonders betroffen.

Fazit: Die hier präsentierten Beispiele und zahlreiche weitere, die bei der Auswertung meiner Tondateien zutage traten, belegen eindrücklich, dass Uhus auch in Gegenwart störender Überlagerungen durch Regen und Wind ihre akustische Kommunikation aufrechterhalten. Eine der längsten Rufserien des Männchens (>200 Rufe) fand bei strömendem Regen statt. Dass Uhus auch bei Schlechtwetter vokalisieren, steht demnach außer Frage. Regen

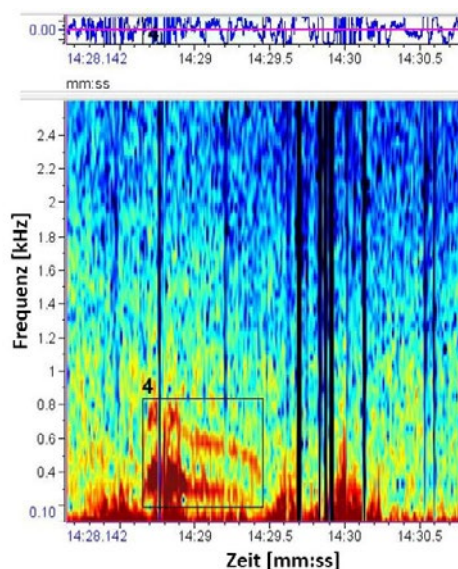


Abb. 6: Verzerrung einer Vokalisation des Uhu-Männchens unter dem Einfluss von Regen und Wind (Detailansicht); Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 21.10.2021, Uhrzeit 02:46:28. – *Distorted territorial call of the male Eagle Owl in the presence of heavy rainfall and wind gusts; colour coding as in fig. 1b.*

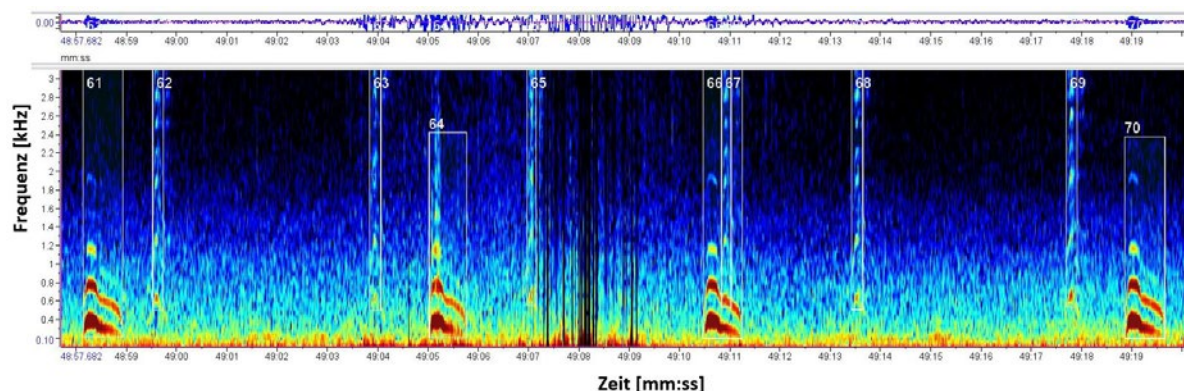


Abb. 7: Duett des Uhupaars bei kräftigem Wind, Ausschnitt bestehend aus vier Territorialrufen des Männchens (Nr. 61, 64, 66, 70) und sechs Bettelrufen des Weibchens (Nr. 62, 63, 65, 67, 68, 69); Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 13.3.2021, Uhrzeit 19:50:57-19:51:20. – *Duetting vocal display of the pair of Eagle Owls in the presence of gusty wind, featuring four territorial calls of the male (# 61, 64, 66, 70) and six begging calls of the female (# 62, 63, 65, 67, 68, 69); colour coding as in fig. 1b.*

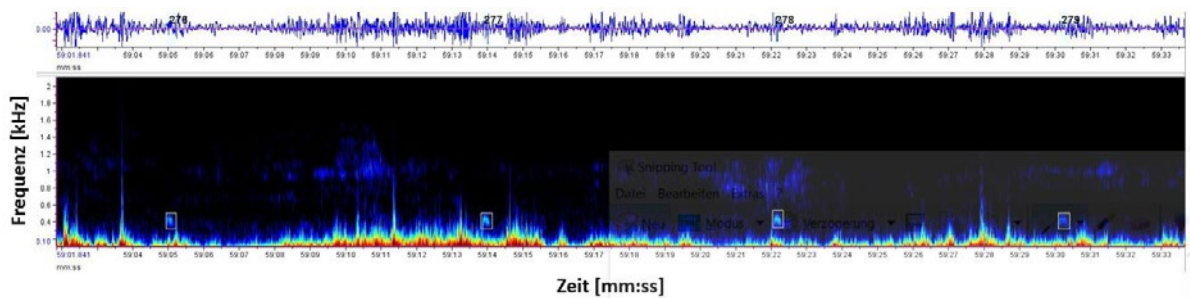


Abb. 8: Ausschnitt aus einer schwachen, aber noch vernehmbaren Rufserie des Uhu-Männchens bei kräftigem Wind; wegen der großen Entfernung zum Rekorder ist von den vier Territorialrufen nur der energiereichste Teil des unteren Frequenzbandes erkennbar (umrandet); Farbcodierung wie Abb. 1b; aufgenommen am 19.12.2021, Uhrzeit 01:36:01-01:36:34. – *Partial view of a series of weak but still noticeable calls of the male Eagle Owl in the presence of gusty wind; due to the great distance to the recorder, only the most energetic part of the lower frequency band of four territorial calls can be recognized (outlined); colour coding as in fig. 1b.*

und Wind bewirken Verzerrungen und Maskierung, das stört sowohl die Übertragung als auch die Wahrnehmung der Signale. Schwache Signale sind besonders betroffen, dadurch reduziert sich deren Fernwirkung. Nachfolgend wird untersucht, inwieweit widrige Witterung die Rufaktivität quantitativ beeinflusst.

3.4 Wetterdaten für das Untersuchungsgebiet und Erfassung von Regenereignissen aus den Tonaufnahmen

Am Rekorderstandort wurden keine Wetterdaten erhoben, als Referenzwerte können die in Freiburg, 20 km östlich des Kaiserstuhls, gemessenen Werte herangezogen werden (Tab. 1). 2021 war gegenüber dem langjäh-

rigen Durchschnitt etwas kühler und hatte weniger Regentage. Gemäß Definition des Deutschen Wetterdienstes fällt an einem Regentag mindestens 0,1 mm Niederschlag.

Die Klassifizierung „Regentag“ ist zu grob, um als Anhaltspunkt für den Einfluss von Regen auf die Rufaktivität der Uhus herhalten zu können, denn sie könnten ja während einer Regenpause kommunizieren. Man muss also kürzere Zeitabschnitte daraufhin überprüfen, ob Uhus *in Gegenwart* von Regen vokalisieren. Deshalb wurde für jedes einstündige Aufnahmesegment ebenso wie für jede einzelne Lautäußerung notiert, wenn Regen oder Wind erkennbar war. In etwa einem Viertel der insgesamt 1025 untersuchten Aufnahmesegmente 2021 herrschten regnerische Bedingungen (Tab. 2), darunter viele während der Sommermonate, wenn die adulten Uhus nicht vokalisieren (Harms 2024b). In knapp 41 % aller Aufnahmesegmente waren Uhus akustisch aktiv, davon entfielen 33 % auf trockene Witterung und 7,4 % auf Zeiten mit Niederschlag. An trockenen Tagen vokalisieren die Uhus während 44,1 % der Aufnahmesegmente, an regnerischen hingegen nur in 29,9 % der Segmente, ein Rückgang um ein Drittel (Tab. 3; χ^2 , $p < 0,01$). 81,7 % aller Aufnahmesegmente mit erfasster Rufaktivität waren niederschlagsfrei, in 18,3 % der Segmente vokalisieren die Uhus bei Regen.

Tab. 1: Meteorologische Jahresmittelwerte für Freiburg. – *Meteorological annual mean values as measured in Freiburg, 20 km east of the study area. www.climatestotravel.com.*

Wetterdaten Freiburg	Durchschnitt 1991-2020	2021
Mittlere Temperatur [°C]	11,6	10,8
Sonnenstunden	1.810	1.792
Niederschlag [mm]	885	887
Regentage*	125	72

* gemäß Definition des Deutschen Wetterdienstes

Tab. 2: Verteilung von Rufaktivität und Niederschlag über die 1025 ausgewerteten jeweils einstündigen Aufnahmesegmente im Jahr 2021. – *Distribution of vocal activity and rainfall within the 1025 one-hour recording segments in 2021.*

Aufnahmesegmente*	ohne Regen	mit Regen	insgesamt
ohne Rufaktivität** (Anteil, %)	431 (42,0 %)	178 (17,4 %)	609 (59,4 %)
mit Rufaktivität** (Anteil, %)	340 (33,2 %)	76 (7,4 %)	416 (40,6 %)
gesamt (Anteil, %)	771 (75,2 %)	254 (24,8 %)	1025 (100 %)

* gemäß Aufnahmeprogrammierung, Länge jeweils 1 h, ** Männchen und/oder Weibchen

3.5 Vokalisieren Uhus bei Regen anders als in niederschlagsfreien Nächten?

Wir können nicht wissen, wie die Uhus an einem bestimmten Regentag gerufen hätten, wenn kein Niederschlag niedergegangen wäre. Wir wissen aber, wie sie bei Regen gerufen haben, und in der Summierung über viele Regenereignisse und Aufnahmestunden wird erkennbar, ob Uhus bei Regen anders rufen als zu niederschlagsfreien Zeiten. Die manuelle Erfassung liefert Daten über die Anzahl der Vokalisationen für jeden beliebigen Zeitraum (Harms 2024ab, 2025). Damit lassen sich verschiedene Zeitabschnitte und Einflussfaktoren vergleichen. Tab. 3 zeigt die Anzahl der erfassten Lautäußerungen in den Aufnahmesegmenten mit und ohne Niederschlag. Dabei geht es auch um die Frage, ob sich Regen auf die Rufaktivität von Weibchen anders als auswirkt als auf die der Männchen.

Für die 79 Aufnahmetage 2021, die für diese Untersuchung ausgewertet wurden, zeigt sich: 82 % der erfassten Vokalisationen fanden während niederschlagsfreier Zeiten statt, umgekehrt entfiel nahezu ein Fünftel aller registrierten Lautäußerungen auf Zeiten mit Regen. Ein deutlicher Unterschied zeigte sich bei der mittleren Anzahl erfasster Lautäußerungen (beide Geschlechter zusammengefasst): an trockenen Tagen wurden durchschnittlich 671 Vokalisationen registriert, an Tagen mit Niederschlag nur knapp ein Viertel davon (161). Uhus bevorzugen demnach niederschlagsfreie Zeiten bei ihrer Kommunikation, rufen andererseits aber auch bei strömendem Regen, wie aus den spektrografischen Beispielen (Abschnitt 3.3) hervorgeht. In Nächten mit Regen war die Zahl der Lautäußerungen jedoch deutlich reduziert.

Da überlagernde Geräusche schwache Signale stärker maskieren als lautstarke, steht zu erwarten, dass Vokalisationen des Weibchens bei Niederschlag tendenziell weniger gut erfasst werden als die des Männchens.

Darüber gibt die geschlechtsspezifische Auswertung (Tab. 3) Auskunft. Bei beiden Geschlechtern geht die Anzahl Vokalisationen an Ruftagen mit Niederschlag deutlich zurück, beim Männchen um nahezu die Hälfte, beim Weibchen um fast Zweidrittel. Für die mittlere Anzahl Vokalisationen pro Aufnahmesegment ist hingegen beim Männchen kein Unterschied zwischen trockenen und regnerischen Tagen festzustellen; beim Weibchen sehen wir einen Rückgang um fast 20 % (Tab. 3).

Die Anzahl Vokalisationen pro Ruftag ging in regnerischen Nächten zurück, weil die Uhus in weniger Aufnahmesegmenten akustisch aktiv waren als in niederschlagsfreien. Wenn das Männchen im Regen gerufen hat, wurden pro Aufnahmesegment im Mittel nicht weniger Rufe produziert als zu niederschlagsfreien Zeiten. Beim Weibchen ist bei Regen die Zahl der Vokalisationen pro Aufnahmesegment spürbar reduziert (27 gegenüber 33: minus 19 %, Tab. 3). Ob es sich dabei um eine beabsichtigte Einschränkung der Ruf-tätigkeit handelt oder einen Effekt, der auf die erschwerte Erfassung der Vokalisationen wegen Maskierung durch das Regengeräusch zurückgeht, lässt sich nicht klar beantworten.

Die Rufaktivität der Uhus schwankt stark von Tag zu Tag und folgt einem jahreszeitlichen Muster, unabhängig von der Witterung: sie reichte in den Aufnahmesegmenten 2021 von 1 Ruf pro Segment bis ca. 250 beim Männchen und von 1 bis über 200 pro Segment beim Weibchen. Die Schwankungsbreite wird vom stark jahreszeitlich geprägten Verlauf der Rufaktivität bestimmt (Harms 2024ab, 2025). Während der Balzzeit mit Schwerpunkt im Februar erreicht die Rufaktivität ihren Höhepunkt, ihr Minimum im Hochsommer. Wegen der hohen Rufaktivität besteht im Frühjahr eine höhere Wahrscheinlichkeit als im Herbst, dass die Uhus auch bei Regen vokalisieren. Der hormonell gesteuerte

Tab. 3: Verteilung der Rufaktivität (Anzahl erfasster Vokalisationen) von Uhu-Männchen und Weibchen auf Zeiten mit und ohne Regen im Jahr 2021 (79 Aufnahmetage, 1025 Aufnahmestunden). – *Distribution of vocal activity (number of registered vocalisations) of the male and female, respectively, in the presence and absence of rainfall in 2021 (79 recording nights, 1025 recorded one-hour segments).*

	ohne Regen		mit Regen	
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
Anzahl Ruftage	63	62	30	29
Anzahl Aufnahmesegmente mit Rufaktivität (RA)	287	269	70	53
Anzahl Vokalisationen (Anteil, %)	13.972 (50,3 %)	8.825 (31,7 %)	3.571 (12,8 %)	1.430 (5,1 %)
mittlere Anzahl Vokalisationen pro Aufnahmesegment mit RA*	49	33	51	27
mittlere Anzahl Vokalisationen pro Ruftag*	222	142	119	49

* auf nächste ganze Zahl gerundet

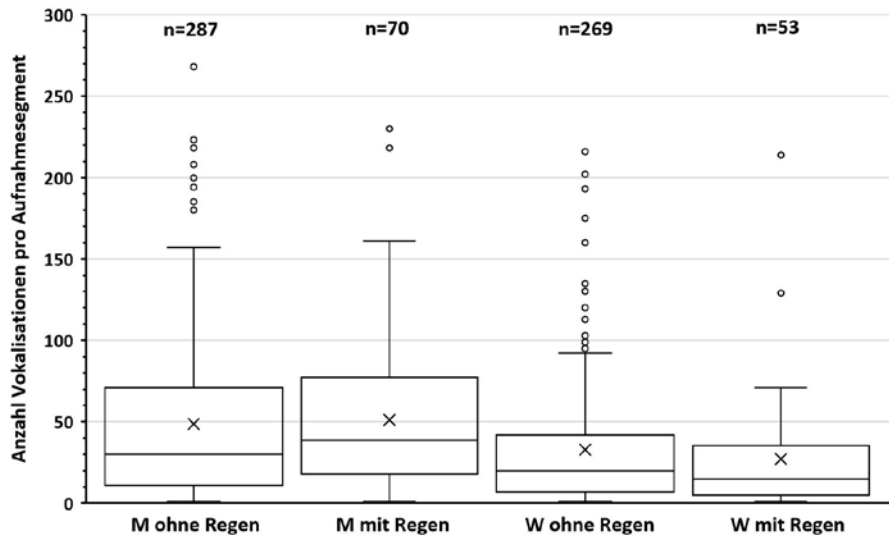


Abb. 9: Anzahl der Vokalisationen pro Aufnahmesegment mit und ohne Regen (Auswertung für 79 Aufnahmetage 2021, 1025 Aufnahmestunden, n = Anzahl der Aufnahmesegmente). – *Number of male and female vocalisations in the presence and absence of rainfall in 2021 (79 recording nights, 1025 recorded one-hour segments).*

jahreszeitliche Verlauf (Schlinger & Brenovitz 2017) bestimmt das Rufverhalten der Uhus weitaus stärker als die Witterung. Abb. 9 zeigt die Verteilung der Anzahl Lautäußerungen pro Aufnahmesegment bei trockener und regnerischer Witterung.

4 Diskussion

Unser Wissen über das akustische und Sozialverhalten von Uhus stützt sich größtenteils auf Schönwetteruntersuchungen aus dem mediterranen Raum (Penteriani 2002; Martinez & Zuberogitia 2002, 2003; Penteriani et al. 2003; Delgado & Penteriani 2007; Penteriani & Delgado 2009, 2019). Unklar ist, ob die Befunde für Mitteleuropa gelten können, wo Schlechtwetterphasen häufiger, länger und besonders in den Herbst-, Winter- und Frühlingsmonaten auftreten, wenn Uhus intensiv akustisch kommunizieren (Harms 2016a, 2020, 2024b, 2025). Regnerisches und windiges Wetter gehört zur Lebenswirklichkeit mitteleuropäischer Uhus, wir brauchen daher ein besseres Verständnis ihres Rufverhaltens bei widriger Witterung.

Langzeit-Tonaufnahmen mithilfe passiver autonomer digitaler Aufzeichnungsgeräte (Autonomous Recording Units; ARUs) eröffnen hierbei neue Bearbeitungsansätze: ARUs arbeiten autonom, nach vorgegebenem Programm, witterungsunabhängig, ausdauernd, in schwierigem Gelände, bei minimaler Präsenz von menschlichen Feldbeobachtern. ARUs konservieren flüchtiges akustisches Geschehen für spätere detaillierte, jederzeit wiederholbare Auswertung. Damit schaffen ARUs die methodischen und technischen Voraussetzungen für den Übergang von punktueller episodischer Feldforschung hin zu kontinuierlichen und Langzeitbeobachtungen. Die Lärmverträglichkeit einiger Eulenarten wurde mithilfe ARU-generierter Tonaufnahmen unter-

sucht, im borealen Nadelwald Nordkanadas (Shonfield & Bayne 2017b) und in der mitteleuropäischen Oberrheinebene (Harms 2024c). Langzeit-Tonaufnahmen lieferten detailreiche Einblicke in den täglichen und jahreszeitlichen Verlauf der Rufaktivität eines Uhu-paares über den kompletten Reproduktionszyklus (Harms 2024b, 2025). ARUs werden gegenwärtig vor allem zur Bestandserfassung und im Monitoring eingesetzt; Anwendungen in der Eulenforschung sind bei Harms (2024b) zusammengestellt.

Meine in der unmittelbaren Brutplatzumgebung generierten Langzeit-Tonaufnahmen in Kombination mit der manuellen Erfassung der Vokalisationen eignen sich vorzüglich, um das Rufverhalten der Uhus bei Schlechtwetter zu untersuchen, da sie deren Lautäußerungen Nacht für Nacht unabhängig von den meteorologischen Bedingungen aufgezeichnet haben. Über weite Teile des Reproduktionszyklus halten sich die Uhus überwiegend in Brutplatznähe auf, die Voraussetzungen für Tonaufnahmen sind dort besonders günstig (Harms 2024abc).

Heranwachsende Jungvögel, die noch von den Eltern versorgt werden, reagieren in ihrem Rufverhalten anscheinend nicht auf widrige Witterung und andere störende Einflüsse, z.B. Verkehr, Gewitter oder Feuerwerk (Harms 2024c). Die Tonaufnahmen zeigen, dass sie ihre Kontaktrufe auch in Gegenwart von heftigem Wind und Starkregen unvermindert fortsetzen. Angesichts ihrer Lebenssituation und ihres Entwicklungsstandes erscheint das sinnvoll und zweckmäßig. Nicht zu rufen, bringt keine erkennbaren Vorteile und ist mit mehr Risiko verbunden. Die Jungen sind darauf angewiesen, an ihrem jeweiligen Aufenthaltsort jederzeit für die Altvögel lokalisierbar zu sein. Das gilt umso mehr, wenn sie sich zum Schutz vor Durchnässung und Auskühlung an einen regengeschützten Ort zurückziehen.

Die adulten Uhus reagieren auf widrige Witterung, die geeignet ist, ihre akustische Kommunikation zu beeinträchtigen, überraschend flexibel und dabei differenzierter als vermutet. Die präsentierten Befunde zeigen: Uhus reduzieren ihre Rufaktivität bei Schlechtwetter, sie lassen sich aber auch von Starkregen und böigem Wind nicht davon abhalten zu kommunizieren. Auf Zeiten mit Niederschlag entfielen insgesamt knapp ein Fünftel aller Vokalisationen im Untersuchungszeitraum 2021. Insgesamt erscheint die Anzahl Lautäußerungen an Regentagen gegenüber niederschlagsfreien Nächten deutlich reduziert. Das beruht vor allem darauf, dass die Anzahl der Rufphasen pro Nacht bei Regen reduziert wird, nicht hingegen die Anzahl der Rufe innerhalb einer Rufphase. Beim Männchen verblieb die Anzahl registrierter Vokalisationen während einer Rufphase an trockenen wie an regnerischen Tagen auf dem gleichen Niveau, beim Weibchen war ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Ungeklärt bleibt dabei, ob es sich um eine vom Vogel beabsichtigte Minderung der Rufaktivität handelt, oder um ein technisches Problem bei der Erfassung der vom Regengeräusch überlagerten Signale. Die i.d.R. leiseren Lautäußerungen des Weibchens werden häufiger von störenden Geräuschen maskiert und können folglich tendenziell weniger gut erfasst werden.

Für Waldkäuze wurde eine stark verminderte Rufaktivität bei Regen berichtet (Lengagne & Slater 2002). Gegenüber Waldkäuzen und auch Singvögeln sind Uhus wegen der tieferen Tonlage ihrer Vokalisationen begünstigt, da niederfrequente weniger stark durch Fremdgeräusche maskiert und in der Schallausbreitung gestört werden. Häufig auftretende Störungen durch Lärm, darunter Verkehrsgereusche, liegen im Frequenzbereich bis 2 kHz und sind damit gerade in dem Bereich am stärksten, in dem adulte Uhus vokalisieren (Abb. 3). Für die Kommunikation zwischen den Geschlechtspartnern dürfte die eingeschränkte Schallausbreitung und gestörte Wahrnehmbarkeit bei Regen und Wind kaum negative Auswirkungen haben: Vokalisationen im Duett und zur Paarkoordinierung während der Balz finden auf kurze Distanz statt und sind daher von störenden Einflüssen weniger betroffen als Territorialrufe mit beabsichtigter Fernwirkung. Weniger Vokalisationen bedeuten verminderte Revierabgrenzung gegenüber konkurrierenden Artgenossen, bergen also ein gewisses Risiko. Bei der vergleichsweise moderaten Populationsdichte von <10 Paaren pro 100 km² in der Region erscheint der Konkurrenzdruck überschaubar (und war auch in den Tonaufnahmen nicht auffällig). Das Risiko zeitweilig reduzierter Reviermarkierung sollte nicht allzu schwer wiegen. Uhus vokalisieren ausgiebig und in hohem Maße redundant (Harms 2024bc, 2025), wie das auch für die meisten Singvogelarten typisch ist (Price 2013). Zudem zeigte sich in den Tonaufnahmen eine beachtliche Schwankungsbreite bei der Rufaktivität von einer Nacht zur anderen. Wenn die Uhus ihre Rufaktivität infolge Regen oder Wind einschränken,

geschieht dies im Rahmen der Schwankungsbreite und stellt vermutlich kein gravierendes zusätzliches Risiko dar, was die Außenwirkung auf Artgenossen angeht. Die zeitweilige Rufabstinenz bei Regen und Wind wird allenfalls durch vermehrte Aktivität bei günstigeren Wetterverhältnissen kompensiert.

Die Rufaktivität von Uhus wird stark von der Populationsdichte am Ort beeinflusst (Penteriani et al. 2002). Es würde kaum überraschen, wenn Uhus in Regionen mit höherer Populationsdichte auf Schlechtwetter weniger stark reagieren als hier beschrieben. Der breitere Einsatz von ARUs kann zur Klärung solcher Fragen beitragen.

In der Gesamtbewertung vermitteln die Langzeit-Tonaufnahmen für das untersuchte Uhu-paar das Bild eines gut angepassten pragmatischen Verhaltens hinsichtlich ihrer Rufaktivität bei Schlechtwetter. Zusammen mit früheren Berichten (Harms 2024abc, 2025) erwiesen sich Langzeit-Tonaufnahmen in dieser Untersuchung als wertvolles Hilfsmittel bei der Erforschung der akustischen Kommunikation von Uhus.

5 Zusammenfassung

Regen und Wind beeinträchtigen die Übertragung akustischer Signale, aber nur wenige Untersuchungen befassen sich mit der Gesangs- bzw. Rufaktivität von Vögeln unter Schlechtwetterbedingungen. Anhand von Langzeit-Tonaufnahmen habe ich in einem Brutrevier am Kaiserstuhl (Oberrheinebene) über den gesamten Reproduktionszyklus 2021 untersucht, wie sich Regen und Wind auf die Rufaktivität von Uhus *Bubo bubo* auswirken. Dazu wurden alle erkennbaren Lautäußerungen während 1025 Aufnahmestunden manuell erfasst, d. h. ohne Zuhilfenahme automatisierter Signalerkennung. Für jeden Monat wurden mindestens sechs Nächte komplett untersucht, insgesamt 79. Heranwachsende Jungvögel setzten ihre Kontaktrufe unvermindert auch bei Starkregen und böigem Wind fort, ebenso in Gegenwart von Verkehrsgereuschen, Gewitter und Feuerwerk. Die adulten Uhus zeigten eine verminderte Rufaktivität bei Schlechtwetter, waren aber auch in strömendem Regen und kräftigem Wind akustisch aktiv. Reduziert wurde die Anzahl der Rufphasen, die Anzahl der Rufe pro Rufphase blieb nahezu unverändert gegenüber niederschlagsfreien Nächten. Etwa ein Fünftel aller erfassten Lautäußerungen entfiel auf Zeiten mit Niederschlag. Die Langzeit-Tonaufnahmen erwiesen sich als ergiebige Quelle neuer Einblicke in die akustische Kommunikation von Uhus.

6 Literatur

- Brumm H & Slabbekoorn H 2005: Acoustic communication in noise. *Adv. Stud. Behav.* 35: 151–209.
- Brumm H & Zollinger SA 2013: Avian vocal production in noise. In: Brumm H (Hrsg): *Animal Communication and Noise*: 187–227. Springer, Berlin. DOI 10.1007/978-3-642-41494-7_7.
- Delgado MM & Penteriani V 2007: Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls (*Bubo bubo*). *J. Zool.* 271: 3–10.

- Endler JA 1993: Some general comments on the evolution and design of animal communication systems. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 340: 215–225.
- Gibb R, Browning E, Glover-Kapfer P & Jones KE 2018: Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods Ecol. Evol.* 10: 169–185.
- Harms C 2016a: Das Rufverhalten des Uhus *Bubo bubo* – I. Haupt- und Herbstbalz im Vergleich. *Eulen-Rundblick* 66: 54–67.
- Harms C 2016b: Das Rufverhalten des Uhus *Bubo bubo* – II. Über den Einfluss von Witterung und Mondphase. *Eulen-Rundblick* 66: 67–72.
- Harms C 2017a: Rufen Uhus *Bubo bubo* wirklich häufiger bei Vollmond? *Eulen-Rundblick* 67: 64–72.
- Harms C 2020: Zur Rufaktivität des Uhus *Bubo bubo* unter mitteleuropäischen Bedingungen – Lehren aus 1101 Verhörungen 2014–2018 im Raum Freiburg, Baden-Württemberg. *Ornithol. Beob.* 117: 198–219.
- Harms C 2024a: Zur Methodik und Praxis digitaler akustischer Freilandaufnahmen am Beispiel des Uhus *Bubo bubo* – ein Erfahrungsbericht. *Eulen-Rundblick* 74: 40–51.
- Harms C 2024b: Mehr als „u-huu“ – Kontinuierliche Langzeit-Tonaufnahmen geben Aufschluss über die jahreszeitliche und tägliche Rufaktivität der Uhus *Bubo bubo* in einem Brutrevier in Südbaden über den gesamten Jahresverlauf. *Acta ornithoecologica* 10: 105–129.
- Harms C 2024c: Wie reagieren Uhus *Bubo bubo* auf Lärm? *Ornithol. Mitt.* 75: 25–38.
- Harms C 2025: Überhört, unbeachtet, unterschätzt – Über die tägliche und jahreszeitliche Rufaktivität eines Uhu-Weibchens *Bubo bubo* im gesamten Jahresverlauf. *Ornithol. Beob.* 122: 44–61.
- Harms C & Lühl R 2015: Anmerkungen zur Herbstbalz des Uhus im Raum Freiburg. In: Rau F, Lühl R & Becht J (Hrsg) 50 Jahre Schutz von Fels und Falken: 215–225. *Ornithol. Jh. Bad.-Württ.* 31 (Sonderband).
- La VT 2011: Diurnal and nocturnal birds vocalize at night: a review. *Condor* 114: 245–257.
- Lengagne T & Slater PJB 2002: The effects of rain on acoustic communication: Tawny Owls have good reason for calling less in wet weather. *Proc. R. Soc. B* 269: 2121–2125.
- Luther D & Gentry K 2013: Sources of background noise and their influence on vertebrate acoustic communication. *Behaviour* 150: 1045–1068.
- Martinez JA & Zuberogoitia I 2002: Factors affecting the vocal behaviour of Eagle Owls *Bubo bubo*: Effects of sex and territorial status. *Ardeola* 49: 1–9.
- Martinez JA & Zuberogoitia I 2003: Factors affecting the vocal behaviour of Eagle Owls *Bubo bubo*: Effects of season, density and territory quality. *Ardeola* 50: 255–258.
- Morton ES 1975: Ecological sources of selection on avian sounds. *Am. Naturalist* 109: 17–34.
- Penteriani V 2002: Variation in the function of Eagle Owl vocal behaviour: territorial defence and intra-pair communication? *Ethol. Ecol. Evol.* 14: 275–281.
- Penteriani V & Delgado MM 2009: The dusk chorus from an owl perspective: Eagle Owls vocalize when their white throat badge contrasts most. *PLoS ONE* 4: e4960.
- Penteriani V & Delgado MM 2019: The Eagle Owl. Poyser, London.
- Penteriani V, Gallardo M & Cazassus H 2002: Conspecific density biases passive auditory surveys. *J. Field Ornithol.* 73: 387–391.
- Price JJ 2013: Why is birdsong so repetitive? Signal detection and the evolution of avian singing modes. *Behaviour* 150: 995–1013.
- Redpath SM 1994: Censusing Tawny Owls *Strix aluco* by the use of imitation calls. *Bird Study* 41: 192–198.
- Schlinger BA, Brenowitz EA 2017: Neural and hormonal control of birdsong. In: Pfaff DW, Joëls M (Hrsg.) *Hormones, Brain, and Behavior*, 3rd Ed., Vol. 2: 255–290. Academic Press, Oxford.
- Ševčík R, Riegert J, Šindelař J & Zarybnicka M 2019: Vocal activity of the central European Boreal Owl population in relation to varying environmental conditions. *Ornis Fennica* 96: 1–12.
- Shonfield J & Bayne EM 2017a: Autonomous recording units in avian ecological research: current use and future applications. *Avian Cons. Ecol.* 12: 14. <https://doi.org/10.5751/ACE-00974-120114>.
- Shonfield J & Bayne EM 2017b: The effect of industrial noise on owl occupancy in the boreal forest at multiple spatial scales. *Avian Cons. Ecol.* 12: 13. <https://doi.org/10.5751/ACE-01042-120213>.
- Wiley RH 2006: Signal detection and animal communication. *Adv. Study Behav.* 36: 217–247.
- Wiley RH & Richards DG 1978: Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: Implications for the evolution of animal vocalizations. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 3: 69–94.

Hohe Sensitivität automatisierter Detektion von Seevögeln auf See auf digitalen Luftbildaufnahmen

Tim Schmoll, Guruprasad Hegde, Monika Dorsch & Georg Nehls

Schmoll T, Hegde G, Dorsch M & Nehls G 2025: High sensitivity of automated detection of seabirds at sea on digital aerial survey footage. *Vogelwarte* 63: 191–215.

The reliable estimation of the abundance of seabirds at sea is an important basis for conservation and environmental impact assessments. The use of artificial intelligence (AI) for automated processing of digital aerial images promises a faster, more cost-effective, and better reproducible analysis compared to manual processing. It is unclear, however, whether an AI-supported workflow can achieve comparable quality to that of specifically trained observers, a prerequisite for establishing it as a standard in maritime environmental planning.

Here we describe the architecture, training, and testing of the object detection model HiDeFIND 1.0, a convolutional neural network with more than 400 layers and more than 86 million parameters. HiDeFIND was trained on more than 138,000 annotated still images of birds and marine mammals from digital aerial video footage and then confronted with images of an independent test image set featuring more than 111,000 verified biological objects. Objects of both sets had previously been detected and identified at the species or species group level by trained observers.

Although the test image set with more than 120 species/species groups had nearly twice as many taxa as the training image set, HiDeFIND found 96.5% of the manually detected objects overall. Accounting for the test data set's hierarchical dependency structure in a mixed effects model analysis, it achieved a high mean sensitivity („recall“ in machine learning) of >99%. This included the detection of many key species of maritime environmental planning such as Red-throated Diver *Gavia stellata*, Common Guillemot *Uria aalge* and Black-legged Kittiwake *Rissa tridactyla*, as well as Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* among marine mammals (all with >99% mean sensitivity). The achieved sensitivity was independent of the seasons and largely independent of detection-relevant environmental variation.

The overall high sensitivity came with a high rate of false positive detections, especially under glare. As a consequence, manual removal of false positive detections is required. Currently this reduces the efficiency of an AI-supported workflow and thus time savings, albeit not the high sensitivity of HiDeFIND. Further development of HiDeFIND will specifically focus on reducing the rate of false positive detections without meaningfully sacrificing sensitivity.

For the analysis of offshore digital aerial survey footage in environmental planning, monitoring and research, the use of HiDeFIND represents a forward-looking alternative to exclusively manual object detection. HiDeFIND operates here as part of an integrated „human-in-the-loop“ work process, in which automated initial detection is flanked by manual supervision.

✉ TS: BioConsult SH GmbH & Co. KG, AG Fernerkundung, Schobüller Str. 36, 25813 Husum.

E-Mail: t.schmoll@bioconsult-sh.de. ORCID: 0000-0003-3234-7335

MD: BioConsult SH GmbH & Co. KG, AG Fernerkundung, Schobüller Str. 36, 25813 Husum.

E-Mail: m.dorsch@bioconsult-sh.de

GH: BioConsult SH GmbH & Co. KG, AG Fernerkundung, Schobüller Str. 36, 25813 Husum.

E-Mail: g.hegde@bioconsult-sh.de

GN: BioConsult SH GmbH & Co. KG, Schobüller Str. 36, 25813 Husum.

E-Mail: g.nehls@bioconsult-sh.de. ORCID: 0009-0000-6424-1989

1 Einleitung

Die verlässliche Erfassung von Seevögeln auf See ist von großer Bedeutung für die maritime Raum- und Umweltplanung sowie für die Bewertung der Bestandsdynamik von Seevögeln im Rahmen von nationalen und internationalen Monitoring-Programmen. Seit der Jahrtausendwende sind flugzeug-gestützte Erfassungen und seit mehr als zehn Jahren digitale Transekt-Erfassungsflüge (Buckland et al. 2012) in vielen Ländern der Standard für Seevogel- und Meeressäugererfassungen. In Deutschland ist dies im "Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt StUK 4" festgelegt (BSH 2013). Eine

bewährte Methode ist die digitale HiDef-Videoerfassung (Weiß et al. 2016, Żydelis et al. 2019), die international seit über zehn Jahren bei mehr als 3000 Erfassungsflügen zum Einsatz gekommen ist (Dorsch et al. 2024).

Künstliche Intelligenz (KI) in Form von maschinellem Lernen und insbesondere von „Deep Learning“ hat in den meisten Bereichen der Biologie jüngst sehr stark an Bedeutung gewonnen (Übersicht in Greener et al. 2022). Dies gilt auch für die Ökologie im Allgemeinen (Übersichten in Borowiec et al. 2022, Ditria et al. 2022) und das Monitoring von Tierbeständen im

Besonderen (Übersichten in Tuia et al. 2022, Nakagawa et al. 2023, Xu et al. 2024). In Bezug auf Letzteres hat sich automatisierte Bilderkennung sowohl in terrestrischen (z. B. Tabak et al. 2019) als auch in aquatischen Umwelten (z. B. Li et al. 2023) als sehr nützlich erwiesen. Maschinelles Lernen wurde zum Beispiel erfolgreich eingesetzt, um Quallenblüten zu erfassen (McIlwaine & Rivas Casado 2021), und um die Abundanz von Landsäugetieren (Torney et al. 2019, Lenzi et al. 2023) oder die Abundanz von (brütenden) Wasservögeln und Seevögeln auf Drohnenaufnahmen abzuschätzen (Dujon et al. 2021, Kellenberger et al. 2021, Marchowski 2021). Darüber hinaus unterstützte maschinelles Lernen z. B. auch die Schätzung von Wal- und Delfinbeständen auf flugzeuggestützten Luftbildern (Boulent et al. 2023), auf Satellitenbildern (Borowicz et al. 2019, Guirado et al. 2019) oder mittels akustischer Erfassung unter Wasser (Frainer et al. 2023).

Während maschinelles Lernen in Kombination mit Drohnen oder Satelliten bereits erfolgreich in ganz unterschiedlichen Kontexten eingesetzt wurde, gibt es bislang kaum veröffentlichte Arbeiten zur Anwendung von maschinellem Lernen auf flugzeuggestützte Bestandserfassungen von Seevögeln auf See. Eine Studie von Kuru et al. (2023) beschreibt eine Methode zur automatisierten Erkennung von Basstölpeln *Morus bassanus* auf Luftbildaufnahmen. Dieser Ansatz basierte allerdings nicht auf den jüngsten Techniken des „Deep Learning“. Darüber hinaus beschreiben Ke et al. (2024) ein „Deep Learning“-Detektionsmodell im Rahmen eines vollautomatisierten Arbeitsprozesses, der in der Zukunft Bestandsschätzungen von Seevögeln auf See während des Fluges und nahezu in Echtzeit erlauben soll.

Angesichts der Erfolgsbilanz maschinellen Lernens zur Bestandsschätzung von Tieren ist eine Anwendung auf die Detektion von Vögeln und Meeressäugern auf HiDef-Videomaterial vielversprechend. Mindestens vier Vorteile im Vergleich zur manuellen Objektdetektion sind denkbar. Erstens ist zu erwarten, dass die automatisierte Objekterkennung schneller als der manuelle Prozess ist. Ergebnisse könnten dann zeitnaher z. B. in Planungsentscheidungen einfließen. Zweitens könnte eine daraus resultierende höhere Kosteneffektivität eine zeitlich wie räumlich engmaschigere Erfassung der Meeresumwelt durch häufigere und/oder ausgedehntere Erhebungen erlauben. Drittens ist zu erwarten, dass die Ergebnisse automatisierter Objekterkennung besser reproduzierbar sind als die Ergebnisse manueller Objekterkennung, was z. B. die Transparenz daraus abgeleiteter Planungsentscheidungen erhöhen würde. Eine automatisierte Objekterkennung bietet viertens auch das Potenzial, die Qualität von Bestandsschätzungen von Seevögeln auf See und Meeressäugern zu steigern. Das Zusammenspiel von einerseits ausgeprägter biologischer Variation (z. B. Arten, Geschlechtsdimorphismen, Altersklassen, Verhaltensweisen, Körperhaltungen) und andererseits ausgeprägter Umweltvariation (z. B. Lichtverhältnisse, Seegang,

Luft- und Wassertrübung) macht die zuverlässige automatisierte Objekterkennung in digitalen Luftaufnahmen allerdings zu einer Herausforderung (Miao et al. 2023, Xu et al. 2024). Ob ein KI-unterstützter Ansatz geschulter Beobachter:innen ebenbürtig oder womöglich überlegen ist, erfordert daher eine Evaluation der Leistung jedes einzelnen Objekterkennungs-Modells. Solange Aufsichtsbehörden keinen Nachweis für das Versprechen hoher Ergebnisqualität verlangen und keine allgemeinen Qualitätsstandards für den Einsatz von KI bei Bestandsschätzungen mittels Fernerkundung etabliert sind (Converse et al. 2024), besteht sonst das Risiko, Planungsentscheidungen oder Bewertungen von Bestandsdynamiken auf unzuverlässiger Datengrundlage zu treffen.

In diesem Beitrag beschreiben wir zunächst das von uns entwickelte Objekterkennungsmodell HiDeFIND, ein auf „Deep Learning“ basierendes künstliches neuronales Netzwerk zur Detektion von Seevögeln und Meeressäugern auf digitalem HiDef-Videomaterial. Wir dokumentieren Architektur, Training und Testen des Modells sowie die umfangreichen HiDef-Bildsätze, die zum Trainieren und Testen von HiDeFIND verwendet wurden. Anschließend analysieren wir die Modellleistung im Detail und untersuchen ihre Abhängigkeit z. B. von Artzugehörigkeit, Jahreszeit und detektionsrelevanten Umweltbedingungen. Wir zeigen, dass HiDeFIND Vögel auf See sowie Meeressäuger ganzjährig und unter einer Vielzahl detektionsrelevanter Umweltbedingungen fast genauso gut detektiert wie geschulte Beobachter:innen und diskutieren die Eignung des Systems für den Einsatz in der maritimen Raum- und Umweltplanung und im Seevogel-Monitoring.

2 Material und Methoden

Die Entwicklung des Objekterkennungsmodells HiDeFIND (Version 1.0) basierte auf digitalen Videoaufnahmen, die mit der HiDef-Methode gewonnen wurden. Objekterkennungen des etablierten, manuellen Arbeitsprozesses stellten dabei den Maßstab dar, mit dem wir die Leistung von HiDeFIND verglichen haben. Demnach repräsentierten diese von menschlichen Beobachter:innen erzielten Objekterkennungen die sogenannte „ground truth“ und nicht etwa die tatsächliche Anzahl potenziell detektierbarer Objekte, die nur im Feldvergleich ermittelt werden könnte. Wir beschreiben daher zunächst knapp den HiDef-Standard-Arbeitsprozess (für Details siehe Weiß et al. 2016, Żydelis et al. 2019). Anschließend dokumentieren wir Architektur, Training und Testen von HiDeFIND selbst.

2.1 Der HiDef-Standard-Arbeitsprozess

2.1.1 Datenerhebung

Für die digitalen Erfassungsflüge waren zweimotorige Hochdecker-Propellerflugzeuge (z. B. Vulcanair P 68) in einer Flughöhe von ca. 500 m im Einsatz. Die Flugzeuge waren mit Sensoren-Systemen ausgestattet, die aus vier hochauflösenden digitalen Videokameras bestanden (Abbildung 1a). An der Meeresoberfläche erreichten diese eine mittlere Bodenauflösung („ground sampling distance“) von ca. 2 cm bei einer

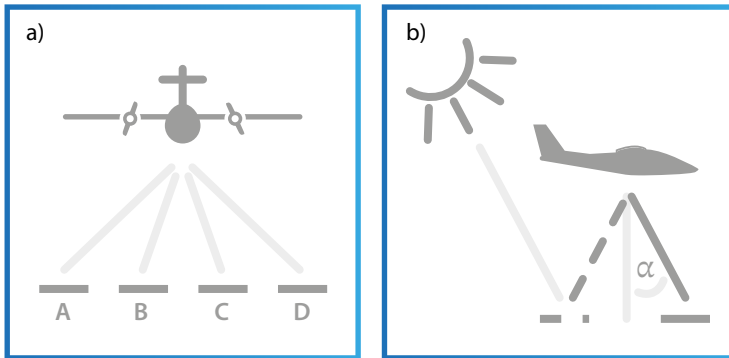


Abb. 1: Schematische Darstellung des HiDef-Sensoren-Systems in a) Frontalansicht und b) Seitenansicht. – *Schematic depiction of the HiDef sensor system in a) frontal view and b) lateral view.*

Bildrate von sieben Bildern pro Sekunde. Aufgrund einer etwas größeren Distanz zwischen Objektiv und Meeresoberfläche hatten die inneren im Vergleich zu den äußeren Kameras eine geringfügig höhere Bodenauflösung. Das Sensoren-System war dabei nicht starr lotrecht zur Meeresoberfläche ausgerichtet, sondern war je nach Kurs und Sonnenstand um 30° in oder gegen die Flugrichtung schwenkbar (Abbildung 1b). Dies diente der Vermeidung störender Sonnenreflexion auf der Meeresoberfläche, die Erkennung und Bestimmung von Zielobjekten erschweren kann. Die äußeren Sensoren A und D deckten einen Streifen von jeweils 143 m ab, die inneren Sensoren B und C einen Streifen von jeweils 129 m Breite. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurde zwischen den Streifen ein Abstand von ca. 20 m gehalten. Daraus ergab sich eine effektive Schwadbreite von 544 m, verteilt auf eine Gesamtstreifenbreite von ca. 604 m.

Die Flugzeuge flogen mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 220 km/h (120 Knoten). Ein GPS-Gerät zeichnete die Position im Sekundentakt auf, was die Georeferenzierung der erfassten Objekte ermöglichte. Die gesammelten Daten wurden zur späteren Analyse auf mobilen Festplatten gespeichert.

2.1.2 Datenauswertung

Die Videodateien wurden mit der Bilderfassungs- und Bildverwaltungsoftware StreamPix (NorPix, Montreal, Kanada) weiterverarbeitet und die von einer Kamera aufgezeichneten Dateien zur leichteren Bearbeitung längsmittig geteilt. Die vier Kameras beherbergen somit insgesamt acht virtuelle Kameras, die acht Videosequenzen pro Transekt liefern. Für die Datenauswertung wurden in einem ersten Schritt Standbilder von geschulten Mitarbeitenden begutachtet, und alle erkannten Objekte wurden in StreamPix digital punktmakiert sowie für die spätere Objektbestimmung vorklassifiziert (z. B. Verdacht auf Vogel, Säugetier, Tier oder menschengemachtes Objekt). Videosequenzen oder deren Teile, die aufgrund zu starker Sonnenreflexion oder Wolken nicht verlässlich ausgewertet werden konnten, wurden markiert und in nachfolgende Auswertungsschritte nicht einbezogen (in zukünftigen Arbeitsprozessen wird zunächst eine Analyse der Erfassungsbedingungen erfolgen, bevor gesichert auswertbare Teile des Videomaterials der KI-unterstützten Objekterkennung zugewiesen werden). Um eine gleichbleibend hohe Qualität zu gewährleisten, wurde ein zufällig ausgewählter Anteil von

20 % des Videomaterials unabhängig von zwei Beobachter:innen bearbeitet (ohne Kenntnis der Ergebnisse der anderen). Erfasst wurden überdies die detektionsrelevanten Umweltbedingungen Sonnenreflexion, Seegang sowie Luft- und Wassertrübung (siehe Anhang 1). Für Seegang, Luft- und Wassertrübung galt die Annahme, dass diese im Moment der Aufnahme identisch waren für den gesamten von den vier Kameras abgedeckten Erfassungstreifen und somit auch für die durch Zweiteilung resultierenden acht Videosequenzen eines jeden Transekts. Diese Umweltbedingungen wurden daher einzelnbildscharf auf nur einer einzigen Videosequenz pro Transekt bewertet. Die Sonnenreflexion kann jedoch in Abhängigkeit von Sonnenstand und Kurs auch zwischen Videosequenzen eines Transekts variieren. Sie wurde daher einzelnbildscharf für jede der acht Videosequenzen eines jeden Transekts bewertet.

In einem zweiten Schritt wurden markierte Objekte von erfahrenen, ornithologisch und in der Meeressäuger-Bestimmung versierten Mitarbeitenden auf der genauesten möglichen taxonomischen Ebene bestimmt, in der Regel auf Artenebene. War dies etwa aufgrund der Verwechslungsgefahr sehr ähnlicher Arten (z. B. Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* und Küstenseeschwalbe *S. paradisaea*) nicht möglich, wurden diese Objekte Gruppen ähnlicher Arten zugeordnet (z. B. Artengruppe Fluss-/Küstenseeschwalbe). Zusätzlich wurden, falls möglich, Geschlecht und Alter sowie das Verhalten (z. B. schwimmend oder fliegend), Assoziation (z. B. mit Individuen eigener oder anderer Arten) und gegebenenfalls die Flugrichtung erfasst. Desweiteren wurden zur Qualitätskontrolle 20 % der markierten Objekte unabhängig von einer zweiten Person bestimmt (ohne Kenntnis der Ergebnisse der anderen). Eventuelle Diskrepanzen zwischen dem ersten und dem zweiten Identifizierungsprozess wurden von einer dritten Person erneut geprüft und bei Bedarf korrigiert. Nur wenn eine Übereinstimmung von mindestens 90 % zwischen den beiden Identifizierungsprozessen bestand, wurden die Daten zur weiteren Analyse freigegeben. Falls die Übereinstimmung weniger als 90 % betrug, wurden systematische Fehler wie z. B. gehäufte Probleme innerhalb bestimmter Artengruppen diskutiert und alle Objekte auf dem betroffenen Filmmaterial erneut bestimmt.

2.2 Entwicklung eines neuronalen Netzwerks für die Objekterkennung: HiDeFIND

Die Entwicklung eines künstlichen neuronalen Netzwerkmodells für die HiDef-Objekterkennung umfasste die folgenden fünf hauptsächlichen Schritte:

1. **Basismodell:** Auswahl eines Basismodells, dessen Architektur unseren spezifischen Anforderungen am besten entsprach.
2. **Datenannotation:** Auswahl und Annotation eines möglichst umfangreichen und mannigfaltigen Trainingsbildsatzes.
3. **Training:** Im Trainingsprozess haben wir das Modell verschiedenen Hyperparameter-Einstellungen ausgesetzt und es dadurch in einem rekursiven Prozess mit den annotierten Trainingsbildern trainiert und optimiert.

4. **Validierung:** Anschließend prüfen wir das Modell an einem kleinen Validierungsbildsatz und bewerteten über den Trainingsprozess hinweg wiederholt seine aktuelle Leistung.
5. **Testen:** Zum Schluss führten wir einen umfangreichen Leistungstest durch, bei dem ein unabhängiger, großer, heterogener Testbildsatz Verwendung fand.

2.2.1 Auswahl und Spezifikation eines Modells

Nach Abwägung unterschiedlicher grundsätzlich geeigneter Modellarchitekturen wählten wir als Basismodell einen einstufigen Objekterkennungsalgorithmus aus der You Only Look Once-Familie (YOLO), die weitverbreitet Anwendung auf Probleme des Computersehens findet. Ergänzt um benutzerdefinierte Netzwerk-Schichten, besteht das resultierende künstliche neuronale Netzwerk HiDeFIND (ein „Convolutional Neural Network, CNN“) aus mehr als 400 Schichten und mehr als 86 Millionen Parametern. Die Eingabeschicht verarbeitet Digitalfotos als Vektor der RGB-Werte aller ihrer Pixel und die Ausgabeschicht liefert von HiDeFIND generierte Bounding Boxen, die mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit Zielobjekte beinhalten. HiDeFIND nimmt dabei eine Klassifikation nur entlang einer einzigen Kategorie vor (semantisiert): „Ist biologisches Objekt? Ja/Nein“. Das Hauptziel der Entwicklung bestand darin, eine Erfassungsgenauigkeit zu erzielen, die mindestens so gut wie die des etablierten manuellen Prozesses ist, um höchste Standards bei der Ergebnisqualität zu gewährleisten. Daher wurde HiDeFIND so konfiguriert, dass es im Zweifelsfall visuelle Muster als Objekt von Interesse markiert, anstatt sie zu verwerfen, also grundsätzlich der Sensitivität („recall“ im maschinellen Lernen) zu Lasten der Präzision Priorität einräumt (s. 2.2.5.3).

2.2.2 Objektverfolgung über Standbilder

HiDef-Videomaterial produziert zeitlich orientierte, räumlich überlappende Sequenzen von Einzelbildern. Jedes Objekt auf HiDef-Videomaterial erscheint daher in der Regel auf mehr als einem Standbild (je nach Position im Probestreifen und der Flughöhe bei Vögeln auf bis zu acht Standbildern). Dementsprechend wird von HiDeFIND jedes Objekt in der Regel auch mehr als einmal angesprochen (dies gilt insbesondere für richtig positive Detektionen). Um unerwünschte Mehrfach-Detektionen desselben biologischen Objekts kontrollieren und automatisiert herausfiltern zu können, haben wir daher einen Hilfsalgorithmus zur Objektverfolgung entwickelt, der auf dem Kuhn-Munkres-Algorithmus basiert („Hungarian matching algorithm“, Kuhn 1955). Dies stellte sicher, dass die Detektion(en) eines nachverfolgten biologischen Objekts nur auf einem einzigen Standbild als richtig positiv gewertet wurden (auf dem Standbild, auf dem menschliche Beobachter:innen das Objekt markiert hatten). Weitere Detektionen desselben nachverfolgten biologischen Objekts auf anderen Standbildern wurden dagegen als falsch positive Detektionen gewertet (siehe 2.2.5.2).

2.2.3 Herkunft des Bildmaterials

Für die Erstellung des Trainings- und des Testbildsatzes haben wir auf das gemeinsame Archiv digitalen HiDef-Videomaterials der Firmen BioConsult SH GmbH & Co KG (Husum, Deutschland, <https://www.bioconsult-sh.de>), HiDef Aerial Surveying Ltd. (Workington, Vereinigtes König-

reich, <https://www.hidefsurveying.co.uk>) und Biotope (Mèze, Frankreich, <https://www.biotope.fr>) zurückgegriffen. Eine detaillierte Charakterisierung der genutzten Bildsätze erfolgt unten.

2.2.4 Training

2.2.4.1 Annotation des Trainingsbildsatzes

Entscheidend für das erfolgreiche Training eines Objekterkennungsmodells ist die Verfügbarkeit eines großen und hinreichend diversen Trainingsbildsatzes, der geeignete Bilder samt Annotation der enthaltenen Trainingsobjekte in Form von Bounding Boxen umfasst. Im genutzten Archivmaterial hatten Beobachter:innen die von ihnen entdeckten Objekte verortet, indem sie eine digitale Punktmarkierung im Objektzentrum angebracht hatten. Um die vorhandenen digitalen Punktmarkierungen nachnutzen zu können, haben wir ein maßgeschneidertes Digitalwerkzeug entwickelt, mit dessen Hilfe Benutzer:innen vorhandene Punktmarkierungen auf HiDef-Material importieren und als Grundlage für eine manuelle Annotation mit Bounding Boxen verwenden konnten.

2.2.4.2 Trainingsprozess

Zum Training verarbeitete das Modell die annotierten Trainingsbilder während Dutzender sogenannter Epochen. In jeder dieser Epochen wurde das Modell mit dem gesamten Trainingsmaterial konfrontiert und seine Vorhersagen durch modell-generierte Bounding Boxen repräsentiert. Deren Mittelpunktswerte sowie ihre Höhe und Breite wurden genutzt, um im Gradientenverfahren iterativ Diskrepanzen zwischen der tatsächlichen Verortung der Objekte (hinterlegt als manuell gesetzte Bounding Boxen im Trainingsmaterial) und der vom Modell vorhergesagten Verortung (als Bounding Boxen der Modellausgabe) durch eine systematische Anpassung der Modell-Parameter zu minimieren. Je Epoche haben wir den Lernfortschritt des Modells mit einem Validierungsbildsatz (knapp 35 000 Standbilder) nachverfolgt, der keine Überlappung mit dem Trainingsbildsatz (gut 138 000 Standbilder, siehe 2.2.4.3) oder dem Testbildsatz (gut 111 000 Standbilder, siehe 2.2.5.1) aufwies.

2.2.4.3 Trainingsbildsatz

Wir trainierten das Modell mit 138 681 annotierten Objekten aus 21 Erfassungsflügen zu unterschiedlichen Jahreszeiten in vier Projektgebieten in zwei Meeresgebieten (Nordsee, Ostsee) (Abbildung 2a, Anhang 2). Im Trainingsbildsatz können Individuen mit mehr als einem Bild repräsentiert sein, da auf HiDef-Videomaterial dieselben Objekte in der Regel auf mehreren aufeinanderfolgenden Standbildern erfasst wurden (siehe 2.2.2), oft in unterschiedlicher Exposition oder Flügelhaltung, was dem Training förderlich war (im Testbildsatz entsprach die Anzahl der manuell detektierten Objekte der Anzahl manuell detektierter Individuen). Der Trainingsbildsatz enthielt 66 Arten/Artengruppen, darunter 57 Vogeltaxa (siehe Anhang 2 für Details). Trottellummen *Uria aalge* und Tordalken *Alca torda* machten zusammen mit der Artengruppe Trottellumme/Tordalk 31 % der Gesamtzahl der Objekte aus. Schweinswale *Phocoena phocoena* repräsentierten 85 % der Meeressäugerobjekte. Abbildung 3a zeigt die Häufigkeit der 50 häufigsten Taxa im Trainingsbildsatz.



Abb.2: Erfassungsflüge nach Jahreszeit für a) Trainingsbildsatz und b) Testbildsatz (Jahreszeiten meteorologisch). Kompartimente visualisieren Anteil unterschiedlicher Projektgebiete. – *Aerial surveys by season for a) training image set and b) test image set (seasons meteorological). Stacks visualize contributions of different project sites.*

2.2.5 Evaluierung der Modelleistung

Wir bewerteten die Leistung von HiDeFIND anhand eines Testbildsatzes, der keine Überlappung mit dem Trainingsbildsatz oder dem Validierungsbildsatz aufwies.

2.2.5.1 Testbildsatz

Für den Testbildsatz wählten wir Erfassungsflüge aus, die unterschiedliche Artenzusammensetzungen und ein Spektrum an detektionsrelevanter Umweltvariation umfassten, so dass wir das Modell unter einer Vielzahl realistischer Bedingungen testen konnten. Der Testbildsatz umfasste 111.666 verifizierte biologische Objekte aus 13 Erfassungsflügen zu unterschiedlichen Jahreszeiten in sechs Projektgebieten in drei unterschiedlichen Meeresgebieten (Nordsee, Ostsee, Englischer Kanal) (Abbildung 2b, Anhang 2). Der Testbildsatz enthielt 124 Arten/Artengruppen, darunter 109 Vogeltaxa (siehe Anhang 2 für Details). Eiderenten *Somateria mollissima* und Trauerenten *Melanitta nigra* waren am häufigsten und machten 23 % beziehungsweise 22 % der Gesamtzahl aller Objekte aus, Schweinswale 58 % der Meeressäugetierte. Abbildung 3b zeigt die Häufigkeit der 50 häufigsten Taxa im Testbildsatz. Die Objekte waren zuvor bei manuellen Standardanalysen von HiDef-Videomaterial entdeckt und auf der Ebene der Art

oder Artengruppe bestimmt worden (siehe 2.1.2). Die zugehörigen Standardanalysen waren vor Entwurf des Testdesigns abgeschlossen, die beteiligten Beobachter:innen konnten daher nicht wissen, dass ihre Leistung den Maßstab für die Leistungsbewertung von HiDeFIND darstellen würde.

2.2.5.2 Leistungsbewertung

Die Bewertung der Modelleistung bei Klassifikationsaufgaben im Allgemeinen und bei der Objektdetektion im Besonderen basiert zumeist auf einer Wahrheitsmatrix („confusion matrix“), in der tatsächliche sowie vom Modell vorhergesagte Ereignisse einander gegenüber gestellt werden (Sokolova & Lapalme 2009). Die Wahrheitsmatrix für die HiDeFIND-Leistungsbewertung kann wie in Tabelle 1 spezifiziert werden. Neben Vögeln und Meeressäugern haben wir dabei einige wenige weitere Vertreter mariner Megafauna berücksichtigt, die regelmäßig bei HiDef-Flugerfassungen registriert werden (z. B. Roter Thun *Thunnus thynnus* oder Mondfisch *Mola mola*).

Die Evaluierung eines Objektdetektionsmodells erfordert normalerweise aus dem Feldvergleich abgeleitete Annotationen in Form von Bounding Boxen, die dann mit den vom Modell vorgeschagten Bounding Boxen abgeglichen werden, um die sogenannte „Intersection over Union (IoU)“ zu be-

Tab. 1: Wahrheitsmatrix, die mögliche Ergebnisse der HiDeFIND-Leistungsbewertung abbildet. – *Confusion matrix mapping potential outcomes of the HiDeFIND performance evaluation.*

		Maßstab (geschultes Personal) – Benchmark (trained staff)	
		Ist Vogel/Säuger – <i>Is bird/mammal</i>	Ist nicht Vogel/Säuger – <i>Is not bird/mammal</i>
Modellvorhersage – <i>Model prediction</i>	Ist Vogel/Säuger – <i>Is bird/mammal</i>	Richtig positiv – <i>True positive</i>	Falsch positiv – <i>False positive</i>
	Ist nicht Vogel/Säuger – <i>Is not bird/mammal</i>	Falsch negativ – <i>False negative</i>	Nicht definiert – <i>Not defined</i>

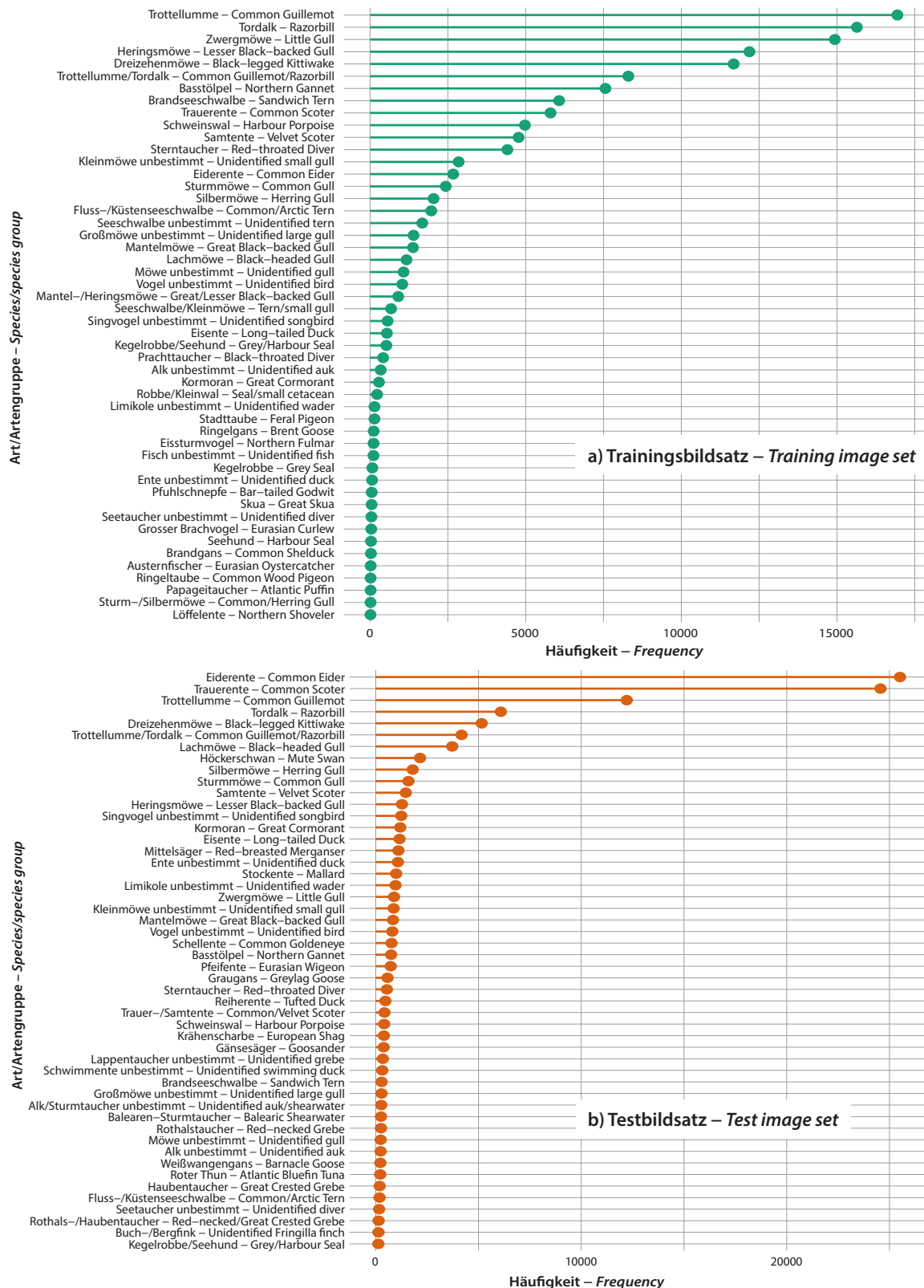


Abb. 3: Häufigkeit der jeweils 50 häufigsten Taxa im a) Trainingsbildsatz und b) Testbildsatz. – Frequency of the 50 most common taxa in a) the training image set and b) the test image set.

rechnen. In unserem Testdesign stellten jedoch von Beobachter:innen auf dem Videomaterial gemachte Objekterkennungen den Maßstab dar, mit dem wir die Leistung von HiDeFIND verglichen haben, und nicht die tatsächliche Anzahl der im Feldvergleich potenziell detektierbaren Objekte (siehe oben). Die von Beobachter:innen erzielten Detektionen waren durch Punktmarkierungen verortet (siehe 2.2.4.1). Wir haben daher Modellvorhersagen dann als richtig positiv bewertet, wenn vom Modell vorhergesagte Bounding Boxen die manuell gesetzten Punktmarkierungen einschlossen. Wir bewerteten Modellvorhersagen als falsch negativ, wenn manuelle Punktmarkierungen nicht von modell-generierten Bounding Boxen umfasst wurden. Alle weiteren Modellvorhersagen werteten wir als falsch positive Detektionen. Aus technischen Gründen schlossen falsch positive Detektionen daher auch Detektionen von nachverfolgten biologischen Objekten ein, die nicht auf dem Standbild erfolgten, auf dem die Beobachter:innen das Objekt punktmarkiert hatten (siehe auch 2.2.2). Richtig negative Modellvorhersagen waren in unserem Testdesign nicht definiert.

2.2.5.3 Leistungskennzahlen

Wir haben die folgenden Kennzahlen verwendet, die als Standard zur Bewertung der Modellleistung für Klassifizierungsaufgaben verwendet werden:

$$\text{Präzision} = \frac{\text{Richtig Positive}}{\text{Richtig Positive} + \text{Falsch Positive}}$$

$$\text{Sensitivität} = \frac{\text{Richtig Positive}}{\text{Richtig Positive} + \text{Falsch Negative}}$$

Es wird empfohlen, die Bewertung von KI-Modellen in stratifizierter Form zu berichten (Burnell et al. 2023). Um zu analysieren, wie stark die HiDeFIND-Leistung je nach Art/Artengruppe variiert hat, berichten wir daher Sensitivitäten nicht nur global (alle Arten/Artengruppen umfassend), sondern auch getrennt nach Arten/Artengruppen, sofern deren Häufigkeit im Testbildsatz dies sinnvoll erscheinen ließ. Da in unserem Testdesign falsch positive Detektionen nicht Arten/Artengruppen zugeordnet werden können, unterblieb dies für die Präzision. Darüber hinaus analysierten wir die Abhängigkeit der Leistungskennzahlen von der Position der Sensoren, der Jahreszeit sowie potenziell detektionsrelevanten Umweltbedingungen (siehe Anhang 1 sowie 2.3.3 und 2.3.4).

2.3 Statistische Analyse

2.3.1 Hintergrund

Im Gegensatz zu Standard-Testdesigns im Computersehen konnten wir für den HiDeFIND-Leistungstest keinen etablierten Satz verifizierter Bilder mit relevanten Objekten nutzen (solche Bildsätze sind für Trainings-, Validierungs- und Testzwecke für viele Standard-Anwendungen in der Objektklassifikation im Internet verfügbar). Für den Testbildsatz wurde vielmehr eine Stichprobe aus abgeschlossenen Flugeraufnahmen gezogen (siehe 2.2.5.1). Die resultierenden Datensätze unterlagen überdies einer hierarchischen Abhängigkeitsstruktur (siehe 2.3.2 und Anhang 3). Zusätzlich zur detaillierten Beschreibung der Modellleistung verwendeten wir daher statistische Ansätze, um erwartungstreue Konfidenzintervalle um die Punktschätzer von Leistungsmetriken

berechnen und so den Stichprobenfehler berücksichtigen zu können. In einem weiteren Schritt untersuchten wir Ursachen für Variation in der Modellleistung, um so Bedingungen zu identifizieren, unter denen HiDeFIND noch keine optimale Leistung gezeigt hatte. Die Ergebnisse dieser exploratorischen Analysen sollen zum Beispiel die weitere Optimierung der Modellarchitektur oder die Komposition zukünftiger Trainingsbildsätze leiten.

2.3.2 Hierarchische Abhängigkeitsstruktur von HiDef-Daten

Die Detektionswahrscheinlichkeiten individueller Objekte auf HiDef-Videomaterial sind nicht unabhängig voneinander, sondern unterliegen einer hierarchischen Abhängigkeitsstruktur (für Details siehe Anhang 3). Dies gilt grundsätzlich sowohl für manuelle als auch maschinelle Objektdetektion. Um Pseudoreplikation (Hurlbert 1984) zu kontrollieren und damit Typ-1-Fehler-Inflation zu vermeiden (Forstmeier et al. 2017), muss diese Abhängigkeitsstruktur in statistischen Modellen der Modellleistung berücksichtigt werden. Dies wird durch Anpassung von statistischen Modellen erreicht, die simultan sowohl feste Effekte als auch Zufallseffekte schätzen (Modelle mit gemischten Effekten, „mixed effects models“). Eine geschachtelte Struktur relevanter Zufallseffekte bildet dabei die maßgeblichen Hierarchieebenen als Gruppierungsfaktoren im Modell ab (Gelman & Hill 2006).

2.3.3 Sensitivität

Um Konfidenzintervalle für globale und artspezifische Sensitivitäten zu schätzen, verwendeten wir verallgemeinerte lineare gemischte Modelle („Generalized Linear Mixed Models“, GLMMs) mit binomialer Fehlerstruktur und Logit-Linkfunktion sowie Objekt/Individuum als statistischer Einheit. Wir passten den Gesamtmittelwert als einzigen festen Effekt an (Nullmodell) und berücksichtigten zusätzlich die Identität von Projektgebieten, Transekten und Videosequenzen als geschachtelte Zufallseffekte (siehe auch Anhang 3). Wir berechneten zugehörige 95%-Konfidenzintervalle, indem wir den Standardfehler der Schätzer auf der Linkskala mit 1,96 multiplizierten und stellen Detektionswahrscheinlichkeiten der besseren Verständlichkeit halber in Prozent inklusive retransformierter 95%-Konfidenzintervalle dar (letzte sind daher asymmetrisch). Bei der Berechnung von artspezifischen Sensitivitäten traten auch für die häufigeren Arten im Testdatensatz regelmäßig Konvergenzprobleme auf, weil die Modelle aufgrund der kleineren Stichprobenumfänge sehr kleine Zufallseffekte nicht von null abgrenzen konnten (die betreffenden Varianzen waren effektiv null). In solchen Fällen haben wir artspezifisch die Zufallseffekt-Struktur vereinfacht, bis die Modelle konvergierten, wobei Zufallseffekte schrittweise absteigend entfernt wurden. Um Effekte detektionsrelevanter Umweltbedingungen auf die Sensitivität zu prüfen, nutzten wir GLMMs mit binomialer Fehlerstruktur und Logit-Linkfunktion. Umweltbedingungen wurden in je separaten Modellen als feste Effekte modelliert (siehe auch Anhang 1, Wassertrübung nur für Meeressäuger). Zusätzlich berücksichtigten wir die Identität von Projektgebieten, Transekten und Videosequenzen als geschachtelte Zufallseffekte (siehe auch Anhang 3). Wir prüften die statistische Signifikanz von festen Effekten, indem wir mit Hilfe eines Likelihood-Quotienten-Tests (R-Funktion „anova“) ein gegebenes Modell mit dem Nullmodell verglichen.

2.3.4 Präzision und Anzahl falsch positiver Detektionen

In unserem Testdesign können auf jedem der insgesamt über zwei Millionen Standbilder des Testbildsatzes falsch positive Detektionen auftreten, nicht nur auf den gut 51 000 Bildern, auf denen menschliche Beobachter:innen zuvor ein relevantes Objekt markiert hatten. Die Präzision in unserem Testdesign ist daher nicht mit anderen Leistungstests im Computersehen vergleichbar. Andere Studien zeigen in der Regel eine deutlich höhere Präzision, weil sie im Rahmen des Tests eine um Größenordnungen geringere Anzahl von ausgewiesenen Nicht-Objekt-Testbildern anbieten (in der Regel in ähnlicher Anzahl wie Testbilder, die ein relevantes Objekt enthalten). Wir berichten daher der Vollständigkeit halber nur die Gesamt-Präzision und analysieren stattdessen im Detail die Anzahl falsch positiver Detektionen pro Standbild in Abhängigkeit potenziell detektionsrelevanter Umweltbedingungen. Dies erlaubt wertvolle Rückschlüsse auf Bedingungen, unter denen HiDeFIND noch keine optimale Präzision liefern konnte. Wir modellierten die Anzahl falsch positiver Detektionen pro Standbild mit linearen gemischten Modellen („linear mixed effects models“, LME) mit normaler Fehlerverteilung nach Logarithmus-Transformation (\log_{10}). Die maximal zugelassene Anzahl an Detektionen pro Standbild (Summe richtig positiver und falsch positiver Detektionen) und damit auch die maximal mögliche Anzahl falsch positiver Detektionen war auf 1000 begrenzt (lediglich 49 der über zwei Millionen Standbilder wiesen >1000 falsch positive Detektionen auf). Umweltbedingungen wurden in je separaten Modellen als feste Effekte modelliert (siehe Anhang 1, Wassertrübung nur für Meeres-säuger) und wir berücksichtigten die Identität von Projektgebieten, Transekten und Videosequenzen als geschachtelte Zufallseffekte (siehe auch Anhang 3). Wir prüften die statistische Signifikanz von festen Effekten, indem wir mit Hilfe eines Likelihood-Quotienten-Tests (R-Funktion „anova“) ein gegebenes Modell mit dem Nullmodell verglichen.

2.3.5 Diversitätsindizes

Jeweils getrennt für beide Datensätze nutzten wir i) die Anzahl der Arten/Artengruppen, um den Arten- oder Artengruppenreichtum zu quantifizieren; ii) den Shannon-Diversitätsindex $H' = -\sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)$

mit S = Anzahl der Arten und p_i = relative Abundanz der Art i im jeweiligen Datensatz zur Quantifizierung der Arten- oder Artengruppendiversität; iii) den Shannon-Diversitätsindex dividiert durch seinen maximal möglichen Wert für den gegebenen Artenreichtum des Datensatzes zur Quantifizierung der Ausgeglichenheit („evenness“) von Arten oder Artengruppen:

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \text{ mit } H_{\max} = \log_2 S.$$

3 Ergebnisse

3.1 Globale Sensitivität (über alle Arten/ Artengruppen)

Von insgesamt 111 666 Objekten im Testbildsatz entdeckte HiDeFIND 107 778, die globale Gesamt-Sensitivität betrug damit 96.5 %. Unter Berücksichtigung der hierarchischen Abhängigkeitsstruktur der Daten betrug die globale gewichtete mittlere Sensitivität 99.4 % (Tabelle 2). Knapp zwei Drittel der Varianz in der Detek-

tionswahrscheinlichkeit im Testbildsatz wurden von Unterschieden zwischen Videosequenzen erklärt, etwa ein Viertel von Unterschieden zwischen Transekten und gut ein Zehntel von Unterschieden zwischen Erfassungsflügen (Tabelle 2).

Die Detektionswahrscheinlichkeit war unabhängig von der Position der Sensoren (innen versus außen), von der Jahreszeit und von potenziell detektionsrelevanten Umweltbedingungen mit Ausnahme der Sonnenreflexion (Tabelle 3). Mit zunehmender Sonnenreflexion fiel die Detektionswahrscheinlichkeit signifikant ab.

Abbildung 4 kontrastiert exemplarisch falsch negative mit richtig positiven Detektionen des Modells für eine Auswahl an Arten mit hoher Relevanz für die maritime Umweltplanung (siehe auch Diskussion).

3.2 Art- und geschlechtsspezifische Sensitivitäten

Wie zu erwarten waren auch artspezifische Sensitivitäten generell hoch: Tabelle 4 weist neben den artspezifischen Gesamt-Sensitivitäten die gewichteten mittleren Detektionswahrscheinlichkeiten für die zwölf häufigsten Taxa im Testbildsatz sowie für sechs weitere wichtige Zielarten der maritimen Umweltplanung aus (inklusive des Schweinswals). Nur für eine von sechs geschlechtsdimorphen Arten (alles Enten) konnte eine geschlechtsspezifische Sensitivität nachgewiesen werden: Männchen der Trauerente hatten eine etwas niedrigere Detektionswahrscheinlichkeit als Weibchen (Tabelle 4).

3.3 Gesamt-Präzision und Anzahl falsch positiver Modellvorhersagen

Von insgesamt 6 443 717 Modellvorhersagen waren 107 778 richtig positiv, die Gesamt-Präzision betrug damit 1.7 % (die hier berechnete Präzision ist nicht mit der aus anderen Leistungstests im Computersehen vergleichbar, siehe 2.3.4). Falsch positive Detektionen traten auf 99.3 % der insgesamt 2 096 554 Standbilder und auf allen Videosequenzen auf. Die Anzahl falsch positiver Detektionen pro Standbild rangierte von 0 bis 1000 (Deckelung bei 1000, siehe 2.3.4). Der Median betrug 1.

Die Anzahl falsch positiver Modellvorhersagen war unabhängig von der Position der Sensoren (innen versus außen) und von der Jahreszeit (Tabelle 5, Abbildungen 5a und 5b). Mit zunehmender Sonnenreflexion nahm jedoch die Anzahl falsch positiver Detektionen zu, und dies war besonders ausgeprägt bei starker Sonnenreflexion der Fall (Tabelle 5, Abbildung 5c). Für Seegang sowie Luft- und Wassertrübung waren signifikante Effekte nachweisbar (Tabelle 5), die Effektgrößen waren jedoch klein (Abbildungen 5d bis 5f).

4 Diskussion

4.1 Sensitivität

Globale Sensitivität

Die globale mittlere Sensitivität von HiDeFIND über alle 124 im Testbildsatz vertretenen Arten/Artengruppen

Tab. 2: Globale gewichtete mittlere Sensitivität des künstlichen neuronalen Netzwerks HiDeFIND über alle 124 Arten/Artengruppen des Testbildsatzes. Ergebnisse eines generalisierten linearen gemischten Modells mit binomialer Fehlerstruktur und Logit-Linkfunktion. – *Global weighted mean sensitivity of the artificial neural network HiDeFIND across all 124 species/species groups of the test image set. Results of a generalized linear mixed model with binomial error structure and logit link function.*

Modell – Model	N (Objekte) – N (objects)	Richtig positiv – True positive	Falsch negativ – False negative	Feste Effekte – Fixed effects			Zufallseffekte – Random effects		
				Y-Achsenabschnitt (95 % Konfidenz) – Intercept (95 % confidence) ¹	Erfassungsflüge – Surveys	Transekte – Transects	Videosequenzen – Reels		
Alle Arten/Artengruppen – All species/species groups	111 666	107 778	3888	99.41 (99.15, 99.59)	0.35	0.61	1.60		

¹Gewichtete mittlere Sensitivität. – *Weighted mean sensitivity*

Tab. 3: Globale gewichtete mittlere Sensitivität des künstlichen neuronalen Netzwerks HiDeFIND über alle 124 Arten/Artengruppen des Testbildsatzes in Abhängigkeit potenziell detektionsrelevanter Umweltbedingungen. Ergebnisse generalisierter linearer gemischter Modelle mit binomialer Fehlerstruktur und Logit-Linkfunktion. – *Global weighted mean sensitivity of the artificial neural network HiDeFIND across all 124 species/species groups of the test image set in relation to potentially detection-relevant environmental variation. Results of generalized linear mixed models with binomial error structure and logit link function.*

Modell – Model	N (Objekte) – N (objects)	Feste Effekte – Fixed effects				Zufallseffekte – Random effects			
		Chisq	FG – DF	p ¹	Erfassungsflüge – Surveys	Transekte – Transects	Videosequenzen – Reels		
Innere/äußere Sensoren – Inner/outer sensors	111 666	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	1.01	1	0.32	0.35	0.61	1.60	
Jahreszeit – Season	111 666	Faktor mit vier Stufen – Four-level factor	2.59	3	0.46	0.27	0.62	1.63	
Sonnenreflexion – Glare	111 666	Faktor mit vier Stufen – Four-level factor	26.10	3	<0.001 ²	0.33	0.61	1.55	
Seegang – Sea state	111 564 ³	Faktor mit sechs Stufen – Six-level factor	3.20	5	0.67	0.29	0.64	1.66	
Lufttrübung – Air turbidity	111 564 ⁴	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	0.81	1	0.37	0.35	0.60	1.60	
Wassertrübung (Meeressäuger) – Water turbidity (marine mammals)	702 ⁵	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	0.03	1	0.85	Effektiv null – Effectively zero ⁶	9.43	77.70	

¹Für Faktoren mit mehr als zwei Stufen p-Wert für Omnibus-Test. – *For factors with more than two levels p value for omnibus test.*

²Sensitivität sinkt unter mäßiger und insbesondere starker Sonnenreflexion. – *Sensitivity drops under moderate and in particular strong glare.*

³Information für Seegang fehlte für 102 Beobachtungen. – *Information on sea state missing for 102 observations.*

⁴Information für Lufttrübung fehlte für 102 Beobachtungen. – *Information on air turbidity missing for 102 observations.*

⁵Information für Wassertrübung fehlte für eine Beobachtung. – *Information on water turbidity missing for one observation.*

⁶Singularität (Varianz nicht von null abgrenzbar). – *Singularity (variance indistinguishable from zero).*

Tab. 4: Artsspezifische gewichtete mittlere Sensitivitäten des künstlichen neuronalen Netzwerks HiDeFIND für die zwölf häufigsten Taxa im Testbildsatz sowie für sechs weitere ausgewählte Arten mit hoher Relevanz für die maritime Umweltplanung. Ergebnisse generalisierter linearer gemischter Modelle mit binomialer Fehlerstruktur und Logit-Linkfunktion. – Species-specific weighted mean sensitivity of the artificial neural network HiDeFIND for the twelve most common taxa in the test image set plus six further selected species with high relevance for maritime environmental planning. Results of generalized linear mixed models with binomial error structure and logit link function.

Modell – Model	N (Objekte) – N (objects)	Richtig positiv – True positive	Falsch negativ – False negative	Feste Effekte – Fixed effects	Zufallseffekte – Random effects	Transekte – Transects	Videosequenzen – Reels
Eiderente – Common Eider	25513	25322	191	Y-Achsenabschnitt (95 % Konfidenz) – Intercept (95 % confidence) ¹⁾	Erfassungsfüge – Surveys	0.37	1.63
Trauerente – Common Scoter	24567	23116	1451	99.73 (99.57, 99.83) ²⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	1.77	1.48
Trottellumme – Common Guillemot	12215	12146	69	98.81 (97.87, 99.34) ⁴⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	36.40
Tordalk – Razorbill	6087	6027	60	99.99 (99.98, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	52.76
Dreizehenmöwe – Black-legged Kittiwake	5154	5124	30	99.99 (99.98, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	24.09
Trottellumme/Tordalk – Guillemot/Razorbill	4174	4127	47	99.99 (99.95, 99.99)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	46.07
Lachmöwe – Black-headed Gull	3722	3673	49	99.96 (99.59, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	19.04
Höckerschwan – Mute Swan	2153	2151	2	100 (99.92, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	84.12
Silbermöwe – Herring Gull	1795	1728	67	100 (99.98, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	135.70
Sturmmöwe – Common Gull	1590	1575	15	100 (99.96, 100)	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	76.95
Samtente – Velvet Scoter	1462	1432	30	100 (99.34, 100) ⁵⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	Effektiv null – Effectively zero ³⁾	24.57

Tab. 4: Fortsetzung

Modell – <i>Model</i>	N (Objekte) – <i>N (objects)</i>	Richtig positiv – <i>True positive</i>	Falsch negativ – <i>False negative</i>	Feste Effekte – <i>Fixed effects</i>	Zufallseffekte – <i>Random effects</i>	Transekte – <i>Transects</i>	Videosequenzen – <i>Reels</i>
Heringsmöwe – <i>Lesser Black-backed Gull</i>	1275	1275	0	Y-Achsenabschnitt (95 % Konfidenz) – <i>Intercept</i> (95 % confidence) ¹⁾ Nicht schätzbar – <i>Not estimable</i> ⁶	–	–	–
Kormoran – <i>Great Cormorant</i>	1193	1048	145	99.82 (98.37, 99.98)	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	0.88	22.63
Eisente – <i>Long-tailed Duck</i>	1157	1143	14	99.93 (80.07 ⁷ , 100) ⁸	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	14.72
Basstölpel – <i>Northern Gannet</i>	746	744	2	100 (99.48, 100)	24.12	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	332.78
Pfeifente – <i>European Wigeon</i>	728	699	29	98.63 (94.90, 99.64) ⁹	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	4.33
Sterneltaucher – <i>Red-throated Diver</i>	540	538	2	99.63 (98.86, 99.94)	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³
Schweinswal – <i>Harbour Porpoise</i>	406	401	5	99.61 (91.88, 99.98)	2.72	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³	Effektiv null – <i>Effectively zero</i> ³

¹ Gewichtete mittlere Sensitivität. – *Weighted mean sensitivity.*

² Geschlechtsspezifität: $p=0.51$, $N=7797$ geschlechtsbestimmte Individuen. – *Sex specificity: $p=0.51$, $N=7797$ sexed individuals.*

³ Singularität (Varianz nicht von null abgrenzbar). – *Singularity (variance indistinguishable from zero).*

⁴ Geschlechtsspezifität: $p<0.001$, $N=16036$ geschlechtsbestimmte Individuen; Männchen mit 0.7 % niedrigerer Sensitivität. – *Sex specificity: $p<0.001$, $N=16036$ sexed individuals; males with 0.7 % lower sensitivity.*

⁵ Geschlechtsspezifität: $p=0.29$, $N=1029$ geschlechtsbestimmte Individuen. – *Sex specificity: $p=0.29$, $N=1029$ sexed individuals.*

⁶ Komplette Separation: Nur richtig positive Vorhersagen. – *Complete separation: Only true positive predictions.*

⁷ Eine von 109 Videosequenzen mit Eisenten steuerte mit 120 Individuen >10 % der Stichprobe bei (alles richtig positive Vorhersagen). – *One of 109 reels with Long-tailed Ducks contributed with 120 individuals >10 % of sample (all true positive predictions).*

⁸ Geschlechtsspezifität: Nicht schätzbar, komplette Separation (alle 13 Weibchen detektiert). – *Sex specificity: Not estimable, complete separation (all 13 females detected).*

⁹ Geschlechtsspezifität: $p=0.73$, $N=191$ geschlechtsbestimmte Individuen. – *Sex specificity: $p=0.73$, $N=191$ sexed individuals.*

Tab. 5: Anzahl falsch positiver Vorhersagen pro Standbild des künstlichen neuronalen Netzwerks HiDeFIND in Abhängigkeit potenziell detektionsrelevanter Umweltbedingungen. Ergebnisse log-linearer gemischter Modelle mit normaler Fehlerstruktur. – Number of false positive predictions per frame of the artificial neural network HiDeFIND in relation to potentially detection-relevant environmental conditions. Results of log-linear mixed models with Gaussian error structure.

Modell – Model	Feste Effekte – Fixed effects		Chisq	FG – DF	p ¹	Zufallseffekte – Random effects		Transekte – Transects	Videosequenzen – Reels	Unerklärt – Residual
	N (Standbilder) – N (frames)					Erfassungsfüge – Surveys				
Innere/äußere Sensoren – Inner/outer sensors	2 096 554	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	1.86	1	0.17	Nicht konvergiert – Not converged	Nicht konvergiert – Not converged	0.022	0.090	0.090
Jahreszeit – Season	2 096 554	Faktor mit vier Stufen – Four-level factor	5.45	3	0.14	0.003	0.011	0.005	0.090	0.090
Sonnenreflexion – Glare	2 096 554	Faktor mit vier Stufen – Four-level factor	451.35	3	<0.001 ²	0.005	0.011	0.005	0.090	0.090
Seegang – Sea state	2 090 829 ³	Faktor mit sechs Stufen – Six-level factor	454.20	5	<0.001 ⁴	0.005	0.011	0.005	0.090	0.090
Lufttrübung – Air turbidity	2 090 829 ⁵	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	5.73	1	0.02 ⁶	0.090	0.011	0.005	0.090	0.090
Wassertrübung – Water turbidity	2 090 829 ⁷	Faktor mit zwei Stufen – Two-level factor	64.40	1	<0.001 ⁸	0.090	0.017	0.005	0.090	0.090

¹ Für Faktoren mit mehr als zwei Stufen p-Wert für Omnibus-Test. – For factors with more than two levels p value for omnibus test.

² Falsch Positive nehmen mit zunehmender Sonnenreflexion zu (siehe Abb. 5). – False positives increase with increasing glare (see figure 5).

³ Information für Seegang fehlte für 5725 Beobachtungen. – Information on sea state missing for 5725 observations.

⁴ Fünf von 15 Kontrasten signifikant, aber kein Trend (siehe Abb. 5). – Five out of 15 contrasts significant, but no trend (see figure 5).

⁵ Information für Lufttrübung fehlte für 5725 Beobachtungen. – Information on air turbidity missing for 5725 observations.

⁶ Minimal höherer Median für Stufe keine versus etwas Lufttrübung (siehe Abb. 5). – Minimally higher median for level no versus some air turbidity (see figure 5).

⁷ Information für Wassertrübung fehlte für 5725 Beobachtungen. – Information on water turbidity missing for 5725 observations.

⁸ Höherer Median für Stufe etwas versus keine Wassertrübung (siehe Abb. 5). – Higher median for level some versus no water turbidity (see figure 5).

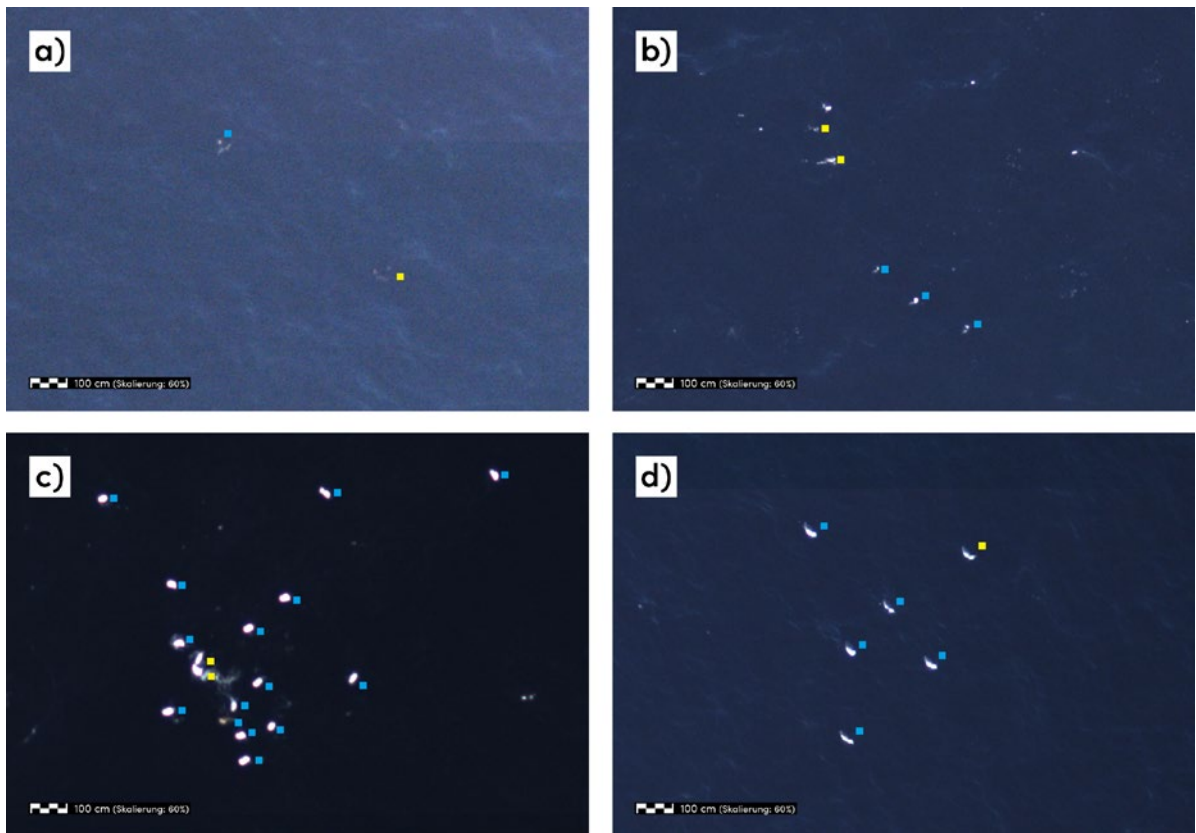


Abb. 4: Beispiele falsch negativer Modellvorhersagen. Die Abbildung zeigt exemplarisch HiDef-Standbilder, auf denen es für dieselbe Art sowohl richtig positive Detektionen (blau annotiert) als auch falsch negative Detektionen (gelb annotiert) gab. a) Trauerenten *Melanitta nigra*, b) Tordalken *Alca torda*, c) Eiderenten *Somateria mollissima*, d) Sterntaucher *Gavia stellata*. – Examples of false negative model predictions. The figure shows in an exemplary manner HiDef frames featuring both true positive detections (blue annotations) and false negative detections (yellow annotations) for the same species. a) Common Scoters *Melanitta nigra*, b) Razorbills *Alca torda*, c) Common Eiders *Somateria mollissima*, d) Red-throated Divers *Gavia stellata*.

(davon 109 Vogeltaxa) war mit über 99 % sehr hoch. HiDeFIND hat demnach Vögel auf See sowie Meeres-säuger auf HiDef-Videomaterial praktisch genauso gut entdeckt wie speziell für diesen Zweck geschulte Beobachter:innen. Ein 95 % Konfidenzintervall von 99.2-99.6 % weist die Schätzung überdies als sehr präzise aus und lässt erwarten, dass das Modell für HiDef-Flugerfassungen mit ähnlichen Artenspektren und Wetterbedingungen eine vergleichbar hohe Sensitivität erzielen können wird. Wir fanden außerdem keinen nachweisbaren Unterschied in der mittleren Sensitivität zwischen den inneren und äußeren Sensoren (Tabelle 3). HiDeFIND hat demnach auf der gesamten Streifenbreite von effektiv 544 m eine vergleichbar gute Leistung erzielt.

Die mittels gemischten Modells geschätzte globale mittlere Sensitivität fiel etwas höher aus als die globale Gesamt-Sensitivität. Erstere berücksichtigte die hierarchische Abhängigkeitsstruktur der HiDef-Daten und gewichtete die Beiträge von Gruppen abhängiger Daten zum Gesamteffekt. Diskrepanzen zwischen beiden Maßzahlen können sich zum Beispiel ergeben, wenn

sich falsch negative Detektionen auf relativ wenige Standbilder und/oder Videosequenzen konzentrieren. In diesem Fall zeigt die Gesamt-Sensitivität dann eine Tendenz, die tatsächliche Sensitivität zu unterschätzen. Eine derartige Klumpung war im Testdatensatz in der Tat nachweisbar: Zum Beispiel waren 947 von insgesamt 3888 (24.4 %) falsch negativen Detektionen gerade einmal zehn der insgesamt 51 218 (0.02 %) Standbildern zuzuordnen, die mindestens ein biologisches Objekt enthielten.

Die im Rahmen des etablierten Arbeitsprozesses manuell detektierten Objekte waren der Maßstab für die Beurteilung der Sensitivität. Wenn im manuellen Prozess Objekte übersehen wurden, ist anzunehmen, dass Teile der als falsch positiv gewerteten Modellvorhersagen (siehe 4.2 unten) tatsächlich richtig positive Modellvorhersagen (falsch negative manuelle Detektionen) waren. Unser Testdesign konnte diese allerdings nicht als solche erkennen. Die sehr hohe globale Sensitivität lässt vermuten, dass HiDeFIND auch einen Teil der im manuellen Arbeitsprozess übersehenen Objekte finden könnte. Dieses vielversprechende zusätzliche Potenzial

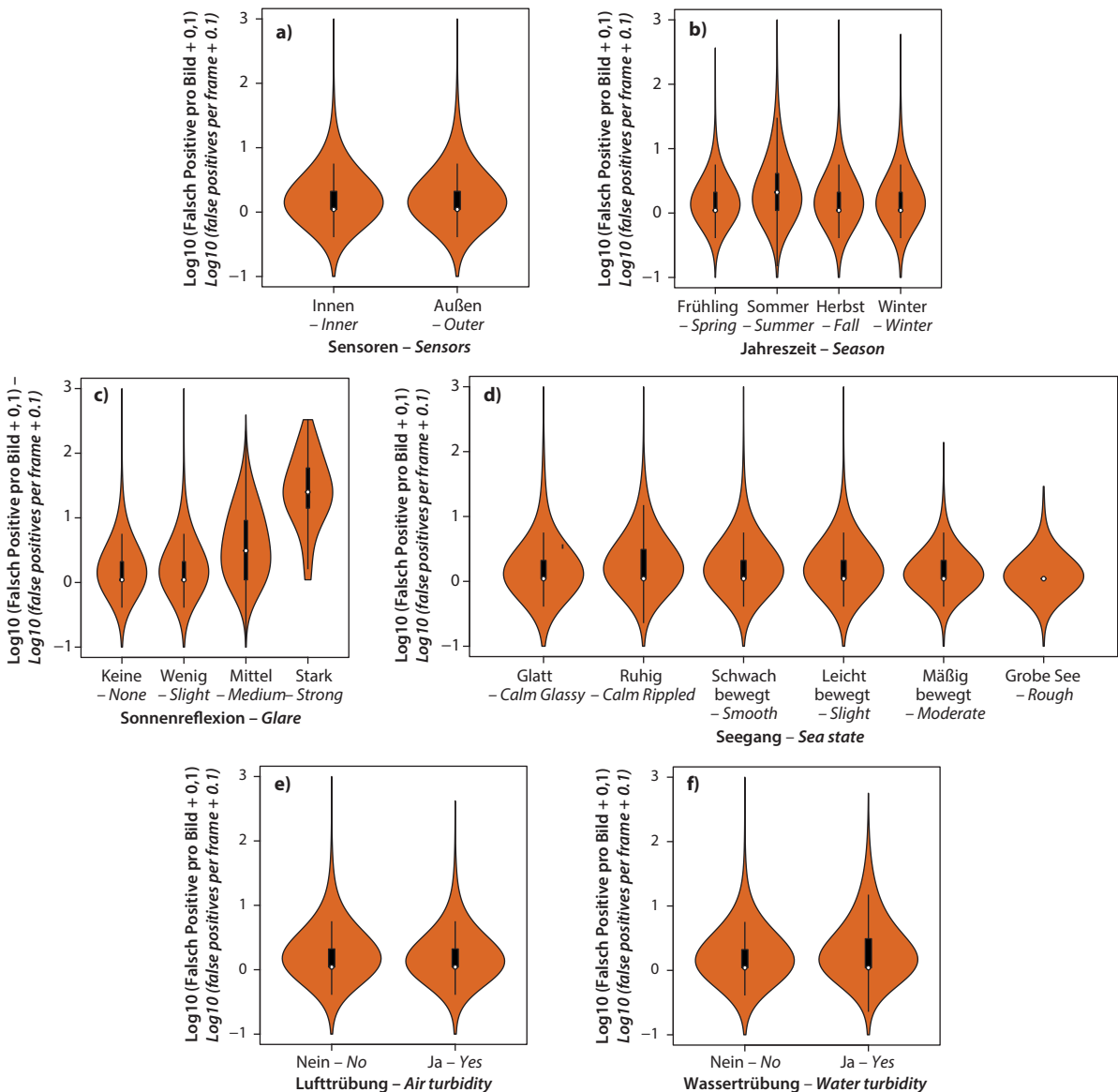


Abb. 5: Anzahl falsch positiver Modellvorhersagen pro Standbild in Abhängigkeit von a) Position der Sensoren, b) Jahreszeit, c) Sonnenreflexion, d) Seegang (Petersen-Skala), e) Lufttrübung und f) Wassertrübung (siehe auch Anhang 1). – *Number of false positive model predictions per frame in relation to a) positions of the sensors, b) seasons, c) glare, d) sea state (Petersen scale), e) air turbidity and f) water turbidity (see also electronic supplementary material 1).*

soll an unabhängigem Testbildmaterial in zukünftigen Tests mit geeignetem Design quantifiziert werden.

Generalisierbarkeit

Obwohl HiDeFIND mit annotierten Objekten aus 66 Arten/Artengruppen und zwei Meeresgebieten trainiert wurde, erzielte das Modell seine Leistung auf einem Testbildsatz, der weit über hundert Arten/Artengruppen aus drei Meeresgebieten umfasste (Anhang 2). Dies unterstreicht, dass HiDeFIND gelernt hat zu generalisieren. Für künstliche neuronale Netzwerke ist genau das erwünscht und der Befund lässt erwarten, dass HiDeFIND

hohe Sensitivitäten auch dann wird erzielen können, wenn es mit erweiterten oder völlig neuen Artenspektren konfrontiert wird. Dies könnte beim Einsatz in neuen Meeresgebieten sowie bei Verschiebungen von Verbreitungsarealen z. B. als Folge anthropogenen Umweltwandels von großem Vorteil sein.

Artspezifische Sensitivitäten

Wie zu erwarten waren die artspezifischen Sensitivitäten für die meisten Arten ebenfalls sehr hoch (Tabelle 4). Dies schloss die Detektion von Arten mit herausragender Bedeutung für die maritime Raum- und Um-

weltplanung ein, wie z. B. Sterntaucher, Trottellumme und Dreizehenmöwe (Furness et al. 2013, Fliessbach et al. 2019, Dierschke et al. 2024) sowie unter den Meeressäugern den Schweinswal. Artsspezifische Sensitivitäten unterschieden sich außerdem generell nur wenig (Tabelle 4). Dies legt nahe, zukünftigen Entwicklungsaufwand auf die weitere Optimierung eines generellen HiDeFIND-Modells zu konzentrieren, statt mehrere art- oder artgruppenspezifische HiDeFIND-Spezialmodule zu entwickeln (wie z. B. ein Seetaucher-Modul).

Geschlechtsspezifische Sensitivitäten

Bei ausgeprägt geschlechtsdimorphen Arten könnte die Sensitivität des Modells geschlechtsspezifisch sein. Dies konnten wir für einige Entenarten prüfen, für die wir aufgrund ihrer Häufigkeit im Testbildsatz eine adäquate Teststärke voraussetzen durften. Während für Eiderenten, Samtenten *Melanitta fusca* und Pfeifenten *Anas penelope* die Sensitivitäten für die Geschlechter statistisch nicht unterscheidbar waren, wies HiDeFIND für Männchen der Trauerente eine etwas niedrigere Sensitivität auf als für die Weibchen (Tabelle 4, siehe auch Abbildung 4a). Vor dem Hintergrund einer artspezifischen Sensitivität von >98 % war dieser Effekt mit einer Differenz von 0.7 % jedoch sehr klein, so dass er für Bestandsschätzungen vernachlässigt werden kann.

Umweltvariation

Die globale mittlere Sensitivität nahm mit zunehmender Sonnenreflexion signifikant ab (Tabelle 3). Dies ist wenig überraschend, da mit zunehmender Sonnenreflexion Objekte auf der Meeresoberfläche leicht überstrahlt und so maskiert werden können. Im Vergleich zum Trainingsbildsatz war im Testbildsatz außerdem im Mittel weniger intensive Sonnenreflexion zu verzeichnen (alle anderen detektionsrelevanten Umweltbedingungen waren ähnlich; siehe Anhang 2). Dies könnte die hohe globale Sensitivität im Testdatensatz begünstigt haben. Die Beurteilung der Modellsensitivität würde dies jedoch nur dann betreffen, wenn die mittlere Sonnenreflexion im Testbildsatz außergewöhnlich niedrig und damit für zukünftige Bildsätze nicht repräsentativ gewesen sein sollte. Auf die Gesamtleistung des Modells wirkt sich dies ohnehin nur sehr begrenzt aus, da durch Wegschwenken des HiDef-Sensorsystems von der Sonne stärkere Sonnenreflexion meist effektiv vermieden wurde (siehe 2.1.1). Entsprechend entfielen nur 3504 (0.03 %) beziehungsweise 158 (0.001 %) Objekte im Testdatensatz auf Videomaterial mit mäßiger beziehungsweise starker Sonnenreflexion. Anderen potenziell detektionsrelevanten Umweltbedingungen gegenüber zeigte sich HiDeFIND robust: Weder See- gang noch Lufttrübung oder Wassertrübung (bei Meeressäugern) hatten einen nachweisbaren Effekt auf die Sensitivität (Tabelle 3). Dasselbe galt für die Jahreszeiten (Tabelle 3). Dies lässt den Schluss zu, dass HiDeFIND grundsätzlich ganzjährig und unter vielen,

auch suboptimalen Umweltbedingungen ohne Einschränkungen bei der Erfassungsqualität eingesetzt werden kann.

Ursachen falsch negativer Detektionen

Statistisch können Bedingungen eingegrenzt werden, mit denen die Wahrscheinlichkeit falsch negativer Detektionen variiert (siehe voriger Abschnitt). In jedem Einzelfall ist es jedoch für viele falsch negative Detektionen in der Praxis unmöglich, festzumachen, warum ausgerechnet die hier betroffenen Objekte vom Modell nicht erkannt wurden. Diese eingeschränkte Transparenz des maschinellen Entscheidungsprozesses ist kennzeichnend für auf „Deep Learning“ basierende neuronale Netzwerke, deren sukzessive aufeinander aufbauenden Berechnungen über viele Netzwerk-Schichten in weiten Teilen sogenannten *Black-Box*-Operationen entsprechen. Dies führte zu quasi-stochastischem Auftreten falsch negativer Detektionen, über deren Ursachen nur spekuliert werden kann.

Der insgesamt sehr guten Generalisierbarkeit zum Trotz besteht die Möglichkeit, dass Arten oder Artengruppen, die nicht oder nur sehr selten im Trainingsbildsatz enthalten waren, im Testbildsatz schlechter erkannt wurden als im Trainingsbildsatz häufig vertretene Arten. Der Trainingsbildsatz enthielt zum Beispiel keine Blässrallen *Fulica atra* und das Modell hat nur zwei von fünf Blässrallen im Testbildsatz detektiert. Solche Fälle betreffen allerdings vor allem Arten, die in den beflogenen Projektgebieten selten und daher in aller Regel von untergeordneter Relevanz sind. Für häufigere Arten könnten falsch negative Detektionen resultieren, wenn sich Eigenschaften wie Körperhaltung oder Tauchstatus in ihrer Häufigkeit zwischen Trainings- und Testbildsatz unterscheiden. So betraf etwa eine falsch negative Detektion den Schnappschuss eines Schweinswals im Tauchvorgang, dessen Körper so zweigeteilt erschien. Abbildungen 5a-5c zeigen drei Beispiele falsch negativer Vorhersagen.

Wir haben eine Modellvorhersage dann als richtig positiv bewertet, wenn die vom Modell vorhergesagte Bounding Box die manuell gesetzte Punktmarkierung einschloss (siehe 2.2.5.2). Wenn eine Punktmarkierung nicht präzise im Zentrum des Objekts gesetzt und daher knapp außerhalb einer modell-generierten Bounding Box verortet war, konnte eine falsch negative Detektion begründet werden, obwohl das Modell das Objekt tatsächlich detektiert hatte („falsch falsch negative Detektionen“). Eine stichprobenartige Überprüfung ergab, dass weniger als 10 % aller falsch negativen Detektionen auf diese Unzulänglichkeit des Testdesigns zurückzuführen waren, unter ihnen Fälle, bei denen die Objekte auch für menschliche Beobachter:innen kaum zu übersehen waren (ein Beispiel dafür gibt ein nur scheinbar übersehener Sterntaucher in Abbildung 4d). Das Phänomen ist ein rein test-technisches Problem, führt allerdings nicht nur zu einer Unterschätzung der

tatsächlichen Sensitivität des Modells, sondern gleichzeitig auch zu einer leichten Überschätzung der Falsch-Positiv-Rate, da die an unmittelbar benachbarter Stelle tatsächlich vom Modell detektierten Objekte als falsch positive Detektionen ausgewiesen wurden. Die von uns in diesem Beitrag vorgenommene HiDeFIND-Leistungsbewertung ist demnach als konservativ zu betrachten.

Alternative KI-Modelle mit ähnlicher Zielstellung

Während maschinelles Lernen in Kombination mit Drohnen oder Satelliten als Plattformen bereits sehr erfolgreich für das Monitoring von Tierbeständen auf See eingesetzt wurde (siehe Einleitung), gibt es bisher nur sehr wenige veröffentlichte Arbeiten zur Kombination von maschinellern Lernen mit flugzeuggestützten Erhebungen zur Bestandserfassung auf See. Ein direkter Vergleich von spezifischen Leistungskennzahlen konkurrierender Modelle im Computersehen ist generell nur eingeschränkt aussagekräftig, da sowohl dem Training als auch dem Testen meist ganz unterschiedliche Bildsätze zu Grunde liegen. Nach unserer Kenntnis weist bisher weniger als eine Handvoll begutachteter Studien ein Design auf, das dem unseren – Plattform: Flugzeug; Sensor: Digitales Kamera-System; Zielobjekt: Seevögel auf See – ähnlich genug ist, um überhaupt einen Vergleich ziehen zu können.

Kuru et al. (2023) beschreiben eine Methode zur halb-automatischen Detektion von Basstölpeln auf Luftbilddaufnahmen, die in Art und Auflösung HiDeFIND-Bildmaterialen ähneln. Kuru et al. (2023) erzielten für ihr Modell eine ungewichtete Sensitivität von 97.1%¹, die der von HiDeFIND für den Basstölpel erreichten ungewichteten Sensitivität von 99.7 % vergleichbar ist (siehe auch Tabelle 4). Im Gegensatz zum breiten taxonomischen Anwendungsbereich unseres Ansatzes (Abbildung 3, Anhang 2) beschränkte sich die von Kuru et al. (2023) beschriebene Methode und/oder deren quantitative Leistungsanalyse jedoch auf den Basstölpel, die größte und auffälligste Seevogelart in europäischen Gewässern. Wie geeignet die von Kuru et al. (2023) beschriebene Methode für kleinere und unauffälligere Arten ist, blieb daher offen. Möglicherweise schloss die Analyse von Kuru et al. (2023) nur Individuen im besonders auffälligen Adultkleid ein (Abbildungen der Arbeit zeigten nur adulte Individuen im Flug). Dagegen enthielten sowohl unser Trainingsbildsatz als auch unser Testbildsatz neben (Sub-) Adulten auch Individuen in den weniger auffälligen Kleidern des 1. und 2. Kalenderjahres (160 im Trainingsbildsatz und 10 im Testbildsatz, letz-

tere vollständig richtig positiv detektiert) sowie schwimmende Basstölpel (jeweils Hunderte in beiden unseren Bildsätzen). Darüber hinaus berichten Ke et al. (2024) Sensitivitäten von bis zu 65 % in einem „Deep Learning“-Ansatz, der Bestandsschätzungen von Seevögeln auf See während des Fluges und damit nahezu in Echtzeit erlauben soll. Aufgrund von sehr niedrigen Flughöhen von nur etwa 25 m bis 200 m standen diesem Modell Bilddaten mit einer sehr hohen Bodenauflösung von zwischen 0.14 cm und 1.47 cm zur Verfügung, was sich naturgemäß positiv auf Leistungstests von Modellen zur Objekterkennung auswirkt. Zudem waren die von Ke et al. (2024) angebotenen Objekte für Training und Testen auf nur zwei Probestellen und weitgehend auf überwinternde Meeresenten beschränkt. HiDeFIND erzielte höhere Sensitivitäten, obwohl es mit Bilddaten konfrontiert war, die aus Gründen der Flugsicherheit aus deutlich größerer Höhe von etwa 500 m aufgenommen worden waren und dementsprechend schlechtere Bodenaufösungen von etwa 2 cm aufwiesen. Überdies deckte das HiDeFIND-Bildmaterial ein viel breiteres Artenspektrum ab (Abbildung 3, Anhang 2). Des Weiteren präsentierten Weiser et al. (2023) eine Methode zur automatisierten Erfassung von rastenden Meeresgänsen in geschütztem Flachwasser an einem Standort in Alaska. Obwohl das Modell mit gutem Erfolg Bilder mit von solchen ohne Meeresgänse abgrenzen konnte, hat die sich anschließende automatisierte Auszählung auf Basis von Individuen die Bestände unterschätzt (mangelnde Sensitivität), so dass aufwändige manuelle Nacharbeiten im Rahmen eines „human-in-the-loop“-Arbeitsprozesses erforderlich waren.

4.2 Präzision und Anzahl falsch positiver Modellvorhersagen

Präzision

HiDeFIND generierte eine hohe Anzahl falsch positiver Detektionen, die sich in einer niedrigen ungewichteten Gesamt-Präzision widerspiegeln. Diese Tendenz zur Überdetektion war als Konstruktionsmerkmal ausdrücklich erwünscht, da wir im Zielkonflikt zwischen Sensitivität (möglichst vollständige Erfassung) und Präzision (möglichst hohe Effizienz) ersterer Priorität eingeräumt hatten, um bei der Erfassungsqualität im Vergleich zum etablierten manuellen Prozess keine Abstriche machen zu müssen. In einem teil-automatisierten „human-in-the-loop“-Arbeitsprozess zieht niedrige Präzision allerdings hohen manuellen Aufwand nach sich, um falsch positive Detektionen vor Übergabe an die sich anschließende Artbestimmung abzuscheiden. Durch die Automatisierung der initialen Objektdetektion erzielbare Effizienzsteigerungen werden dadurch geschmälert. Ein vordringliches Ziel bei der Weiterentwicklung eines KI-unterstützten Arbeitsprozesses ist daher, die Präzision zu verbessern ohne substanzielle Abstriche bei der Sensitivität machen zu müssen.

¹ Errechnet aus Tabelle 3 in Kuru et al. (2023). Im Gegensatz zu unserer Analyse lagen deren Berechnung nicht Individuen als Einheit zu Grunde, sondern Luftbilder, die entweder mindestens einen oder aber keinen Basstölpel zeigten. Als richtig positive Detektion wurde gewertet, wenn die Methode ein Bild, das mindestens einen Basstölpel zeigte, als ein solches erkannte.

Position der Sensoren und Umweltvariation

Die Position der Sensoren (Tabelle 5, Abbildung 5a) sowie die Jahreszeiten (Tabelle 5, Abbildung 5b) übten keinen nachweisbaren Einfluss auf die Anzahl falsch positiver Detektionen aus. Mit zunehmender Sonnenreflexion löste das Modell allerdings vermehrt falsch positive Detektionen aus. Dies war besonders ausgeprägt für starke Sonnenreflexion (Tabelle 5, Abbildung 5c). Weitere potenziell detektionsrelevante Umweltbedingungen wie Seegang, Lufttrübung oder Wassertrübung zeigten zwar signifikante Unterschiede (Tabelle 5), die Effekte waren jedoch klein (Abbildungen 5d bis 5f). Aufgrund der großen Stichprobe von >2 Millionen Standbildern war die Teststärke unserer Analysen hoch und erlaubte den Nachweis auch kleiner Unterschiede zwischen einzelnen Faktorstufen. Diese kleinen Effekte dürften in der Anwendungspraxis kaum Relevanz haben, auch weil Erfassungsflüge in aller Regel nur für Zeitfenster terminiert werden, die gute Erfassungsbedingungen wie klare Luft und wenig Seegang erwarten lassen. In zukünftigen Leistungstests von HiDeFIND selbst, aber auch von vergleichbaren alternativen Modellen zur Detektion von Seevögeln auf See sollten die Effekte detektionsrelevanter Umweltbedingungen nichtsdestotrotz genauer erforscht werden.

Minderung von Effekten der Sonnenreflexion

Verbesserungen der HiDeFIND-Präzision und damit Verbesserungen der Effizienz des gesamten KI-unterstützten Arbeitsprozesses könnten insbesondere an einer weiteren Minimierung der Effekte der Sonnenreflexion ansetzen, die über die etablierten technischen Maßnahmen hinausgeht (siehe 2.2.1). Eine Abmilderung der Effekte der Sonnenreflexion könnte erzielt werden, indem die Empfindlichkeit des Modells kontrolliert reduziert wird. Dies kann durch die Erhöhung von Schwellenwerten in der Postproduktion geschehen, die die Konfidenz definieren, mit der das Modell ein visuelles Muster angesprochen haben muss, um eine Detektion auszulösen. Im Sinne einer möglichst vollständigen Erfassung war für die getestete HiDeFIND-Version 1.0 kein solcher Schwellenwert definiert worden. Um durch starke Sonnenreflexion verursachte Spitzen falsch positiver Detektionen abzumildern, könnte alternativ auch die maximal zulässige Anzahl an Detektionen pro Standbild abgesenkt werden, indem die auf einem Standbild ausgelösten Modell-Detektionen im Nachgang absteigend nach Konfidenz sortiert werden. Unter der Annahme, dass richtig positive Detektionen im Mittel höhere Konfidenzen aufweisen als falsch positive, wären auf Standbildern mit einer Mischung aus richtig positiven und falsch positiven Detektionen dann in erster Linie falsch positive Detektionen betroffen. Für den hier vorgestellten Leistungstest war die Anzahl zugelassener Detektionen pro Standbild auf 1000 beschränkt (49 Standbilder waren von dieser

Deckelung betroffen), die höchste Anzahl relevanter Objekte betrug jedoch in einem Einzelfall nur 811. Für die restlichen 51 217 Standbilder mit mindestens einem relevanten Objekt betrug die Anzahl relevanter Objekte durchgängig weniger als 100. Auf Basis einer Stichprobe zukünftiger Leistungstests sollten die Effekte einer Absenkung der maximalen Anzahl zugelassener Detektionen pro Standbild geprüft werden.

Zielkonflikt Präzision versus Sensitivität

Sowohl eine Erhöhung der Schwellenwerte für die Konfidenz von Detektionen als auch eine Absenkung maximal zulässiger Detektionen pro Standbild könnte mit einer Minderung der globalen Sensitivität einhergehen. Das vordringliche Ziel künftiger Weiterentwicklung wird daher sein, die Präzision bei hoher Sensitivität zu erhöhen, um Vorteile der Automatisierung wie Beschleunigung, erhöhte Reproduzierbarkeit und gesteigerte Kosteneffektivität voll ausnutzen zu können. In jedem Fall sollte eine Ergebnisqualität gewährleistet sein, die mindestens gleich hoch ist wie die des etablierten rein manuellen Arbeitsprozesses. Das Erreichen dieses übergeordneten Entwicklungsziels wird durch technische Innovation bei den Sensoren erleichtert, die mittlerweile bei vergleichbarer Flughöhe und Schwadbreite eine merklich bessere mittlere Bodenauflösung von deutlich unter 2 cm erreichen (BioConsult SH, eigene Daten).

4.3 Qualitätssicherung KI-unterstützter Bestandserfassungen auf See

KI-unterstützte Methoden bieten große Chancen für die Auswertung von digitalen Zählflugdaten in der maritimen Raum- und Umweltplanung, insbesondere auch bei der Auswertegeschwindigkeit. Für die Bewertung von Bestand und Verbreitung von Seevögeln auf See und damit die Rechtssicherheit von Planungsvorhaben sind Qualität, Kontinuität und Vergleichbarkeit der erhobenen Daten von elementarer Bedeutung. Bei der Transformation von manuellen zu (teil-) automatisierten Arbeitsprozessen sollte daher sichergestellt werden, dass Leistung und Praxistauglichkeit von KI-Modellen vor Anwendung umfassend evaluiert werden. Überdies sollte die praktische Anwendung von einem Qualitätssicherungskonzept begleitet werden, in dem definiert ist, wie die Ergebnisqualität bei automatisierter Auswertung von digitalen Erfassungsflügen sichergestellt ist.

4.4 Fazit

Das künstliche neuronale Netzwerk HiDeFIND detektierte Seevögel auf See sowie Meeressäuger auf digitalen Videoaufnahmen fast genauso gut wie speziell geschulte Beobachter:innen. Dies galt auch für Schlüsselarten der maritimen Raum- und Umweltplanung, unabhängig von der Jahreszeit sowie weitgehend unabhängig von detektionsrelevanten Umweltbedingungen. Dabei zeigte das Modell eine gute Generali-

sierbarkeit, die maßgeblich auf den sehr umfangreichen und diversen Trainingsbildsatz zurückzuführen sein dürfte und einen erfolgreichen Einsatz auch in anderen Meeresgebieten mit neuen Artenspektren verspricht. Die hohe globale Sensitivität lässt überdies erwarten, dass HiDeFIND zukünftig auch einen Teil der im manuellen Arbeitsprozess übersehenen Objekte zusätzlich finden könnte. Die hohe Rate falsch positiver Detektionen mindert derzeit noch die Effizienz eines KI-unterstützten Arbeitsprozesses und damit die erzielbare Zeitersparnis und Wirtschaftlichkeit seines Einsatzes. Dank hervorragender Sensitivität mindert dies jedoch in keiner Weise die Effektivität des Modells, also die hohe Qualität der Ergebnisse und der daraus ableitbaren Bestands- oder Dichteschätzungen. Für die Auswertung digitaler Flugerfassungsdaten in der maritimen Raum- und Umweltplanung, im Umweltmonitoring sowie in der Forschung bietet HiDeFIND damit eine zukunftsweisende Alternative zu rein manueller Objektdetektion. HiDeFIND operiert dabei im Rahmen eines integrierten „human-in-the-loop“ Arbeitsprozesses, bei dem eine automatisierte Objektdetektion durch KI von einem Qualitätssicherungsprozess durch geschulte Beobachter:innen flankiert wird.

Dank

Wir danken Claudia Burger, Kelly Macleod und besonders Hanna Kreutzfeldt und Anna Kersten für Diskussion und hilfreiche Kommentare zu früheren Versionen dieses Manuskripts. Christian Vlasak lieferte das Grafikdesign für Abbildung 1 und die Abbildung im Anhang 3. Venela Matz unterstützte uns bei Auswahl und Annotation des Bildmaterials in Abbildung 4. Wir danken Wolfgang Fiedler und einem anonymen Gutachter für hilfreiche Kommentare.

Interessenkonflikte

Tim Schmoll, Guruprasad Hegde, Monika Dorsch und Georg Nehls arbeiten für die BioConsult SH GmbH & Co KG, die gewinnorientiert digitale Offshore-Flugerfassungen nach der HiDef-Methode sowie deren KI-unterstützte Auswertung anbietet.

5 Zusammenfassung

Die zuverlässige Schätzung von Vogelbeständen auf See bildet eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen anthropogener Nutzungsansprüche auf die Meeresumwelt. Der Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) für eine automatisierte Auswertung von Luftbildern verspricht dabei eine schnellere, kostengünstigere und besser reproduzierbare Analyse im Vergleich zur manuellen Bearbeitung. Unklar ist jedoch, ob ein KI-unterstützter Arbeitsprozess eine Ergebnisqualität erzielen kann, die derjenigen geschulter Beobachtungspersonen vergleichbar ist. Dies wäre eine notwendige Voraussetzung für eine Etablierung automatisierter Objekterkennung als Standard in der maritimen Raum- und Umwelt-

planung. Wir beschreiben hier Architektur, Training und Testung des Objekterkennungsmodells HiDeFIND (Version 1.0), eines künstlichen neuronalen Netzwerks mit mehr als 400 Schichten und mehr als 86 Millionen Parametern. Das Modell wurde mit mehr als 138 000 auf HiDef-Videomaterial annotierten Objekten (Vögel und Meeressäuger) trainiert und anschließend mit Bildern eines unabhängigen Testbildsatzes konfrontiert, die 111 666 verifizierte biologische Objekte zeigten. Obgleich der Testbildsatz mit mehr als 120 Arten/Artengruppen fast doppelt so viele Taxa aufwies wie der Trainingsbildsatz, fand HiDeFIND insgesamt 96,5 % aller Objekte. In gemischten Modellen, die die hierarchische Abhängigkeitsstruktur des Datensatzes berücksichtigten, erzielte das Modell eine hohe globale mittlere Sensitivität („recall“ im maschinellen Lernen) von >99 %. Das Modell entdeckte Seevögel und Meeressäugertiere auf Standbildern digitaler Videoaufnahmen demnach fast genauso gut wie speziell geschulte menschliche Beobachter:innen. Dies schloss die Detektion vieler Schlüsselarten der maritimen Raum- und Umweltplanung wie Sterntaucher *Gavia stellata*, Trottellumme *Uria aalge* oder Dreizehenmöwe *Rissa tridactyla* und unter den Meeressäugern den Schweinswal *Phocoena phocoena* ein (alle mit mittleren Sensitivitäten von >99 %). Die erzielte Sensitivität war unabhängig von der Jahreszeit und weitgehend unabhängig von detektionsrelevanter Umweltvariation mit Ausnahme starker Sonnenreflexion. Diese minderte die mittlere Sensitivität, jedoch mit sehr begrenzter Wirkung für die Gesamtleistung, da stärkere Sonnenreflexion in aller Regel bereits effektiv durch technische Maßnahmen vermieden worden war. Die hohe Sensitivität ging mit einer hohen Rate falsch positiver Detektionen einher, die ebenfalls verstärkt bei stärkerer Sonnenreflexion auftraten. In einem KI-unterstützten Arbeitsprozess wird die daraus resultierende niedrige Präzision ein manuelles Herausfiltern falsch positiver Detektionen vor Übergabe an die sich anschließende Artbestimmung erfordern. Derzeit mindert dies noch die Effizienz des Modells und damit die erzielbare Zeitersparnis, nicht jedoch die dank ausgezeichneter Sensitivität hohe HiDeFIND-Ergebnisqualität. Für die Auswertung digitaler Flugerfassungsdaten in der maritimen Raum- und Umweltplanung, im Umweltmonitoring sowie in der Forschung bietet HiDeFIND damit eine zukunftsweisende Alternative zur manuellen Objektdetektion. HiDeFIND operiert dabei im Rahmen eines integrierten „human-in-the-loop“ Arbeitsprozesses, bei dem eine automatisierte Objektdetektion durch KI von einem Qualitätssicherungsprozess durch geschulte Beobachter:innen flankiert wird.

6 Literatur

- Borowiec ML, Dikow RB, Frandsen PB, McKeeken A, Valentini G & White AE 2022: „Deep Learning“ as a tool for ecology and evolution. *Methods in Ecology and Evolution* 13: 1640–1660.
- Borowicz A, Le H, Humphries G, Nehls G, Höschle C, Kosarev V & Lynch HJ 2019: Aerial-trained „Deep Learning“ networks for surveying cetaceans from satellite imagery. *PLOS ONE* 14: e0212532.
- Boulent J, Charry B, Kennedy MM, Tissier E, Fan R, Marcoux M, Watt CA & Gagné-Turcotte A 2023: Scaling whale monitoring using „Deep Learning“: A human-in-the-loop

- solution for analyzing aerial datasets. *Frontiers in Marine Science* 10: 1099479.
- BSH 2013: Standard - Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 4).
- Buckland ST, Burt ML, Rexstad EA, Mellor M, Williams AE & Woodward R 2012: Aerial surveys of seabirds: the advent of digital methods. *Journal of Applied Ecology* 49: 960–967.
- Burnell R, Schellaert W, Burden J, Ullman TD, Martinez-Plumed F, Tenenbaum JB, Rutar D, Cheke LG, Sohl-Dickstein J, Mitchell M, Kiela D, Shanahan M, Voorhees EM, Cohn AG, Leibo JZ & Hernandez-Orallo J 2023: Rethink reporting of evaluation results in AI. *Science* 380: 136–138.
- Converse RL, Lippitt CD, Koneff MD, White TP, Weinstein BG, Gibbons R, Stewart DR, Fleishman AB, Butler MJ, Sesnie SE & Harris GM 2024: Remote sensing and machine learning to improve aerial wildlife population surveys. *Frontiers in Conservation Science* 5: 1416706.
- Dierschke V, Borkenhagen K, Enners L, Garthe S, Mercker M, Peschko V, Schwemmer H & Markones N 2024: Sensitivität von Seevögeln gegenüber Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee im Hinblick auf Lebensraumverluste durch Meidung. *Vogelwelt* 142: 59–74.
- Ditria EM, Buelow CA, Gonzalez-Rivero M & Connolly RM 2022: Artificial intelligence and automated monitoring for assisting conservation of marine ecosystems: A perspective. *Frontiers in Marine Science* 9: 918104.
- Dorsch M, Schmoll T & Nehls G 2024: Zehn Jahre digitale Flugerfassung von Seevögeln und Meeressäugern. Die HiDef-Methode. *Seevögel* 45: 14–17.
- Dujon AM, Ierodiakonou D, Geeson JJ, Arnould JPY, Allan BM, Katselidis KA & Schofield G 2021: Machine learning to detect marine animals in UAV imagery: effect of morphology, spacing, behaviour and habitat. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 7: 341–354.
- Fliessbach KL, Borkenhagen K, Guse N, Markones N, Schwemmer P & Garthe S 2019: A Ship Traffic Disturbance Vulnerability Index for Northwest European Seabirds as a Tool for Marine Spatial Planning. *Frontiers in Marine Science* 6: 192.
- Forstmeier W, Wagenmakers E & Parker TH 2017: Detecting and avoiding likely false-positive findings – a practical guide. *Biological Reviews* 92: 1941–1968.
- Frainer G, Dufourq E, Fearey J, Dines S, Probert R, Elwen S & Gridley T 2023: Automatic detection and taxonomic identification of dolphin vocalisations using convolutional neural networks for passive acoustic monitoring. *Ecological Informatics* 78: 102291.
- Furness RW, Wade HM & Masden EA 2013: Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management* 119: 56–66.
- Greener JG, Kandathil SM, Moffat L & Jones DT 2022: A guide to machine learning for biologists. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 23: 40–55.
- Guirado E, Tabik S, Rivas ML, Alcaraz-Segura D & Herrera F 2019: Whale counting in satellite and aerial images with „Deep Learning“. *Scientific Reports* 9: 14259.
- Hurlbert SH 1984: Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological Monographs* 54: 187–211.
- Ke T-W, Yu SX, Koneff MD, Fronczak DL, Fara LJ, Harrison TJ, Landolt KL, Hlavacek EJ, Lubinski BR & White TP 2024: „Deep Learning“ workflow to support in-flight processing of digital aerial imagery for wildlife population surveys. *PLOS ONE* 19: e0288121.
- Kellenberger B, Veen T, Folmer E & Tuia D 2021: 21 000 birds in 4.5 h: efficient large-scale seabird detection with machine learning. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 7: 445–460.
- Kuhn HW 1955: The Hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics Quarterly* 2: 83–97.
- Kuru K, Clough S, Ansell D, McCarthy J & McGovern S 2023: WILDetect: An intelligent platform to perform airborne wildlife census automatically in the marine ecosystem using an ensemble of learning techniques and computer vision. *Expert Systems with Applications* 231: 120574.
- Lenzi J, Barnas AF, ElSaid AA, Desell T, Rockwell RF & Ellis-Felege SN 2023: Artificial intelligence for automated detection of large mammals creates path to upscale drone surveys. *Scientific Reports* 13: 947.
- Li J, Xu W, Deng L, Xiao Y, Han Z & Zheng H 2023: „Deep Learning“ for visual recognition and detection of aquatic animals: A review. *Reviews in Aquaculture* 15: 409–433.
- Marchowski D 2021: Drones, automatic counting tools, and artificial neural networks in wildlife population censusing. *Ecology and Evolution* 11: 16214–16227.
- McIlwaine B & Rivas Casado M 2021: JellyNet: The convolutional neural network jellyfish bloom detector. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 97: 102279.
- Miao Z, Yu SX, Landolt KL, Koneff MD, White TP, Fara LJ, Hlavacek EJ, Pickens BA, Harrison TJ & Getz WM 2023: Challenges and solutions for automated avian recognition in aerial imagery. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 9: 439–453.
- Nakagawa S, Lagisz M, Francis R, Tam J, Li X, Elphinstone A, Jordan NR, O'Brien JK, Pitcher BJ, Van Sluys M, Sowmya A & Kingsford RT 2023: Rapid literature mapping on the recent use of machine learning for wildlife imagery. *Peer Community Journal* 3: e35.
- Saeed W & Omlin C 2023: Explainable AI (XAI): A systematic meta-survey of current challenges and future opportunities. *Knowledge-Based Systems* 263: 110273.
- Sokolova M & Lapalme G 2009: A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management* 45: 427–437.
- Tabak MA, Norouzzadeh MS, Wolfson DW, Sweeney SJ, Vercauteren KC, Snow NP, Halseth JM, Di Salvo PA, Lewis JS, White MD, Teton B, Beasley JC, Schlichting PE, Boughton RK, Wight B, Newkirk ES, Ivan JS, Odell EA, Brook RK, Lukacs PM, Moeller AK, Mandeville EG, Clune J & Miller RS 2019: Machine learning to classify animal species in camera trap images: Applications in ecology. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 585–590.
- Torney CJ, Lloyd-Jones DJ, Chevallier M, Moyer DC, Maliti HT, Mwita M, Kohi EM & Hopcraft GC 2019: A comparison of „Deep Learning“ and citizen science techniques for counting wildlife in aerial survey images. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 779–787.
- Tuia D, Kellenberger B, Beery S, Costelloe BR, Zuffi S, Risse B, Mathis A, Mathis MW, van Langevelde F, Burghardt T, Kays R, Klinck H, Wikelski M, Couzin ID, van Horn G, Crofoot MC, Stewart CV & Berger-Wolf T 2022: Perspectives in machine learning for wildlife conservation. *Nature Communications* 13: 792.

- Weiser EL, Flint PL, Marks DK, Shults BS, Wilson HM, Thompson SJ & Fischer JB 2023: Optimizing surveys of fall-staging geese using aerial imagery and automated counting. *Wildlife Society Bulletin* 47: e1407.
- Weiß F, Büttger H, Baer J, Welcker J & Nehls G 2016: Erfassung von Seevögeln und Meeressäugtieren mit dem HiDef Kamerasystem aus der Luft. *Seevögel* 37: 14–21.
- Xu Z, Wang T, Skidmore AK & Lamprey R 2024: A review of „Deep Learning“ techniques for detecting animals in aerial and satellite images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 128: 103732.
- Žydelis R, Dorsch M, Heinänen S, Nehls G & Weiss F 2019: Comparison of digital video surveys with visual aerial surveys for bird monitoring at sea. *Journal of Ornithology* 160: 567–580.

Glossar Fachbegriffe

Bounding Box: Im Computersehen grenzen Bounding Boxen Objekte von Interesse in Rechteckform möglichst eng ein. Auf Bildmaterial für Trainingszwecke werden Bilder mit Bounding Boxen annotiert, um dem Modell visuelle Muster der Zielobjekte als Lernbeispiele bereitzustellen. Bei Validierung und Test hingegen repräsentieren Bounding Boxen die vom Modell gemachten Vorhersagen und stellen somit das Ergebnis der automatisierten Objekterkennung dar.

Bodenauf Auflösung („ground sampling distance“): Reale Strecke auf der Erd- oder Meeresoberfläche, die dem Abstand der Zentren benachbarter Pixel im digitalen Bild entspricht.

Convolutional Neural Network (CNN): CNNs sind eine auf „Deep Learning“ basierende Variante künstlicher neuronaler Netzwerke, die besonders gut für die Verarbeitung von Bilddaten geeignet ist. CNNs nutzen Faltungsschichten („convolutional layers“), um lokale Muster wie Kanten oder Formen zu erkennen und schrittweise zu komplexeren Strukturen zu kombinieren. CNNs lernen relevante Muster direkt aus ihren Trainingsdaten und sind zentraler Bestandteil moderner automatisierter Bildanalyseverfahren.

„Deep Learning“: „Deep Learning“ als Teildisziplin des maschinellen Lernens setzt künstliche neuronale Netzwerke mit zahlreichen tief gestaffelten Netzwerkschichten zwischen der Eingabeschicht (z. B. RGB-Werte der Pixel eines Digitalfotos) und der Ausgabeschicht (z. B. Foto enthält Seevogel ja/nein) ein. Dies ermöglicht Computern hocheffizientes autonomes Lernen aus Beispielen. Maschinelles Lernen ist wiederum ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz.

Explainable Artificial Intelligence (XAI): Die Entscheidungen künstlicher neuronaler Netzwerke sind im Einzelfall oft schwer nachvollziehbar („Black Box“). Mit diesem Problem beschäftigt sich eine eigene Unterdisziplin des „Deep Learning“, die sogenannte erklärbare künstliche Intelligenz („Explainable Artificial Intelligence“; Übersicht z. B. in Saeed & Omlin 2023). Während in sensiblen Anwendungen wie automatisierter Kreditvergabe hohe Anforderungen an einer Nachvollziehbarkeit des Entscheidungsprozesses bestehen, wird dieser Aspekt im Computersehen generell als weniger entscheidend betrachtet. Die Evaluierung von Modellen im Computersehen ist entsprechend stark ergebnis- und weniger prozessorientiert.

Feste Effekte: Schätzer fester Effekte in statistischen Modellen repräsentieren in der Regel Differenzen von Mittelwerten (für Faktoren) oder Steigungen (für Kovariaten).

Gradientenverfahren („gradient descent“): Im maschinellen Lernen häufig genutzter Optimierungsalgorithmus, um effizient lokale Minima einer Verlustfunktion zu bestimmen. In unserer Anwendung sind dies Minima der Abweichung zwischen tatsächlicher Objektposition und der vom Modell vorhergesagten Objektposition in digitalen Bildern. Die unterliegende Heuristik der Gradientenmethode entspricht dem sogenannten „Bergsteigeralgorithmus mit negativem Vorzeichen“: Ein Bergsteiger in dichtem Nebel wird den Gipfel – ein lokales Maximum – auf dem kürzesten Weg erklimmen, wenn er zu jedem Zeitpunkt des Aufstiegs die Route des steilsten Anstiegs wählt. Analog dazu bewegt sich der Optimierungsalgorithmus entlang des steilsten Gradientenabfalls.

Intersection over Union (IoU): Eine wichtige Kenngröße im Computersehen, die den Grad der Überlappung der aus dem Feldvergleich abgeleiteten Bounding Box („ground truth“) mit der vom Objekterkennungsmodell vorhergesagten Bounding Box angibt (in Prozent). Je nach geforderter Präzision der Verortung können Schwellenwerte festgelegt werden, ab denen eine Modellvorhersage als korrekt (richtig positiv) bewertet wird.

Präzision: Anteil der richtig positiven Vorhersagen an allen positiven Modellvorhersagen (Summe richtig positiver und falsch positiver Vorhersagen); im maschinellen Lernen als „precision“ oder „positive predictive value“ bezeichnet.

Sensitivität: Anteil der richtig positiven Vorhersagen an allen tatsächlich positiven Fällen (Summe richtig positiver und falsch negativer Vorhersagen); im maschinellen Lernen als „recall“ oder „true positive rate“ bezeichnet.

You Only Look Once (YOLO): Frühe Objekterkennungsmodelle basierten auf einem rechenintensiven, zweistufigen Prozess: Zunächst wurden Regionen mit potenziellen Objekten lokalisiert, anschließend in einem zweiten Schritt Objekte klassifiziert (ist Zielobjekt ja/nein). YOLO-Modelle hingegen leisten beide Schritte simultan bei nur einmaliger Präsentation eines Bildes – eine Innovation, die die automatisierte Objekterkennung wesentlich vereinfacht und beschleunigt hat.

Zufallseffekte: Schätzer von Zufallseffekten in statistischen Modellen repräsentieren in der Regel Varianzen, die durch Unterschiede zwischen Gruppen abhängiger Daten bedingt sind. Dabei gilt u. a. die Annahme, dass die im Datensatz vertretenen Gruppen/Stufen eine zufällige Stichprobe aus einer theoretisch unbegrenzten Menge möglicher Gruppen/Stufen dieses Effekts darstellen.

Anhang 1: Beschreibung detektionsrelevanter Umweltbedingungen. – Appendix 1: Description of detection-relevant environmental conditions.

Umweltbedingung – Environmental condition	Beschreibung – Description	Skalenniveau – Scale	Erfasst pro – Assessed per	Fehlerverteilung (abhängige Variable) – Errors (dependent variable)	Art des Prädiktors (unabhängige Variable) – Predictor type (independent variable)
Sonnenreflexion – Glare	Grad der Sonnenreflexion auf der Meeresoberfläche. – Degree of sun reflection on the sea surface.	Ordinal: Keine, gering, mäßig, stark. – Ordinal: None, slight, moderate, strong.	¹ Standbild. – Frame.	Normal – Gaussian.	Faktor (fester Effekt) mit vier Stufen. – Fixed effect four-level factor.
Seegang – Sea state	Zustand der freien Meeresoberfläche, erzeugt durch Dünung und Windsee. – State of the open sea surface produced by both swell and wind sea.	² Ordinal: Spiegelglatt, ruhig, schwach bewegt, leicht bewegt, mäßig bewegt, grob, schwach bewegt, grob. – Ordinal: Smooth, calm, weakly moved, slightly moved, moderately moved, rough.	³ Reihe horizontal benachbarter Standbilder über die acht Videosequenzen. – Row of horizontally adjacent frames across the eight reels.	Normal – Gaussian.	Faktor (fester Effekt) mit sechs Stufen. – Fixed effect six-level factor.
Lufttrübung – Air turbidity	Grad der Trübung des Luftkörpers zwischen Flugzeug und Meeresoberfläche. – Degree of turbidity of the air body between aircraft and sea surface.	Ordinal: Keine, gering, mäßig bis stark. – Ordinal: None, slight, moderate to strong.	³ Reihe horizontal benachbarter Standbilder über die acht Videosequenzen. – Row of horizontally adjacent frames across the eight reels.	⁴ Binomial – Binomial.	⁴ Faktor (fester Effekt) mit zwei Stufen (Lufttrübung versus keine). – Fixed effect two-level factor (air turbidity versus none).
⁵ Wassertrübung – Water turbidity	Grad der durch Schwebstoffe verursachten Trübung des Meerwassers. – Degree of turbidity of seawater caused by suspended matter.	Ordinal: Keine, gering, mäßig bis stark. – Ordinal: None, slight, moderate to strong.	³ Reihe horizontal benachbarter Standbilder über die acht Videosequenzen. – Row of horizontally adjacent frames across the eight reels.	⁶ Binomial – Binomial.	⁶ Faktor (fester Effekt) mit zwei Stufen (Wassertrübung versus keine). – Fixed effect two-level factor (water turbidity versus none).

¹Geschätzt auf jeder der acht Videosequenzen eines Transekts. – Estimated from each of the eight reels of a transect.²Entspricht unterem Teil der Petersen-Skala zur Klassifikation des Seegangs. Aufnahmen bei mehr als grober See müssen laut behördlicher Untersuchungsstandards verworfen werden. – Corresponds to lower part of the Petersen sea state scale. Footage taken in more than rough seas must be discarded according to regulatory guidelines.³Geschätzt nur auf Videosequenzen der virtuellen Kamera #2. – Estimated only from the reels captured by virtual camera #2.⁴Lufttrübung „mäßig bis stark“ war sehr selten (0.1% und 0.09% der Beobachtungen im Trainings- und Testbildsatz) und wurde für die Analysen mit „gering“ zusammengelegt. – Air turbidity “moderate to strong” was very rare (0.1% and 0.09% of observations in the training and test data set, respectively) and merged with “slight” for analysis.⁵Relevant für (teilweise) untergetauchte Meeressäuger. – Relevant for (partially) submerged marine mammals.⁶Wassertrübung „mäßig bis stark“ war sehr selten (0.7% und 0.65% der Beobachtungen im Trainings- und Testbildsatz) und wurde für die Analysen mit „gering“ zusammengelegt. – Water turbidity “moderate to strong” was very rare (0.7% and 0.65% of observations in the training and test data set, respectively) and merged with “slight” for analysis.

Anhang 2: Eigenschaften von Trainingsbildsatz und Testbildsatz. – *Appendix 2: Attributes of training and test image set.*

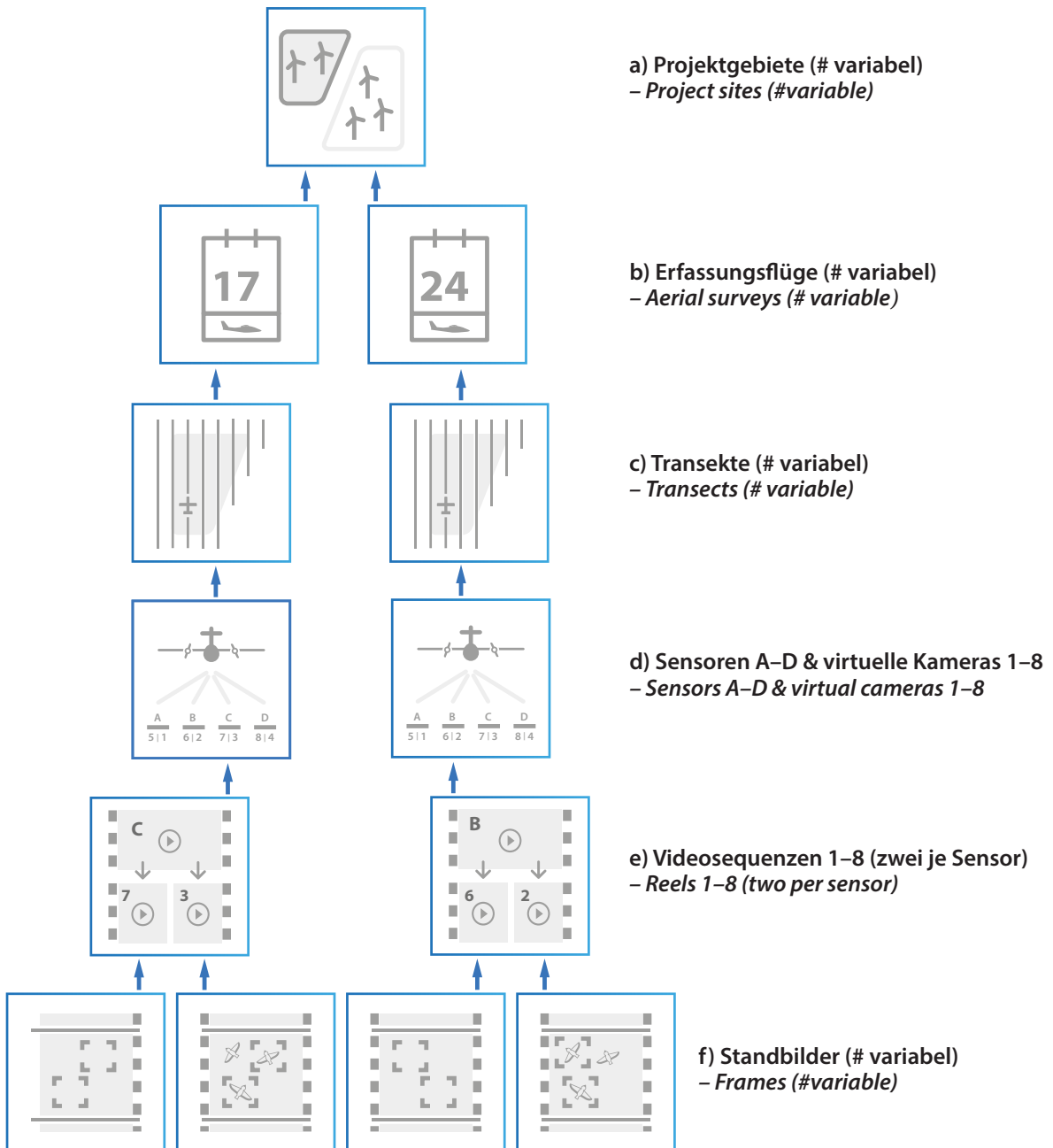
Eigenschaft – <i>Attribute</i>	Trainingsbildsatz – <i>Training image set</i>	Testbildsatz – <i>Test image set</i>
Jahre – <i>Years</i>	2017, 2021	2021, 2022
Summe Transekt-Kilometer – <i>Total transect kilometers</i>	~11 650	~8040
Analysierte/aufgezeichnete Fläche (km ²) – <i>Area analysed/observed (km²)</i>	~6080/6210	~4180/4280
Analysiertes HiDef Video-Material (h) – <i>HiDef video footage analysed (h)</i>	~280	~250
Meeresgebiete – <i>Marine areas</i>	Nordsee, Ostsee	Nordsee, Ostsee, Englischer Kanal
Projektgebiete – <i>Project sites</i>	4	6
Erfassungsflüge – <i>Aerial surveys</i>	21 ¹	13 ¹
Transekte – <i>Transects</i>	291	196
Videosequenzen – <i>Reels</i>	1629	1408
Standbilder – <i>Frames</i>	79 134 ²	51 218 ²
Von Menschen (nicht vom Modell) markierte Objekte – <i>Objects marked by humans (not the model)</i>	138 681 ³	111 666
Von Menschen (nicht vom Modell) markierte individuelle Organismen – <i>Individual organisms marked by humans (not the model)</i>	26 635	111 666 ⁴
Von Menschen (nicht vom Modell) markierte Vogelobjekte – <i>Bird objects marked by humans (not the model)</i>	132 718	110 697
Von Menschen (nicht vom Modell) markierte Säuger-Objekte – <i>Mammal objects marked by humans (not the model)</i>	5846	703
Andere von Menschen (nicht vom Modell) markierte Objekte – <i>Other objects marked by humans (not the model)</i>	117 ⁵	266 ⁵
Arten-/Artengruppen – <i>Species/species group richness</i>	66	124
Gesamtdiversität – <i>Species/species group diversity</i>	4.28 ⁶	4.05 ⁶
Gesamtgleichverteilung – <i>Species/species group evenness</i>	0.71 ⁷	0.58 ⁷
Vogelarten – <i>Bird species richness</i>	37	73
Vogel-Artengruppen – <i>Bird species group richness</i>	20	36
Summe Vogeltaxa – <i>Bird taxa richness</i>	57	109
Diversität Vogelarten – <i>Bird species diversity</i>	3.64 ⁶	3.48 ⁶
Gleichverteilung Vogelarten – <i>Bird species evenness</i>	0.70 ⁷	0.56 ⁷

Anhang 2: Fortsetzung

Eigenschaft – <i>Attribute</i>	Trainingsbildsatz – <i>Training image set</i>	Testbildsatz – <i>Test image set</i>
Diversität Vogel-Artengruppen – <i>Bird taxa diversity</i>	4.16 ⁶	3.99 ⁶
Gleichverteilung Vogel-Artengruppen – <i>Bird taxa evenness</i>	0.71 ⁷	0.59 ⁷
Kumulativer Prozentsatz fünf häufigster Vogeltaxa – <i>Cumulative percentage of five most abundant bird taxa</i>	53.8 ⁸	66.4 ⁸
Kumulativer Prozentsatz zehn häufigster Vogeltaxa – <i>Cumulative percentage of ten most abundant bird taxa</i>	78.3 ⁸	78.6 ⁸
Kumulativer Prozentsatz zwanzig häufigster Vogeltaxa – <i>Cumulative percentage of twenty most abundant bird taxa</i>	94.9 ⁸	88.8 ⁸
Säugetierarten – <i>Mammal species richness</i>	4	5
Säugetier-Artengruppen – <i>Mammal species group richness</i>	3	2
Summe Säugetier-Taxa – <i>Mammal taxa richness</i>	7	7
Diversität Säugetierarten – <i>Mammal species diversity</i>	0.18 ⁶	1.21 ⁶
Gleichverteilung Säugetierarten – <i>Mammal species evenness</i>	0.09 ⁷	0.52 ⁷
Diversität Säugetier-Artengruppen – <i>Mammal taxa diversity</i>	0.83 ⁶	1.80 ⁶
Gleichverteilung Säugetier-Artengruppen – <i>Mammal taxa evenness</i>	0.30 ⁷	0.64 ⁷
Gewichtetes Mittel Sonnenreflexion ⁹ (95% Konfidenz) – <i>Weighted mean glare⁹ (95% confidence)</i>	0.61 (0.44-0.78)	0.20 (0.12-0.28)
Gewichtetes Mittel Seegang ⁹ (95% Konfidenz) – <i>Weighted mean sea state⁹ (95% confidence)</i>	2.54 (2.26-2.82)	2.11 (1.82-2.40)
Gewichtete Wahrscheinlichkeit von Lufttrübung ⁹ (95% Konfidenz) – <i>Weighted mean probability of (some) air turbidity⁹ (95% confidence)</i>	0.17 (0.10-0.27)	0.15 (0.08-0.23)
Gewichtete Wahrscheinlichkeit von Wassertrübung ⁹ (95% Konfidenz) – <i>Weighted mean probability of (some) water turbidity⁹ (95% confidence)</i>	0.16 (0.09-0.26)	0.18 (0.11-0.28)

¹Siehe Abbildung 2 im Text für jahreszeitliche Verteilungen. – *See figure 2 in main text for seasonal distributions.*²Standbilder, auf denen Beobachter:innen mindestens ein biologisches Objekt entdeckt hatten. – *Frames, on which human observers had detected at least one biological object.*³Im Trainingsbildsatz stellt ein auf mehreren Standbildern erfasstes Individuum ein Trainingsobjekt je Standbild dar (siehe Text 2.2.4.3). – *In the training image set, an individual present on multiple frames represents a separate training object on each occasion (see text 2.2.4.3).*⁴Im Testbildsatz ist jedes Individuum nur einmalig vertreten (siehe Text 2.2.4.3). – *In the test image set, each individual is represented only once (see text 2.2.4.3).*⁵Zum Beispiel Roter Thun, Mondfisch, Löwenmähenqualle. – *For example Atlantic Bluefin Tuna, Ocean Sunfish, Lion's Mane Jellyfish.*⁶Shannon-Index (\log_2). – *Shannon-Index (\log_2).*⁷Shannon-Index/maximal möglicher Shannon-Index. – *Shannon-Index/maximum possible Shannon-Index.*⁸Siehe Abbildung 3 im Text für Artidentitäten. – *See figure 3 in main text for species identities.*⁹Siehe auch Anhang 1. – *See also electronic supplementary material 1.*

Anhang 3: Hierarchische Abhängigkeitsstruktur von HiDef-Daten – *Appendix 3: Hierarchical dependency structure of HiDef data.*



Ursachen für die Nicht-Unabhängigkeit von Detektionswahrscheinlichkeiten können sich auf geteilte Attribute der Objekte selbst, geteilte Attribute ihrer Umwelt im Moment der Erfassung oder auf geteilte Attribute der sensorischen Maschinerie beziehen, die einen Bildsatz erzeugt hat. Die unten beispielhaft benannten möglichen Ursachen stellen einige von vielen plausiblen, sich nicht wechselseitig ausschließenden Ursa-

chen dar. Im Kontext der Leistungsanalysen von HiDe-FIND können Detektionen richtig positive, falsch negative, aber auch falsch positive Modellvorhersagen repräsentieren. In f) sind beispielhaft richtig positive Vorhersagen des Modells durch stilisierte Bounding Boxen mit Zielobjekt dargestellt, falsch positive durch Bounding Boxen ohne Zielobjekt und falsch negative als bloßes Zielobjekt. – *Reasons for the non-independence*

of detection probabilities can refer to shared attributes of the objects themselves, shared attributes of their environment at the moment of acquisition, or shared attributes of the sensory machinery that generated an image set. The potential causes highlighted below in an exemplary fashion are some of many plausible causes that are not mutually exclusive. In the context of the performance analyses of HiDeFIND, detections can represent true positive, false negative, but also false positive model predictions. In f), true positive predictions of the model are represented by stylized bounding boxes with target object, false positive predictions by bounding boxes without target object, and false negative predictions by target objects only.

Abhängigkeiten in HiDef-Datensätzen könnten begründet sein in der: – *Dependencies in HiDef data sets could be caused by the:*

- **Identität von Projektgebieten (1a).** Die Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells könnten zwischen Projektgebieten variieren, wenn sie artspezifisch sind und sich Projektgebiete im Artenspektrum unterscheiden; oder wenn sie tageszeitabhängig sind und verschiedene Gebiete systematisch zu unterschiedlichen Tageszeiten befliegen wurden (z. B. aufgrund unterschiedlicher Anflugdistanzen). – *Identity of project sites (1a). The model's detection probabilities could vary among project sites if they are species-specific, and project sites differ in species composition; or if they are dependent on the time of day and different areas were surveyed at systematically different times of the day (e.g. due to different approach distances).*
- **Identität von Erfassungsflügen (geschachtelt in Projektgebieten, 1b).** Innerhalb von Projektgebieten könnten Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells zwischen individuellen Erfassungsflügen variieren, wenn Objekte die hydrografischen Bedingungen oder das Wetter auf der Makroskala eines Erfassungsfluges teilen. – *Identity of aerial surveys (nested in project sites, 1b). Within project sites, model detection probabilities could vary among individual aerial surveys, when objects share the macroscale hydrographic or weather conditions of a given aerial survey.*
- **Identität von Transekten (geschachtelt in Erfassungsflügen, 1c).** Innerhalb von Erfassungsflügen könnten Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells zwischen individuellen Transekten variieren, wenn Objekte die hydrografischen Bedingungen von Transekten auf der Mesoskala teilen (z. B. Luv- oder Lee-Seiten um Inseln). – *Identity of transects (nested in aerial surveys, 1c). Within aerial surveys, model detection probabilities could vary among individual transects when objects share the mesoscale hydrographic conditions of transects on this (e.g., windward versus leeward sides around islands).*
- **Identität von Sensoren (geschachtelt in Transekten, 1d).** Innerhalb von Transekten könnten die Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells zwischen individuellen Sensoren variieren, wenn geringfügige Unterschiede bei der Produktion oder Konfiguration ihrer Komponenten existieren. – *Identity of sensors (nested in transects, 1d). Within transects, the model detection probabilities could vary among individual sensors if there are minor differences in the production or configuration of their components.*
- **Identität von Videosequenzen (geschachtelt in Sensoren, 1e).** Innerhalb von Sensoren könnten die Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells zwischen individuellen Videosequenzen variieren, wenn die Qualität des Referenzmaterials (Benchmark) von der Identität der menschlichen Beobachter:innen abhängt, die das Referenzmaterial produziert haben (Videomaterial wird auf Basis von Videosequenzen zufällig zugewiesen). – *Identity of reels (nested in sensors, 1e). Within sensors, model detection probabilities could vary among individual reels if the quality of the reference material (benchmark) depends on the identity of the human observers who produced the reference material (video footage is randomly assigned based on reels).*
- **Identität von Standbildern (geschachtelt in Videosequenzen, 1f).** Innerhalb von Videosequenzen könnten die Detektionswahrscheinlichkeiten des Modells zwischen individuellen Standbildern variieren, wenn Objekte die hydrografischen Bedingungen oder das Wetter auf der Mikroskala eines bestimmten Standbilds teilen. – *Identity of still images (nested in reels, 1f). Within reels, model detection probabilities could vary among individual still images when objects share microscale hydrographic or weather conditions of a given image.*

In Japannetz gefangene Blaumeise *Cyanistes caeruleus* als Beute des Eichhörnchens *Sciurus vulgaris*

Jason Bosch, Stefan Bosch, Peter Lurz & Wolfgang Fiedler

Bosch J, Bosch S, Lurz P & Fiedler W 2025: A Blue Tit *Cyanistes caeruleus* caught in a mist net as prey for a Red Squirrel *Sciurus vulgaris*. Vogelwarte 63: 216–218.

In autumn, a red squirrel was observed feeding on a blue tit caught in a mist net situated in an alder woodland. The squirrel had bitten off the head and eaten the nutritious brain and skullcap. We interpret the behaviour as a result of an autumn food shortage in the observation area.

Our observation emphasises that squirrels are capable to hunt and eat meat, especially small vertebrates, when given the opportunity. Historical and current reports show that birds of various species can become prey for squirrels. It remains to be seen whether the targeted predation of birds caught in nets at bird trapping sites represents a learned behaviour, and this requires further study.

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

PL: Lurzgasse 3, 97236 Randersacker. E-Mail: Peter.Lurz@ed.ac.uk

WF: Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie, Am Obstberg 1, 78315 Radolfzell. E-Mail: fiedler@ab.mpg.de

Auf der Halbinsel Mettnau bei Radolfzell am Bodensee betreibt das Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie (vormals unter dem Namen „Vogelwarte Radolfzell“) seit 1972 eine Fanganlage zur Beringung ziehender Vögel im Rahmen des „MRI-Programms“ (Berthold & Schlenker 1975). Die Fanggasse mit Japannetzen (Stellnetzen) führt durch Erlen- und Auwald und Schilfbiete bis an das Ufer des Bodensees.

Bei den stündlichen Kontrollgängen trafen wir am 31. Oktober 2024 um 11:03 MEWZ an einem Netz im Bereich des Erlenwaldes auf zwei gefangene Blaumeisen (*Cyanistes caeruleus*), die in ca. 30 bis 40 Zentimetern über dem Boden im untersten Netzfach übereinander hingen. An der unteren Blaumeise machte sich ein dunkelbraunes Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) zu schaffen, das bei unserem Erscheinen flüchtete. Es hatte der Blaumeise den Kopf abgebissen und das Gehirn und die Knochen der Schädelkalotte aufgeessen (Abb. 1). Nur die Schädelbasis und der restliche Körper blieben übrig (Abb. 2). Ob das Hörnchen ohne unsere Störung den Vogel vollständig aufgeessen hätte, bleibt ungeklärt. Die verbliebenen Überreste der Blaumeise mussten aus dem Netz geschnitten werden.

Bereits an den Vortagen konnten wir mehrfach Eichhörnchen beobachten, die sich in diesem Abschnitt der Fanggasse aufgehalten haben und sich auch am unteren Netzfach zu schaffen machten, indem sie auf den Hinterbeinen stehend mit den Vorderpfoten in die Maschen griffen. Spuren weiterer Zugriffe auf im Netz gefangene Vögel konnten wir nicht feststellen. In diesen Tagen

waren im Bereich der Fanggasse tagsüber mindestens fünf Eichhörnchen aktiv, die sich häufig im Weißdorn (*Crataegus* sp.) aufhielten und dort die Samen der reifen Früchte fraßen.

Zugriffe von Beutegreifern auf die zu untersuchende Vogelwelt wurden während der fünf Jahrzehnte auf der Fanganlage Mettnau gelegentlich durch Greifvögel wie Sperber (*Accipiter nisus*, eig. Beob.) oder Marder (*Martes spec.*), streunende Hauskatzen (*Felis catus*) und Fuchs (*Vulpes vulpes*), in einem Fall sogar durch den Seefrosch



Abb. 1: Eichhörnchen frisst im Netz gefangene Blaumeise – Red Squirrel feeds on a Blue Tit captured in a mist net. Radolfzell, 31.10.2024. Foto: J. Bosch



Abb. 2: Überreste der Blaumeise, Blick auf die Schädelbasis.
– *Remains of the Blue Tit, view on basal part of the skull.*
Radolfzell, 31.10.2024. Foto: S. Bosch

(*Rana ridibunda*) festgestellt. Solche Fälle sind zwar selten, aber ethisch problematisch und erfordern geeignete Gegenmaßnahmen wie z. B. das Vergrämen der Beutegreifer oder ein zeitweise kürzeres Kontrollintervall. Unsere Beobachtung ergänzt diese Auflistung um das Eichhörnchen als Prädator am Netz, dem ggf. beim Einsatz von Japannetzen Aufmerksamkeit gewidmet werden muss.

Als typische Baumhörnchenart nutzen Eichhörnchen als Hauptnahrung Baumsamen von Fichten (*Picea abies*), Kiefern (*Pinus sp.*), Lärchen (*Larix decidua*), Hasel- und Walnuss (*Corylus avellana*, *Juglans regia*) und anderen Baumarten (Lurz et al. 2005). Daneben werden je nach Verfügbarkeit auch Früchte, Flechten, Pilze, Vogelei und Jungvögel genutzt und von Weibchen selbst Geweihe

und Knochen benagt, um den Kalziumbedarf während der Laktation zu decken (Shuttleworth 1996, Bosch & Lurz 2011a). Flexibilität in der Ernährung ermöglicht Tieren, rasch auf Veränderungen wie z. B. vermehrte Angebote im Rahmen von Massenvermehrungen zu reagieren. In einer Langzeitstudie an Kalifornischen Zieseln (*Otospermophilus beecheyi*) wurde die Entwicklung eines neuen Prädationsverhaltens mit gezielter Jagd und Fleischkonsum während einer Gradation der Kalifornischen Wühlmaus (*Microtus c. californicus*) beobachtet. Das neue Verhalten zeigten Jung- und Alttiere beider Geschlechter (Smith et al. 2024).

Obwohl die Hauptnahrung pflanzlicher Art ist, können Hörnchen auch kleine Wirbeltiere töten und deren Fleisch fressen, u. a. sogar Artgenossen und eigene Jungtiere (Infantizid; u. a. Callahan 1993). Die Nutzung energiereicher Fleischnahrung kann durch Gelegenheits- oder gezielt erjagte Beute erfolgen. Dies hängt von diversen Faktoren ab, wie Mangel an anderer Nahrung, der Dichte und Verfügbarkeit der Beute, genetisch prädisponierten oder erlernten Jagdkenntnissen etc. (vgl. Diskussion bei Smith et al. 2024).

Historische Berichte über Eichhörnchen, die Eier, Nestlinge und Vögel fressen, finden sich seit dem 19. Jahrhundert in der Literatur. Dabei lässt sich eine Veränderung in der Bewertung dieses Ernährungsverhaltens erkennen: Im 19. und 20. Jahrhundert galten sie als schlimmste „Vogelmörder“ mit „Raubsucht“, darauf folgte eine differenziertere und relativierende Einordnung (u. a. Bosch & Lurz 2011 b). So argumentieren zum Beispiel Pelech et al. (2010), dass Nestraub ein komplexer Vorgang ist, der sowohl von Motivation als auch Erfahrung des individuellen Hörnchens beeinflusst ist. Beim Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) wurde im Gegensatz zu Eichhörnchen ein möglicher Einfluss auf die Bestände waldbewohnender Vogelarten wie Türkentaube (*Streptopelia decaocto*) festgestellt



Abb. 3: Abschnitt der Netzanlage auf der Halbinsel Mettnau im Gebüschteil.
– *Mist net section in shrubland on the Mettnau peninsula.* Radolfzell, 10.11.2024. Foto: J. Bosch

(Newson et al. 2010). Hörnchen sind Nahrungsopportunisten und nach aktuellem Stand stellen Vögel und andere Tiere eine hochwertige Gelegenheitsbeute dar, wobei in erster Linie Eier, Jungvögel und kleinere adulte Singvogelarten gefressen werden (Krauze-Gryz & Gryz 2015).

Als betroffene Vogelarten werden in der historischen Literatur genannt: Finken (Fringillidae) und Jungvögel des Stars (*Sturnus vulgaris*, Böckmann 1877), Drossel (*Turdus spec.*, Jungvogel), Hühnerküken (*Gallus domesticus*, Wemer 1902-1903), Amsel (*Turdus merula*, Eidotter), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) und Wiedehopf (*Upupa epops*, Walter 1889) sowie Amsel (Schlögel 1985). Da Goldhähnchen (*Regulus sp.*) Eichhörnchenester zur Übernachtung aufsuchen, berichtet Wemer (1902-1903) von zwei ins Nest eingeflogenen Vögeln, die vom anwesenden Eichhörnchen nachweislich gefressen wurden. Wemer (1902-1903) interpretiert den Nestbau als gezielt angelegtes „Fangnest“, in dem sich das Eichhörnchen auf die Lauer lege. Studien mit Fotofallen zeigen jedoch, dass Säugetiere als Nestprädatoren wesentlich seltener in Erscheinung treten als Rabenvögel (z. B. beim Grauschnäpper; Danaë et al. 2008). Walter berichtet von „Sprenkeln“, einer früher häufig genutzten, einfachen Technik zum Vogelfang. Von einem an einem solchen Sprenkel gefangenen Rotkehlchen habe das Eichhörnchen das Gehirn ausgefressen (Walter 1889). Ähnliche Beobachtungen machte Shuttleworth (pers. Mitt. 2024) in den 1990er Jahren in Nordengland. Er berichtet, wie ein adultes, männliches Eichhörnchen ein Jungtier am Kobel tötete und dessen Gehirn auffrass, sowie von Totfunden von Meisen in Eichhörnchenkästen, denen das Gehirn fehlte.

Unsere Beobachtung fügt sich in das Bild dieser Mitteilungen. Die Situation in der Fanganlage spricht für einen Mangel an idealer Nahrung wie Koniferensamen. Nahrungsmangel bei Hörnchen kann zu vermehrter Prädation führen (Hallworth et al. 2024). Im Schutzgebiet und den angrenzenden Flächen der Mettnau-Halbinsel stehen nur vereinzelt Kiefern und Fichten. Auffällig war in dieser Zeit der intensive Konsum von Weißdornfrüchten durch die Eichhörnchen. Somit dürfte Hunger bzw. Energiebedarf als Grund für die Nutzung von im Netz erreichbarer Vögel in Frage kommen. Auch in unserem Fall wurde ein gefangener Vogel gefressen und offenbar gezielt zuerst das nährstoffreiche Gehirn. Der Verzehr von Wirbeltieren in Situationen ohne Fluchtmöglichkeiten wie in Fallen, Tierhaltungen etc. ist mehrfach beschrieben (u. a. Walter 1889, Smith et al. 2024). Möglicherweise liegt dem Verhalten ein auf Erfahrung während der Fangsaison basierender Lernprozess zugrunde. Es bleibt abzuwarten, ob Eichhörnchen an Vogelfanganlagen diese Form des Nahrungserwerbs erlernen und weiterhin praktizieren oder ob es sich bei unserer Zufallsbeobachtung nur um eine Gelegenheitsbeute gehandelt hat.

Literatur

- Berthold P & Schlenker R 1975: Das „Mettnau-Reit-Illmütz-Programm“ – ein langfristiges Vogelfangprogramm der Vogelwarte Radolfzell mit vielfältiger Fragestellung. *Vogelwarte* 28: 97–123.
- Böckmann F 1877: Elster, Heher und Eichhörnchen, 3 arge Nestzerstörer kleinerer Vögel. *Ornitholog. Centralblatt* 2: 83.
- Bosch S & Lurz P 2011a: Das Eichhörnchen *Sciurus vulgaris*. Neue Brehm Bücherei Band 183, Westarp Wissenschaften Hohenwarsleben, 212 pp.
- Bosch S & Lurz P 2011b: Das Eichhörnchen und die Vögel. *Vögel, Magazin für Vogelbeobachtung* 03/11
- Bosch S, Lurz P & Seybold K 2020: Eichhörnchen füttern – wann, wo und womit? *Mitt. aus unserer Säugetierwelt* 21: 33–44.
- Callahan JR 1993: Squirrels as predators. *Great Basin Naturalist* 53:137–144.
- Danaë KS., Anderson GQA, Grice PV, Norris K & Butcher N 2008: Predators of Spotted Flycatcher *Muscicapa striata* nests in southern England as determined by digital nestcameras. *Bird Study* 55: 179–187.
- Hallworth MT, Sirén APK, DeLuca WV, Duclos TR, McFarland KP, Hill JM, Rimmer CC & Morelli TL 2024: Boom and bust: the effects of masting on seed predator range dynamics and trophic cascades. *Diversity and Distributions* 30: e13861. <https://doi.org/10.1111/ddi.13861>.
- Krauze-Gryz D & Gryz J 2015: A review of the diet of the Red Squirrel (*Sciurus vulgaris*) in different types of habitats. *Red Squirrels: Ecology, conservation & management in Europe* 2015: 39–50.
- Lurz PWW, Gurnell J & Magris L 2005: *Sciurus vulgaris*. *Mammalian species* 769: 1–10.
- Moller H 1983: Foods and foraging behaviour of Red (*Sciurus vulgaris*) and Grey (*Sciurus carolinensis*) Squirrels. *Mammal Review* 13: 81–98.
- Newson SE, Leech DI, Hewson CM, Crick QP & Grice PV 2010: Potential impact of Grey Squirrels *Sciurus carolinensis* on woodland bird populations in England. *J. Ornithol.* 151: 211–218.
- Pelech SA, Smith JNM & Boutin S 2010: A predator's perspective of nest predation: predation by Red Squirrels is learned, not incidental. *Oikos* 119: 841–851.
- Schlögl N 1985: Eichhörnchen frisst Amsel. *Falke* 32: 321.
- Shuttleworth CM 1996: The effect of supplemental feeding on the Red Squirrel (*Sciurus vulgaris*). PhD thesis. The University of London, London, UK.
- Smith JE, Ingbertson JE, Miner MM, Oestricher EC, Podas ML, Ravara TA, Teles LM, Wahl JC, Todd LM & Wild S 2024: Vole hunting: novel predatory and carnivorous behavior by California Ground Squirrels. *J. Ethol.* 43: 3–12. <https://doi.org/10.1007/s10164-024-00832-6>.
- Walter A 1889: Die Raubsucht der Eichhörnchen. *Ornitholog. Monatsschrift* 14: 513–518.
- Wemer P 1902-1903: Die Nahrung unseres Eichhörnchens. *Jahresber. des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst* 31: 217–221.

Forschungsmeldungen

Zusammengestellt von Kathrin Schidelko (ks) & Darius Stiels (ds)

Ökologie

„Vampirvögel“ – Was fressen Rotkopfwürger *Lanius senator* auf dem Zug?

Langstreckenzieher müssen vor bzw. nach der Überquerung von großen Hindernissen oft Zwischenstopps einlegen, um Nahrung aufzunehmen und ihre physiologischen Reserven aufzufüllen. Untersuchungen zur Nahrungsökologie von afro-paläarktischen Zugvögeln stammen jedoch ganz überwiegend aus Europa. In der vorliegenden, vom Autorenteam selbst als anekdotisch beschriebenen Studie wird die Nahrungszusammensetzung von drei Rotkopfwürger-Kotproben aus dem südlichen Marokko mithilfe molekularer Methoden untersucht. Beim sogenannten Metabarcoding kann die DNA mehrerer unterschiedlicher Organismen gleichzeitig in einer Umweltprobe identifiziert werden. Die Kotproben wurden bei Beringungstätigkeiten im südlichen Marokko im Frühjahr 2023 gesammelt. Die Laborergebnisse konnten insbesondere „Kamelzecken“ *Hyalomma dromedarii* als Beute ausmachen. Diese Art ist auch als

Krankheitsüberträger bekannt, z. B. für das Krim-Kongo-Virus. In einer Probe konnte auch DNA vom Dromedar-*Dromedarius camelus* festgestellt werden, so dass die Methode sogar sekundäre Nahrung nachweist. Der Titel der Arbeit des internationalen Teams an Forschenden ist daher sicherlich gerechtfertigt, aber natürlich dennoch offensichtlich auch etwas augenzwinkernd gemeint. Weitere in der kleinen Stichprobe wichtige nachgewiesene Beutetiere sind ein unbestimmtes Insekt, ein unbestimmter Käfer und die Frühe Heidelibelle *Sympetrum fonscolombii*. Die Studie reiht sich in viele weitere ein, die zeigen, dass Metabarcoding bei Nahrungsökologischen Untersuchungen helfen kann (vgl. z. B. Forschungsmeldungen in Vogelwarte 60(2), 2022: 147-150). (ds)

Jarrett C, Illa M, Burri M, Marcacci G, Mata VA, Boglino ML, Himmi O, Maggini I & Helm B 2024: 'Vampire birds': diet metabarcoding reveals that migrating Woodchat Shrikes *Lanius senator* consume engorged camel ticks in a desert stopover site. Ostrich 95: 296–300. <https://doi.org/10.2989/00306525.2024.2386454>.



Rotkopfwürger (*Lanius senator*) fressen auf dem Zug Kamelzecken und könnten so Krankheitsübertragungen reduzieren.
Foto: Darius Stiels

Hochandine Kolibriart brütet und rastet in Kolonien

Das Leben in Kolonien ist sowohl mit evolutivem Nutzen als auch mit Kosten verbunden, wobei sich ohne überwiegenden Nutzen diese Verhaltensweisen nicht durchgesetzt hätte. Als Treiber gelten sowohl Umweltfaktoren (z. B. begrenztes Substrat als Neststandort) wie auch soziale Faktoren (z. B. Chancen auf Fortpflanzungspartner, gemeinsame Verteidigung gegen Prädation), wobei es seit langer Zeit erhebliche Debatten darüber gibt, welche Bedeutung diesen zukommen. Die allermeisten Kolibris gelten als besonders einzelgängerisch und ausgesprochen territorial. Es gab bisher lediglich anekdotische Hinweise auf Nestaggregationen oder Gemeinschaftsschlafplätze bei der Unterart *Oreotrochilus chimborazo jamesoni* des Purpurkopfkolibris (besser als Ecuador-Andenkolibri bekannt). Diese Art brütet in der trockenen kalten Grassteppe, der Puna. In der vorliegenden Studie wurde nun die Unterart *O. c. chimborazo* untersucht, die am Hang des Chimborazo-Vulkans brütet. Hier wurden von der sehr seltenen und endemischen Unterart 74 aktive Nester gefunden, von denen sich 82 % in aktiven Kolonien befanden. Insgesamt fanden sich sieben Nestaggregationen und 13 Einzelnester. Brutplätze sind gekennzeichnet durch geschützte Lagen, d. h. reduzierte Windgeschwindigkeit, höhere Temperaturen und erhöhte Luftfeuchtigkeit. Außerdem spielt das Substrat eine Rolle, da die Vögel natürlicherweise oft an kleinen Überhängen in Schluchten und Rinnen brüten. Auch Gemeinschaftsschlafplätze wurden im Bereich der Nestaggregationen festgestellt, so dass der Begriff der „Kolonie“ im Rahmen der Arbeit nicht allein auf Brutkolonien begrenzt ist. Diese Ergebnisse sind im Einklang mit der Hypothese, dass begrenzt verfügbares Substrat die Entwicklung von kolonieartigen Vogelaggregation fördert. Ein seminaturliches Experiment stellt die Ergebnisse jedoch gleichzeitig in Teilen in Frage bzw. deutet auf eine Interaktion zwischen Umwelt- und sozialen Faktoren hin. In der Region gibt es Durchlassrinnen aus Beton, in denen die Vögel ebenfalls brüten und die ebenfalls günstige Umweltbedingungen aufweisen. Hier wurden lediglich Einzelnester gefunden und keine Gemeinschaftsschlafplätze. Die Zahl der mit aktiven Einzelnestern besiedelten Röhren war jedoch niedriger, als zu erwarten gewesen wäre, so dass die Substratverfügbarkeitshypothese alleine nicht ausreicht und eine Interaktion mit sozialen Faktoren eine Rolle bei der Entscheidung spielen dürfte, gemeinschaftlich zu brüten. (ds)

Cañas-Valle GX & Bouzat JL 2024: Ecological drivers of coloniality in *Oreotrochilus chimborazo chimborazo* (Chimborazo Hillstar), a hummingbird endemic to the High Andes of Ecuador. *Ornithology* 142: ukae063. <https://doi.org/10.1093/ornithology/ukae063>.

Globaler Rückgang von großen Aasfressern bedroht auch die menschliche Gesundheit

Aasfressende Wirbeltiere spielen eine bedeutende Rolle für die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen weltweit. Durch das Konsumieren von Aas und die damit einhergehende Beseitigung von Krankheitserregern können Aasfresser auch die Belastung zoonotischer Krankheiten für die menschliche verringern. Jedes Jahr sterben Millionen Menschen durch Anthropozoonosen, wobei Krankheitserreger im Aas wesentlich dazu beitragen. In dieser Studie wurde nun der Schutzstatus von 1376 aasfressenden Wirbeltieren, darunter 408 Vogelarten vor dem Hintergrund der Auswirkungen verringerter Aasfresserzahlen auf die menschliche Gesundheit untersucht. Die Analyse ergab, dass 36 % der untersuchten Arten bedroht sind oder im Bestand zurückgehen. Besonders bedroht sind unter den Vögeln die Neuweltgeier, Greifvögel (Accipitriformes) und Störche, aber auch neun Arten von Albatrossen, Sturmvögeln und Sturmtauchern. Große oder spezialisierte Aasfresser sind unverhältnismäßig stark bedroht, während kleinere oder opportunistische Aasfresser wie Nagetiere oder verwilderte Hunde im Bestand zunehmen. Trotz deren wachsender Zahl führt der Verlust der großen Aasfresser zu mehr nicht-verwertetem Aas, das möglicherweise zu einer Zunahme der Pathogenbelastung führt. Die Zunahme der kleinen Aasfresser bedeutet für uns Menschen außerdem ein zusätzliches Gesundheitsrisiko, da sie häufig selbst Krankheiten wie die Tollwut übertragen und als Wirte ein Reservoir für Krankheitserreger sein können. Hauptbedrohungen für Aasfresser sind die intensive Massentierhaltung, Landnutzungsänderungen und der Wildtierhandel. (ks)

Sonawane C, Xu M, Ward N, Chichilnisky du Lac A, Kamets B & Dirzo R 2025: Global decline of apex scavengers threatens human health. *Proc. Nat. Acad. Sci* 122: e2417328122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2417328122>.

Archäozoologie

Greifvögel als aasfressende Kulturfolger: Isotopenanalysen zeigen Greifvogelernährung über 4000 Jahre

Greifvögel ernähren sich häufig von anthropogener Nahrung und können diese auch im Siedlungsbereich finden. Aus dem mittelalterlichen Großbritannien ist bekannt, dass Greifvögel vor allem im städtischen Umfeld kommensalisch mit dem Menschen lebten, wo menschliche Abfälle häufig waren. Allerdings ist wenig über das Alter und die Details dieser Beziehung bekannt. In der vorliegenden Studie wurden Isotopenanalysen des Kollagens von Greifvogel-Knochen durchgeführt, die bei archäologischen Grabungen in Süd- und Mittelengland sowie auf Orkney (Schottland) gefunden

Ein Anblick, den es wohl schon vor Jahrtausenden gab: Rotmilan beim niedrigen Flug über menschlichen Siedlungen. Foto: Darius Stiels



wurden. Insgesamt wurden 30 Fundstücke von Mäusebussarden *Buteo buteo*; Rotmilanen *Milvus milvus* und Seeadlern *Haliaeetus albicilla* analysiert, die bis etwa in die Kupfersteinzeit (Chalkolithikum) zurückreichen (ca. 2300/2000 Jahre v. u. Z.) und die Zeitspanne über Eisenzeit, Bronzezeit und bis ins Mittelalter (1400 Jahre u. Z.) abdecken. Vergleichsproben stammen vom Ende des 20. Jhdts. und aus dem 21. Jhd. Untersucht wurden Kohlen- und Stickstoffisotope ($\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$). Historische $\delta^{13}\text{C}$ -Werte waren niedriger und $\delta^{15}\text{N}$ höher als in heutigen Proben und die interindividuelle Variabilität war größer als heute. Diese Daten sprechen dafür, dass die Nahrung von Rotmilanen und Mäusebussarden früher aus höheren trophischen Ebenen stammte und die Ernährungsstrategie generalistischer war. Dies spricht auch dafür, dass größere Mengen anthropogener Futterquellen genutzt wurden. Dazu gehörte wahrscheinlich Aas von verstorbenem bzw. geschlachtetem Vieh - eine Nahrungsquelle, die heute deutlich gegenüber damals reduziert ist, obwohl die Bedeutung von Megaherbivoren und Aas in der Landschaft im Natur- und Artenschutz heute vielfach betont wird. Eine andere nicht zwingend widersprechende Erklärung könnte sein, dass zur Zeit der archäologischen Fundstücke das Europäische Wildkaninchen *Oryctolagus cuniculus* noch nicht auf die britischen Inseln eingeführt worden war und diese Tierart heute einen höheren Anteil an der Nahrung ausmacht. Vom Seeadler gab es nur eine sehr kleine Stichprobe (insgesamt nur drei Proben), allerdings sprechen diese Daten für eine starke Nutzung mariner Nahrungsquellen und auch dort für eine höhere trophische Ebene, was im Zusammenhang mit Änderungen in der marinen Fauna zusammenhängen könnte. Die Forschenden diskutieren die Ergebnisse insbesondere im Zusammenhang mit britischen Wiederansiedlungs-

projekten, bei denen besonders Rotmilane Nahrung oft im Siedlungsbereich finden oder sogar gefüttert werden. (ds)

Waterman J, Black S, Sykes N, Mills WF, Doherty S, Britton H, Smallman R, Sheridan A, Kitchener AC & Fellowes MDE 2025: Tracking 4000 years of raptor diets through isotope analysis reveals urban scavenging with implications for conservation. J. Archaeol. Sci. 175: 106147. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2024.106147>.

Vogelschutz

Dünnschnabel-Brachvogel *Numenius tenuirostris* ausgestorben

Das Aussterben von Organismen ist gerade bei Lebewesen mit einem großen Verbreitungsgebiet nicht leicht festzustellen. Einerseits sollen Arten nicht frühzeitig als verloren gelten, so dass Naturschutzmittel nicht fälschlicherweise abgezogen werden. In der Naturschutzbiologie wird hier vom „Romeo-Fehler“ gesprochen. Gleichzeitig sollen die in Zeiten der Biodiversitätskrise begrenzten Mittel auch nicht für längst verlorene Fälle aufgewendet werden. In der vorliegenden Studie wurde nun das Aussterben des Dünnschnabel-Brachvogels (im Folgenden DSBV) dokumentiert. Die Art wird bisher von der IUCN bzw. BirdLife International in der Roten Liste als „vom Aussterben bedroht“ geführt. Die Forschenden empfehlen nun die Statusänderung auf „ausgestorben“.

DSBV hatten ein großes Verbreitungsgebiet innerhalb der Paläarktis. Die wahrscheinlichen Brutgebiete lagen wohl vor allem im nördlichen Kasachstan bzw. in Russland. Auch Bruten westlich des Urals wurden vermutet. Das Durchzugs- bzw. Überwinterungsgebiet

lag wohl überwiegend im Mittelmeerraum, dem pan-nonischen Becken bzw. auf der arabischen Halbinsel, aber auch in Mittel- und Westeuropa gab es diverse Nachweise dieser Art. Basierend auf einem methodischen Rahmen der IUCN unter Berücksichtigung der Bedrohungen und der bekannten überprüften Nachweise liegt die Wahrscheinlichkeit für ein Aussterben des DSBV bei 96 %. Genutzt wurde dazu ein Modell mit bayes'scher Statistik. Der Zeitpunkt der letzten gesicherten (fotografisch dokumentierten) Beobachtung 1995 in Nordmarokko und der Veröffentlichung eines „Species Action Plans“ entspricht dabei auch etwa dem Zeitpunkt des modellierten Aussterbens. Die Gefährdungsursachen, die zum Aussterben des DSBV geführt haben, lassen sich nicht mehr exakt klären. Es gibt aber gute Hinweise, dass Lebensraumzerstörung und direkte Verfolgung durch Bejagung stark beigetragen haben dürften. Der Bestandsrückgang setzte dabei wohl schon spätestens im 19. Jahrhundert ein. In dieser Zeit wurden bereits zahlreiche Feuchtgebiete in den mutmaßlichen Brutgebieten zerstört. Eine Rolle könnte auch das Aussterben der Megafauna gespielt haben – nach der letzten Eiszeit, aber auch konkreter durch die starke Dezimierung der Saigaantilopen *Saiga tatarica* in jüngerer Zeit. Der zweite gut dokumentierte Gefährdungsfaktor ist Bejagung. Die Art wurde bis in jüngste Zeit geschossen und gegessen. Möglicherweise waren DSBV zahmer als andere Arten und auch der genutzte, für Jäger leichter zugängliche Lebensraum mag seinen Beitrag geleistet haben. Auch für eine Art wie den Steppenkiebitz *Vanellus gregarius* mit ähnlichem Verbreitungsgebiet stellt Jagd eine bedeutende Bedrohung dar. Durch die fortschreitende Zerstörung von Feuchtgebieten war die Restpopulation des DSBV auch wahrscheinlich auf wenige Gebiete begrenzt, in denen die „Lusttöter“ (sensu Festetics 2024) leichtes Spiel hatten. Schon innerhalb des 20. Jahrhunderts wurde der Rückgang dokumentiert, aber es wurden keine Handlungen daraus abgeleitet. Nach Riesenalk *Pinguinus impennis* und Kanaren-austernfischer *Haematopus meadewaldoi* ist nun also mindestens die dritte westpaläarktische Vogelart in den letzten Jahrhunderten ausgestorben.

Limikolen allgemein und Brachvögel inklusive des eng verwandten Prärieläufers im Besonderen sind weiterhin eine global besonders bedrohte Vogelgruppe: beispielsweise bestehen für den Eskimobrachvogel *Numenius borealis* kaum noch realistische Chancen auf eine Wiedererentdeckung, über eine Unterart des Regenbrachvogels (der „Steppen-Regenbrachvogel“ *Numenius phaeopus alboaxillaris*, der vor wenigen Jahren als Ausnahmeerscheinung auch in Österreich nachgewiesen wurde) ist kaum etwas bekannt und natürlich zeigen die Bestandstrends auch beim (Großen) Brachvogel *Numenius arquata* nach unten – auch in Deutschland ist die Art wie viele andere Limikolenarten auch eine prominente Rote-Liste-Art, für die bisherige Schutzmaßnahmen nicht ausreichen. (ds)

Buchanan GM, Chapple B, Berryman AJ, Crockford N, Jansen JJF & Blond AL 2024: Global extinction of Slender-billed Curlew (*Numenius tenuirostris*). Ibis 167: 357–370. <https://doi.org/10.1111/ibi.13368>.

Festetics A 2024: Die Jagd als Leidenschaft, die Leiden schafft. Braucht unsere Natur die „Hege mit der Büchse“? Vogelwarte 62: 256–257.

Nordamerikanische Vögel nehmen am stärksten im Bestand ab, wo sie am häufigsten sind

Dass Vogelbestände global rückläufig sind, ist weithin bekannt, aber feinskalige Daten über Populationstrends liegen häufig nicht vor. Durch die Nutzung von eBird-Daten war es nun möglich, kontinentale Bestandsänderungen und relative Häufigkeiten mit einer Auflösung von 27x27 km von 495 nord- und mittelamerikanischen sowie karibischen Vogelarten aus den Jahren 2007 bis 2021 zusammenzustellen. Die Daten ergaben eine bisher unbekannte hohe räumliche Heterogenität in den Trends. Beinahe alle Arten zeigten Gebiete mit Bestandszunahmen und andere mit Bestandsabnahmen, obwohl 75 % aller Arten insgesamt im Bestand abnahmen. Die Gebiete mit den stärksten Abnahmen waren häufig diejenigen, in denen die Arten am häufigsten vorkamen. Dort, wo sie weniger häufig waren, erging es ihnen dagegen oft besser. Insgesamt verschlechterte sich die Lage für die meisten untersuchten Arten. Besonders betroffen waren Graslandarten und Vögel der arktischen Tundra. Die hochaufgelösten Bestandstrends verbessern jedoch die Möglichkeiten, Populationsdynamiken zu verstehen und Prioritäten für Schutzbemühungen zu setzen. Gebiete mit Bestandszunahmen bieten dabei möglicherweise Rückzugsräume oder deuten auf Bedingungen hin, die eine Bestandserholung erleichtern könnten. (ks)

Johnston A, Rodewald AD, Strimas-Mackey M, Auer T, Hochachka WM, Stillman AN, Davis CL, Ruiz-Gutierrez V, Dokter AM, Miller ET, Robinson O, Ligocki S, Oldham Jaromczyk L, Crowley C, Wood CL & Fink D 2025: North American bird declines are greatest where species are most abundant. Science 388: 532–537.

Biozid-behandelte Haustierhaare in Vogelnestern

Biozide, insbesondere Insektizide sind vielfach als Bedrohung für Vögel und andere Organismen identifiziert worden. Als Quelle stand dabei meist der Gebrauch auf landwirtschaftlichen Flächen im Vordergrund, der als einer der Haupttreiber für den Verlust der Artenvielfalt gilt. Daneben gibt es aber eine weitere Quelle, die bisher kaum Beachtung gefunden hat: der Einsatz zu veterinärmedizinischen Zwecken zur Behandlung von Parasitenbefall. Flohhalsbänder u.ä. für Katzen oder Hunde kennen sicherlich fast alle, die Haustiere halten. Auch

in der Landwirtschaft erhalten Nutztiere oft entsprechende Behandlungen. Untersucht wurden Vogelnester von Blau- (*Cyanistes caeruleus*) und Kohlmeisen (*Parus major*), die im Rahmen eines bürgerwissenschaftlichen Projektes im Vereinigten Königreich nach der Brutzeit gesammelt wurden. 103 Nester enthielten Tierhaare, die mittels Ultrahochleistungsflüssigkeitschromatographie mit angeschlossener Massenspektrometrie untersucht wurden. Getestet wurde auf 20 verschiedene Insektizide, von denen 17 auch nachgewiesen worden. Pro Nest wurden 2 bis 11 verschiedene Insektizide gefunden. Fipronil war in allen Proben nachzuweisen, bei Imidacloprid und Permethrin (in der Landwirtschaft sonst seit 2003 bereits verboten) waren es 89,1 %. Die mittlere Konzentration dieser Chemikalien lag bei 115,5 ppb (Fipronil), 376,3 ppb (Imidacloprid) und 231,1 ppb (Permethrin). Die höchste Konzentration wurde für Dinotefuran mit 7198 ppb in einer einzigen Probe gefunden. Insgesamt wurden in Nestern mit einer höheren Konzentration an Bioziden auch mehr tote Nestlinge bzw. Eier ohne Schlupf gefunden. Dies legt nahe, dass der Kontakt mit Insektiziden zu einer erhöhten Mortalität bzw. einem geringeren Bruterfolg führt. Die Forschenden aus Großbritannien und der Schweiz fordern eine Re-Evaluierung der Umweltrisiken, die mit dem Gebrauch von Insektiziden, die in der Veterinärmedizin verwendet werden, verbunden sind.

Halsbänder mit Insektiziden sind in Deutschland frei verkäuflich und auch in der Veterinärmedizin werden verschiedene Mittel auch prophylaktisch empfohlen. Schon jetzt sollte aber klar sein, dass behandelte Tierhaare entsorgt werden sollten und nicht in die Umwelt gehören. Gar möglicherweise behandeltes Tierhaar sogar extra als Nistmaterial auszubringen, ist mit Tierliebe sicherlich nicht vereinbar. (ds)

Tassin de Montaigu C, Glauser G, Guinchard S, Goulson D 2025: High prevalence of veterinary drugs in bird's nests. *Sci. Total Environ.* 964: 178439. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178439>.

Waldvögel in Europa – Änderungen in Häufigkeit und Verbreitung hängen von Biom, Spezialisierung und funktionalen Merkmalen ab

Die Bestandsrückgänge von europäischen Feldvögeln in den letzten Jahren sind gut dokumentiert und finden auch entsprechende Aufmerksamkeit im Vogelschutz. Nicht zuletzt hat beispielsweise auch die DOG eine entsprechend aktive Arbeitsgemeinschaft. Bestände von Waldvögeln waren allgemein gesprochen dagegen in den letzten Jahrzehnten stabil. Sie finden (vielleicht von den Sonderfällen der Spechte und Meisen als Modellorganismen mal abgesehen) vielleicht auch deshalb zumindest subjektiv etwas weniger Aufmerksamkeit. Das finnisch-französisch-deutsche Team aus Forschen-

den befürchtet, dass sich große Unterschiede zwischen Regionen und ökologisch sehr unterschiedlichen Arten hinter diesem allgemeinen Trend verstecken könnten. Funktionale Merkmale und Indices zur ökologischen Spezialisierung wurden daher genutzt, um Änderungen in Waldvogelpopulationen verschiedener europäischer Biome (boreal, gemäßigt, mediterran sowie Generalisten verschiedener Biome) zu untersuchen. Für die Untersuchung der Verbreitungsgebiete wurde sowohl zwischen Ausbreitung und Verkleinerung unterschieden, als auch Veränderungen im Breitengrad berücksichtigt. Für Änderungen in der Abundanz konnte auf Datenreihen von bis zu 40 Jahren zurückgegriffen werden (aus unterschiedlichen Quellen), für Verbreitungsgebietsänderungen auf 30 Jahre (Vergleich der Brutvogelatlant EBBA 1 und EBBA 2). Die Ergebnisse zeigen sowohl Bestandsabnahmen wie auch Verkleinerungen des besiedelten Areals für boreale Vogelarten, während Vögel der gemäßigten Breiten und des Mittelmeerraumes sich ausbreiteten und häufiger wurden. Als Ursachen für die Zunahmen kommen insbesondere der Klimawandel sowie eine Ausbreitung von Waldflächen in mittleren und südlichen Breiten in Frage. Die Bestandsrückgänge der borealen Vögel dagegen hängen dagegen wohl eher mit Änderungen in Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung durch die sich wandelnde Forstwirtschaft, erhöhten Temperaturen und der Ausbreitung wärmeliebender Arten zusammen. Besonders betroffen von negativen Entwicklungen sind boreale Vogelarten von Mischwäldern (aus Laub- und Nadelwald) wie Lapplandmeise *Poecile cinctus* oder Hakengimpel *Pinicola enucleator*, die im Bestand abnehmen und deren Verbreitung sich gleichzeitig weiter nordwärts verschoben hat. Eine Besonderheit stellen karnivore Arten dar, die sich von Wirbeltieren ernähren: Bei Greifvögeln gibt es eine Zunahme mediterraner Arten und insgesamt eine südwärts gerichtete Ausbreitung aller Arten. Klima- und Landnutzungswandel haben also abhängig vom Biom unterschiedliche Auswirkungen und dem Erhalt und der Wiederherstellung von Schlüsselwaldhabitaten durch Schutzgebiete und extensives Management kommen eine gewichtige Rolle zu.

Auch in Deutschland berichtet eine Studie der Universität Göttingen und des Dachverbands Deutscher Avifaunisten von starken Veränderungen in Waldvogelgemeinschaften in Folge des großflächigen Absterbens von Fichtenbeständen (Graser et al. 2025). (ds)

Cours J, Elo M, Pithon J, Triviño M, Mönkkönen M, Hagge J, Lehtikoinen A & Duflot R 2025: Changes in abundance and distribution of European forest bird populations depend on biome, ecological specialisation and traits. *Ecography* 2025: e07582. <https://doi.org/10.1111/ecog.07582>.
Graser A, Frank C, Kunz F, Schuldt A, Senf C, Sudfeldt C, Trautmann S & Kamp 2025: Increase in disturbance-induced canopy gaps leads to reorganization of Central European bird communities. *Basic Appl. Ecol.* 83: 88–97.

Blässhuhnnester dokumentieren das Anthropozän

Die Menge produzierten Plastiks wächst und der allergrößte Teil (79 %) des jemals produzierten Plastiks existiert weiterhin, entweder auf Deponien oder in der Umwelt. Der Begriff des Anthropozäns wurde im März 2024 von der „International Commission on Stratigraphy“ als geochronologische Epoche abgelehnt. Metaphorisch als Begriff für eine anthropogen überformte Erde wird er aber weiterhin angewendet. Viele Vögel verwenden menschliche Abfälle in ihren Nestern. Dies machen auch Blässhühner *Fulica atra*, die in den Niederlanden häufig im städtischen Umfeld brüten. In Amsterdam wurden im Herbst 2021 mehrere Blässhuhnnester nach der Brutzeit gesammelt. Das Makroplastik macht die Nester offensichtlich deutlich haltbarer, so dass sich die Geschichte der Nester rekonstruieren lässt. Dazu dienten einerseits Google-Street-View-Bilder, die die Existenz der Nester in früheren Jahren belegten und andererseits wurden die Plastikteile aus den Nestern genauer inspiziert und überall wo möglich anhand des Mindesthaltbarkeitsdatums zeitlich eingeordnet. Besonders ein Nest (das sogenannte Rokin-Nest) wird in der Studie hervorgehoben. Dieses wurde über rund 30 Jahre genutzt. 635 Plastikstücke wurden in diesem Nest gefunden. Das Nest befindet sich auf einer alten Fundamentsäule, die oben eine Vertiefung aufweist. Auch wenn keine echte stratigraphische Untersuchung wie bei Erdschichten an der Schiffsanlegestelle möglich war, fanden sich aktuelle „Corona-Masken“ wie auch Schokoriegelverpackungen aus den 1990ern. Auch für ein zweites Nest gibt es Hinweise auf Wiedernutzung und 13 weitere Nester enthielten ebenfalls Plastik. Die Plastikstücke aus dem Rokin-Nest dokumentieren mindestens zehn Brutversuche bei einer

Vogelart, die normalerweise dieselben Nester nicht erneut nutzt. Die Forschenden diskutieren den Nutzen von „Technologiefossilien“ für entsprechende Untersuchungen, heben den hohen Anteil an Plastikmüll einer Firma hervor („McDonald’s“) und schreiben in ihrem Ausblick, dass die Vor- und Nachteile von müllhaltigen Nestern mit naturnahen Nistplätzen z. B. im Hinblick auf den Bruterfolg verglichen werden sollten. (ds)

Hiemstra A-F, Gravendeel B & Schilthuisen M 2024: Birds documenting the Anthropocene: Stratigraphy of plastic in urban bird nests. *Ecology* 106: e70010. <https://doi.org/10.1002/ecy.70010>.

Biogeographie und Vogelzug

Änderungen in der Verbreitung kenianischer Vögel

Während der erste gesamtdeutsche Brutvogelatlas gerade mal ein paar Jahre her ist und jetzt der nächste in Arbeit ist, reichen andernorts entsprechende Verbreitungsdaten länger zurück. So auch in Kenia – wo „A bird Atlas of Kenya“ von Lewis & Pomeroy 1989 erschien und basierend auf dem Zeitraum 1970 bis 1984 Verbreitungsangaben für 1065 Vogelarten für den ostafrikanischen Staat bereitstellte. Seit 2012 gibt es ein neues Atlasprojekt („Kenya Bird Map“) und natürlich stehen auch zahlreiche Vogeldaten über eBird zur Verfügung. Basierend auf den verschiedenen aktuellen Datenquellen und nach taxonomischer Anpassung wurde die Veränderung der Verbreitung von 1088 Vogelarten untersucht. Als Rastergrundlage gelten Quadranten mit einer Kantenlänge von 27 km. Der unterschiedliche Aufwand wurde bei der Analyse berück-



In lang genutzten Nestern von Blässhühnern kann sich Plastikmüll von vielen Jahren finden.

Foto: Darius Stiels



Isabellsteinschmätzer *Oenanthe isabellinus* im Winterquartier in Tansania nahe der kenianischen Grenze. In Kenia gehört die Art zu den Vögeln, deren Verbreitung am stärksten geschrumpft ist. Foto: Darius Stiels

sichtigt. Ergebnisse lassen sich online einsehen (<https://kenyabirdtrends.co.ke/>). Inhaltlich konnte der Rückgang paläarktischer Zugvögel wie auch das Verschwinden von Aasfressern dokumentiert werden. (ds)

Nussbaumer R, Nussbaumer A, Guchu S, Hatfield RS, Kanga EM, Nyakeru Kung'u G, Kuria A, Miller E, Kariuki Ndong'ang'a P, Njoroge P, Ogada D, Shema & Jackson C 2024: Historical bird atlas and contemporary citizen science data reveal long-term changes in geographic range of Kenyan birds. *Divers. Dist.* 31: e13935. <https://doi.org/10.1111/ddi.13935>.

Usutu-Ausbreitung in den Niederlanden: Virus erklärt Bestandstrends von Amseln *Turdus merula*

Die Ausbreitung des Usutu-Virus (USUV) hat auch in Deutschland für viel Aufsehen unter „Ornis“ gesorgt und vielerorts wurde (oft leider vor allem anekdotisch) von einem starken Rückgang der Amselbestände berichtet. Für die Niederlande wurde der Zusammenhang zwischen der Virusausbreitung und Amselbeständen nun genauer untersucht. Dort wurden tote Amseln in einer Kooperation von SOVON (dem niederländischen Pendant zum DDA [Dachverband Deutscher Avifaunisten]) und dem DWHC (Dutch Wildlife Health

Centre) in einem Citizen-Science-Projekt gemeldet, teilweise gab es Post-Mortem-Untersuchungen und Proben wurden bei Amseln genommen. Untersucht wurde der Zeitraum von 2016 bis 2022. Methodisch kamen Ökologische Nischenmodelle auf der Basis von Umweltparametern, darunter vor allem Klima- bzw. Wetterdaten zum Einsatz. Die Ausbreitung in die Niederlande erfolgte wohl vom Westen Deutschlands aus. Festgestellt wurde eine sehr schnelle Süd-Nord-Ausbreitung innerhalb von drei Jahren, wobei sich USUV mit einer Geschwindigkeit von etwa 91 km pro Jahr ausbreitete. Für eine Ausbreitung allein durch Vektoren, hier vor allem die Gemeine Stechmücke *Culex pipiens*; ist diese Strecke nicht realistisch machbar, so dass auch infizierte Vögel, z. B. durch Nahrungsflüge, an der Ausbreitung beteiligt sein dürften. Im Vergleich zu Vor-USUV-Zeiten wurde der Amselbestand in den Niederlanden um etwa 30 % reduziert. Hohe Temperaturen im Winter und Frühling dürften die frühe Entwicklung der Vektoren begünstigt haben und zu einer höheren Mücken-Abundanz später im Jahr geführt haben, was wiederum die Wahrscheinlichkeit für USUV-Vorkommen in den Modellabschätzungen erhöhte. Hervorgehoben wird in der Studie die Bedeutung von bürgerwissenschaftlich gesammelten Daten für das

Monitoring vektorübertragener Wildtierkrankheiten. Genannt werden aber auch mögliche Grenzen solcher Daten, wenn Pathogene einen kleineren Einfluss haben oder betroffene Tierpopulationen nicht so gut überwacht werden können, wie das bei der Amsel der Fall ist. Die Forschenden sehen ihre Studie als mögliche Blaupause, um zukünftig das jährliche Auftreten von USUV in Europa zu überwachen. (ds)

van Irsel J, van der Jeugd HP, de Boer WF, Matson KD, van den Brand JMA, Sikkema R, Koopmans MPG & Foppen RPB 2025: Spatio-temporal Usutu virus model explains Eurasian Blackbird *Turdus merula* population trends. *Eco-geography* 2025: e07759. <https://doi.org/10.1111/ecog.07759>.

Energieaufwand im Überwinterungsgebiet und Bruterfolg bei Dreizehenmöwen *Rissa tridactyla*

Untersuchungen über die Verbreitung von Vögeln konzentrieren sich traditionell oft auf Brutgebiete, während Überwinterungsgebiete häufig vernachlässigt werden. Eine allgemeine Hypothese in der Ökologie besagt, dass zum Rand eines Überwinterungsgebietes die Bedingungen schlechter werden können und sich die Organismen den Grenzen ihrer ökologischen Toleranzen annähern, so dass sie zunehmend maladaptiert sein sollten („abundance centre hypothesis“). Der Aufwand für die Energieaufnahme als kritische Ressource sollte demnach zu den Verbreitungsrändern hin zunehmen und dementsprechend zu geringerer Körpermasse und letztlich geringerer Fitness führen. Zwischen 2008 und 2019 wurden 117 adulte Dreizehenmöwen einer Brutpopulation auf Spitzbergen im Nordatlantik mit Geolokatoren verfolgt. Zudem kamen Salzwasserimmersensoren zum Einsatz, die Aussagen über das zeitliche Aktivitätsbudget erlauben und damit Angaben zum täglichen Energieaufwand zulassen. Daten aus dem Winter wurden dann mit dem Bruterfolg in der Folgesaison in Verbindung gesetzt. Wie erwartet war die Dichte von Dreizehenmöwen im Zentrum des Überwinterungsgebietes höher als zur Peripherie hin. Allerdings war entgegen den Erwartungen auch die aufgewendete Energie im Zentrum des Verbreitungsgebietes höher. Der Bruterfolg der Vögel korrelierte jedoch nicht mit der Lage des Überwinterungsgebietes. Im Zentrum wurde wahrscheinlich mehr Energie aufgenommen, aber da auch der Aufwand höher war, blieb die Fitness über das Überwinterungsgebiet konstant. (ds)

Léandri-Breton D-L, Elliott KH, Tarroux A, Legagneux P, Jouanneau W, Amélineau F, Angelier F, Blévin P, Sandøy Bråthen V, Fauchald P, Gabrielsen GW, Goutte A, Tartu S, Moe B & Chastel O 2025: Testing the abundant centre hypothesis in a seabird: higher energy expenditure at the wintering range centre does not reduce reproductive success. *Eco-geography* 2025: e07498. <https://doi.org/10.1111/ecog.07498>.

Hohe Zugkonnektivität als Treiber des Bestandsrückgangs der britischen Nachtigallpopulation?

Unter Zugkonnektivität versteht man klassischerweise, dass Brut- und Winterpopulationen eng miteinander verknüpft sind, Brutvögel einer Region also in einer anderen Region überwintern. In der vorliegenden Studie wurde diese Definition etwas verändert und abgeleitet, dass hohe Konnektivität auch vorliegt, wenn sich Vögel außerhalb der Brutzeit nur wenig im Raum verteilen. Solche Muster sind jedoch selten, wobei gerade für kleinere Vögel die bisher verfügbare Methodik wie Beringung und Lichtlevel-Geolokatoren bisher oft an ihre Grenzen stoßen. In der vorliegenden Studie wurden verschiedene „Tracking“-Methoden verwendet, um Nachtigallen *Luscinia megarhynchos* zu folgen. Lichtlevel-Geolokatoren wurden sowohl im Brut- als auch im Wintergebiet angebracht. Im Fokus stand die britische Population der Nachtigall, die in den letzten Jahrzehnten einen Bestandsrückgang von etwa 90 % erfahren hat. Untersucht wurden Männchen (Fang mithilfe einer Klangattrappe) über mehrere Jahre. Die britische Brutpopulation überwintert demnach in einem schmalen Gebiet am nordwestlichen Rand des Überwinterungsgebietes an der Küste Westafrikas. Vögel, die weiter östlich brüten oder überwintern (Geolokatoren in Ghana angebracht), zeigen eine deutlich geringere Zugkonnektivität. Die Forschenden nehmen an, dass klimatische Änderungen oder bereits kleine Lebensraumveränderungen für die isoliert erscheinende Population Westafrikas bzw. der Britischen Inseln negative Auswirkungen gehabt haben könnte. Artverbreitungsmodelle basierend auf Klima- und Lebensraumvariablen wurden genutzt, um die Habitat-eignung im Winterquartier und ihre Änderung zwischen 2000 und 2020 zu untersuchen. Demnach liegt das Überwinterungsgebiet der britischen Brutpopulation in eher weniger geeigneten Lebensräumen und hat seit 2000 weiter abgenommen. Allerdings fanden große Bestandsrückgänge bereits meist vor der Jahrtausendwende statt. Die Ergebnisse sind auch deshalb spannend, weil bisher angenommen wurde, dass eine weite Verteilung im Wintergebiet eher mit Bestandsrückgängen von afropaläarktischen Zugvögeln in Verbindung stünde. Zum Bestandsrückgang der britischen Nachtigallpopulation dürften also eine abnehmende Eignung des Klimas und des Lebensraums im Winterquartier beigetragen haben. (ds)

Kirkland M, Annorbah NND, Barber L, Black J, Blackburn J, Collex M, Clewley G, Cross C, Drew M, Fox OJL, Gilson V, Hahn S, Holt C, Hulme MF, Jarjou J, Jatta D, Jatta E, Leighton K, Mensah-Pebi E, Orsman C, Sarr N, Walsh R, Zwarts L, Fuller RK, Atkinson PW & Hewson CM 2025: Extreme migratory connectivity and apparent mirroring of nonbreeding grounds conditions in a severely declining breeding population of an Afro-Paleartic migratory bird. *Sci. Rep.* 15: 3307. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86484-z>.

Vogelwarte Aktuell

Nachrichten aus der Ornithologie



Aus der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft

Reisestipendien zur EOU-Tagung in Bangor vergeben

Die Deutsche Ornithologische Gesellschaft freut sich, elf Reisestipendien an junge Wissenschaftler:innen vergeben zu haben, die im August 2025 an der Tagung der European Ornithologists' Union (EOU) in Bangor, Großbritannien, teilgenommen haben.

- Die geförderten Nachwuchsforschenden kommen aus insgesamt sieben Ländern: Fünf von ihnen sind in Deutschland tätig, zwei in Österreich sowie jeweils eine Person in Schweden, Frankreich, Italien und Spanien.
- Alle Geförderten zeichnen sich durch exzellente wissenschaftliche Leistungen aus und stehen stellvertretend für die Vielfalt und Qualität des ornithologischen Nachwuchses in Europa. In einer der nächsten Ausgaben der „Vogelwarte“ werden sie sich mit einem Foto und einer Kurzfassung ihrer Forschung vorstellen.
- Die Förderung ermöglicht nicht nur die Teilnahme an einem wichtigen internationalen Fachkongress, sondern stärkt auch die Sichtbarkeit und Vernetzung des ornithologischen Nachwuchses. Gleichzeitig trägt sie zur internationalen Präsenz und Sichtbarkeit der DOG als fördernde Fachgesellschaft bei.

Dorit Visbeck-Liebers, Präsidentin der DOG

„Die Vogel-WG. Die Heinroths, ihre 1.000 Vögel und die Anfänge der Verhaltensforschung“

Vom 12. Juni bis 14. September 2025 war die Ausstellung „Die Vogel-WG“ im Stabi Kulturwerk der Staatsbibliothek zu Berlin zu sehen. Mit über 15.000 Besucher:innen war sie die bislang erfolgreichste und bestbesuchte Ausstellung an diesem Ort – und zugleich ein Höhepunkt im Jubiläumsjahr der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft (DOG), die 2025 ihr 175-jähriges Bestehen feiert.

Die feierliche Eröffnung am 12. Juni lockte mehr als 400 Gäste an. Neben Grußworten des früheren Bundesministers Peter Altmaier und des Generaldirektors der Staatsbibliothek, Dr. Achim Bonte, sprachen auch die Präsidentin der DOG, Dr. Dorit Visbeck-Liebers, sowie die beiden Kuratoren Dr. Gabriele Kaiser und Dr. Karl Schulze-Hagen.

Im Zentrum der Ausstellung stand das Lebenswerk von Oskar und Magdalena Heinroth, die mit ihren Aufzuchten und Beobachtungen von rund 1.000 Jungvögeln aus 250 Arten die Grundlagen der Verhaltensforschung legten. Ihre „Vogel-WG“ in einer Berliner Mietwohnung wurde zum Sinnbild für Pioniergeist, wissenschaftliche Genauigkeit und große persönliche

Hingabe. Auch Katharina Heinroth, Zoologin und erste Zoodirektorin Deutschlands, wurde mit einbezogen – als prägende Persönlichkeit, die das Vermächtnis der Heinroths sicherte und den Nachlass nach dem Krieg vor der Zerstörung rettete.



Mit ihren Grußworten zur Ausstellungseröffnung eröffnete die Präsidentin der DOG, Dr. Dorit Visbeck-Liebers, zugleich das 175-jährige Jubiläumsjahr der Gesellschaft. Foto: Klaus Nigge



Das Ausstellungsteam vor dem berühmten Heinroth-Foto: v.l.n.r. Dr. Karl Schulze-Hagen, Dr. Gabriele Kaiser, Jürgen Fiebig und Dr. Katrin Böhme (Staatsbibliothek). Der Fotograf Klaus Nigge, der die historischen Aufnahmen meisterhaft digital aufbereitete, steht hinter der Kamera.
Foto: Klaus Nigge

Die Ausstellung überzeugte nicht nur durch die Präsentation einzigartiger Dokumente, Fotografien und Tagebücher aus dem Nachlass der Heinroths, sondern auch durch zahlreiche Vogelpräparate. Eine besondere Rolle spielte der Fotograf Klaus Nigge, der viele historische Aufnahmen – oft nur noch als winzige Kontaktabzüge vorhanden – aufwändig digital bearbeitete und so für die Nachwelt dauerhaft sicherte.

Die DOG würdigt mit besonderem Dank die drei maßgeblichen Kuratoren der Schau:

- Dr. Gabriele Kaiser (Staatsbibliothek Berlin), die erst 2025 Mitglied der DOG wurde und mit dieser Ausstellung zugleich ein starkes Zeichen für die Zukunft setzte.

- Dr. Karl Schulze-Hagen, Ornithologiehistoriker innerhalb der DOG, der seit Jahrzehnten die Heinroth-Forschung maßgeblich geprägt hat.
- Jürgen Fiebig, ehemaliger Präparator am Museum für Naturkunde und langjähriges DOG-Mitglied, dessen Fachwissen für die Objektpräparation und Objektauswahl unverzichtbar war.

Alle drei haben nicht nur eine Ausstellung geschaffen, die breite Resonanz in der Öffentlichkeit fand, sondern zugleich die Sichtbarkeit der DOG im Festjahr ihres 175. Jubiläums entscheidend gestärkt hat.

Wer die Ausstellung verpasst hat, kann über den Blog der Staatsbibliothek (<https://blog.sbb.berlin/die-vogel-wg>) viele Inhalte nachlesen und weiterführende Links entdecken. Besonders hervorzuheben: zahlreiche historische Fotos aus dem Nachlass der Heinroths können dort in hoher Auflösung betrachtet werden – ein bleibender digitaler Schatz für Forschung und interessierte Öffentlichkeit.

Auch ein ausführlicher Bericht unseres langjährigen DOG-Mitglieds Hartmut Meyer über die Ausstellungseröffnung ist online nachzulesen: <https://www.bartmeise.de/tipps/ausstellung-die-vogel-wg-in-berlin-eroeffnet-dog-erzaehlt-die-faszinierende-geschichte-der-heinroths/>.

Vertieft nachlesen lässt sich das Thema außerdem in dem bereits 2020 erschienenen Buch von Karl Schulze-Hagen und Gabriele Kaiser: „Die Vogel-WG. Die Heinroths, ihre 1.000 Vögel und die Anfänge der Verhaltensforschung“. ISBN 978-3-95728-395-5.

Die Begeisterung des Publikums und die hohe mediale Aufmerksamkeit zeigen: Das Vermächtnis von Oskar, Magdalena und Katharina Heinroth ist lebendig – und bleibt ein fester Bestandteil der Geschichte der Ornithologie.

Dorit Visbeck-Liebers, Präsidentin der DOG



Zur Eröffnungsfeier reisten 23 Mitglieder der DOG nach Berlin, einige von weither – sie versammelten sich auf der großen Treppe der Staatsbibliothek für ein Erinnerungsfoto.
Foto: Klaus Nigge



Ein besonderer Moment: Peter Altmaier, ehemaliger Bundesminister, posiert mit dem Seeadler „Gunter“ – inspiriert vom historischen Vorbild Oskar Heinroths. Foto: Klaus Nigge

■ Neues aus der Forschungskommission

DOG-Forschungsförderung: 6. Sonderauslobung Vermächtnis Ursula Honig

In einem Vermächtnis hat Frau Ursula Honig (1923–2016) aus Hamburg die DOG-Forschungsförderung mit einem namhaften Betrag bedacht. Die DOG würdigt das Vermächtnis Ursula Honig mit einer 6. Sonderauslobung von bis zu drei Forschungsbeihilfen in Höhe von bis zu je 15.000 €, um Forschungsprojekte von herausragender wissenschaftlicher Qualität und Originalität zu fördern.

Für die Antragstellung gelten die Grundsätze und Richtlinien der DOG-Forschungsförderung in ihrer

aktuellen Fassung (siehe <https://www.do-g.de/foerdern/forschungsfoerderung>) mit der folgenden Abweichung: Anträge sind zum Stichtag 1. Februar 2026 beim Sprecher der Forschungskommission einzureichen.

Die reguläre DOG-Forschungsförderung wird durch diese Sonderauslobung ergänzt und nicht ersetzt. Anträge auf Forschungsbeihilfen und Auswertungsbeihilfen können wie gewohnt zum 1. Februar, 1. Juni und 1. Oktober eines Jahres beim Sprecher der Forschungskommission eingereicht werden.

Tim Schmoll, Sprecher Forschungskommission

DOG-Forschungsförderung: Sonderauslobung Vermächtnis Karin Wolf

In einem Vermächtnis hat Frau Karin Wolf aus Hamburg die DOG-Forschungsförderung mit einem Betrag von 100.000 € bedacht. Die DOG würdigt das Vermächtnis Karin Wolf mit einer Sonderauslobung von bis zu zwei Forschungsbeihilfen in Höhe von bis zu je 50.000 €, um Forschungsprojekte von herausragender wissenschaftlicher Qualität und Originalität zu fördern, die wissenschaftliche Grundlagen für den Artenschutz von Singvögeln erarbeiten.

Für die Antragstellung gelten die Grundsätze und Richtlinien der DOG-Forschungsförderung in ihrer aktuellen Fassung (siehe [\[dern/forschungsfoerderung\]\(https://www.do-g.de/foerdern/forschungsfoerderung\)\) mit den folgenden Abweichungen:](https://www.do-g.de/foer-</p>
</div>
<div data-bbox=)

1. Projekte müssen wissenschaftliche Grundlagen für den Artenschutz von Singvögeln erarbeiten.
2. Anträge sind zum Stichtag 1. Juni 2026 beim Sprecher der Forschungskommission einzureichen.

Die reguläre DOG-Forschungsförderung wird durch diese Sonderauslobung ergänzt und nicht ersetzt. Anträge auf Forschungsbeihilfen und Auswertungsbeihilfen können wie gewohnt zum 1. Februar, 1. Juni und 1. Oktober eines Jahres beim Sprecher der Forschungskommission eingereicht werden.

Tim Schmoll, Sprecher Forschungskommission

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

Krankheitsüberwachung bei Unzertrennlichen: Nutzung einer seltenen Gelegenheit zur Schließung einer bedeutenden Wissenslücke

Sascha Dueker, Prof. Dr. Sandi Willows-Munro, Universität KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, Südafrika.
E-Mail: sducker@parrots.org

Neu auftretende Infektionskrankheiten tragen wesentlich zur aktuellen globalen Biodiversitätskrise bei (Brooks & Ferrao 2005; Yap et al. 2015). Besonders die Entstehung neuer Krankheitserreger über anthropogene Wege gilt als Grund für das Aussterben gefährdeter Arten (Lips et al. 2006). Die Feder- und Schnabelkrankheit der Papageien (Beak and Feather Disease Virus, BFDV) und das Aviäre Polyomavirus (APV) kommen sowohl in der Vogelzucht als auch im natürlichen Verbreitungsgebiet von Papageien vor. Afrikanische Papageienarten sind in Gefangenschaft sehr anfällig für diese Krankheiten, insbesondere Vertreter der Unzertrennlichen (*Agapornis* spp.). Über den Handel mit solchen Vögeln können wiederum Viren auf Wildpopulationen

übertragen werden. Bisher gibt es nur wenige Studien zur Verbreitung von BFDV und APV in wildlebenden afrikanischen Papageienpopulationen (Regnard et al. 2014; Fogell et al. 2018).

Agaporniden sind eine Gruppe kleiner bunter Papageien bestehend aus bislang neun anerkannten Arten, die in Afrika südlich der Sahara und auf Madagaskar endemisch sind (Dueker et al. 2023). Sie sind weltweit sehr beliebte Vögel in der Heimtierhaltung. In freier Wildbahn stehen zwei Drittel der Arten auf der Roten Liste der gefährdeten Arten. BFDV wurde in einigen Fällen aus dem Vogelhandel auf Wildpopulationen anderer afrikanischer Papageienarten übertragen (zum Beispiel auf den Mauritiussittich *Psittacula eques*, Fogell



Ein Pfirsichköpfchenpaar (*A. fischeri*) in Tanzania.

Foto: Sascha Dueker



Sascha Dueker bereitet Proben für die Polymerasekettenreaktion (PCR) im Labor zum Test auf BFDV an der Universität KwaZulu-Natal in Südafrika vor.

Foto: Sascha Dueker

et al. 2021, und den Kappapagei *Poicephalus robustus*, Regnard et al. 2015). Diese Viren verbreiten sich besonders erfolgreich durch ihre lange Umweltpersistenz und die Fähigkeit, zwischen eng verwandten Wirtsarten zu wechseln (Peters et al. 2014; Sarker et al. 2014).

Jüngste Forschungen an Wildpapageienpopulationen in Australien haben nun von einer Koinfektion mit BFDV und APV berichtet. BFDV- und APV-Sequenzdaten sowie ganze Genome von Papageien sind über Datenbanken wie GenBank gespeichert und veröffentlicht. Dies bietet die Möglichkeit, nachzuverfolgen, wie diese in wilden Agapornidenpopulationen vorkommenden Virusstämme mit denen in Verbindung stehen, die bei wilden und in Gefangenschaft lebenden Vögeln nachgewiesen wurden.

Im Jahr 2021 hat der „World Parrot Trust“ ein Projekt initiiert, DNA-Proben der vier Arten der Weißaugenringagaporniden (*Agapornis fischeri*, *A. personatus*, *A. lilianae* und *A. nigrigenis*) in ihrem gesamten Ver-

breitungsgebiet im südlichen und östlichen Afrika zu sammeln. Es wurden auch Proben von deren Hybriden in eingeführten Gebieten in Südafrika sowie in einer kürzlich eingerichteten Hybridzone in Ostafrika gesammelt. Insgesamt sind 158 Proben an 15 Standorten gesammelt worden. Beim ersten Screening von elf wild gefangenen Rußköpfchen (*Agapornis nigrigenis*) aus Sambia wurden bereits BFDV-positive Vögel gefunden.

Ziel dieses Projekts ist es alle verfügbaren Proben ($n = 158$) in allen Populationen ($n = 15$) zu testen und eine Sequenzierung (mittels Sanger- und Gesamtgenom-Illumina-Sequenzierung) aller positiven Amplifikate durchzuführen. Dadurch können wir feststellen, in welcher Beziehung in diesen Populationen vorhandene Virusstämme zu denen stehen, die global bei Wildvögeln und in Gefangenschaft gehaltenen Papageien nachgewiesen wurden. Dadurch kann gegebenenfalls auch zurückverfolgt werden, wie die Viren in die wildlebenden Populationen gelangt sind.

Brooks DR & Ferraio AL (2005) The historical biogeography of co-evolution: emerging infectious diseases are evolutionary accidents waiting to happen. *J. Biogeogr.* 32: 1291–1299.

Dueker S, Willows-Munro S, Perrin MR, Abebe YD, Annor-bah NN, Mwangi EW, Madindou IR, Tekalign W, Mori E, Mzumara TI, Brown C, Bryson U, Ndithia H, Dodman T, van der Zwan H, van der Sluis R, Phiri CR, Karimanzira A & Martin R (2023) Conservation status and threats to lovebirds: knowledge gaps and research priorities. *Ostrich* 94: 1–27.

Fogell DJ, Martin RO, Bunbury N, Lawson B, Sells J, McKeand AM, Tatayah V, Trung CT & Groombridge JJ (2018) Trade and conservation implications of new Beak and feather disease virus detection in native and introduced parrots. *Conserv. Biol.* 32: 1325–1335.

Fogell DJ, Tollington S, Tatayah V, Henshaw S, Naujeer H, Jones C, Raisin C, Greenwood A & Groombridge JJ (2021) Evolution of beak and feather disease virus across three decades of conservation intervention for population recovery of the Mauritius Parakeet. *Diversity* 13: 584.

Lips KR, Brem F, Brenes R, Reeve JD, Alford RA, Voyles J, Carey C, Livo L, Pessier AP & Collins JP (2006) Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a neotropical amphibian community. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103: 3165–3170.

Peters A, Patterson EI, Baker BGB, Holdsworth M, Sarker S, Ghorashi SA & Raidal SR (2014) Evidence of Psittacine beak and feather disease virus spillover into wild critically endangered Orange-bellied parrots (*Neophema chrysogaster*). *J. Wildl. Dis.* 50: 288–296.

Regnard GL, Boyes RS, Martin RO, Hitzeroth II & Rybicki EP (2014) Beak and feather disease viruses circulating in Cape parrots (*Poicephalus robustus*) in South Africa. *Arch. Virol.* 160: 47–54.

Sarker S, Ghorashi SA, Forwood JK, Bent SJ, Peters A & Raidal SR (2014) Phylogeny of beak and feather disease virus in cockatoos demonstrates host generalism and multiple-variant infections within Psittaciformes. *Virology* 460: 72–82.

Yap TA, Koo MS, Ambrose RE, Wake DB & Vredenburg VT (2015) Averting a North American biodiversity crisis. *Science* 349: 481–482.

■ Veröffentlichungen von Mitgliedern

Wink M 2025:

Ornithologie für Einsteiger und Fortgeschrittene. 2. Auflage
457 S., Hardcover, 28,4 cm × 21,3 cm. Springer-Spektrum, Heidelberg.
ISBN 978-3662574256. € 39,98.

Nachrichten

DDA-Birdrace 2025

Das diesjährige 22. Birdrace des „Dachverbands Deutscher Avifaunisten“ (DDA) war ein voller Erfolg und lockte am 3. Mai über 2.800 Teilnehmende in knapp 1.000 Teams in die Natur, um innerhalb von 24 Stunden möglichst viele Vogelarten zu entdecken. Bereits kurz nach Mitternacht meldeten die ersten „Nachteulen-Teams“ ihre Sichtungen auf Social Media, und von da an herrschte deutschlandweit echtes Birdrace-Fieber. Bei meist guten Wetterbedingungen wurden über 320 verschiedene Arten beobachtet – darunter auch einige spektakuläre Neuzugänge wie die Kaisergans *Anser canagicus* bei Cottbus und ein seltener Schmutzgeier *Neophron percnopterus* bei Gießen, der zunächst für einen Zwergadler *Hieraaetus pennatus* gehalten wurde.

Niedersachsen führte im Bundeslandvergleich mit 247 Arten, dicht gefolgt von Schleswig-Holstein (246) und Bayern (243). Besonders erfolgreich war der Kreis Vorpommern-Greifswald mit 207 Arten, was die große Artenvielfalt in dieser Region unterstreicht. Auch in der Teamwertung dominierte dieser Kreis: Das Birdrace-Team „Greifswaldschnepfen“ sicherte sich mit 186 Arten den Spitzenplatz, gefolgt von weiteren Teams aus derselben Region. Bemerkenswert ist, dass viele dieser Gruppen auf das Auto verzichteten und damit besonders umweltfreundlich unterwegs waren.

Wie schon im Vorjahr wurde auch 2025 für das Projekt ADEBAR 2 gesammelt, in dessen Rahmen ein neuer Atlas der Brutvogelarten in Deutschland erstellt werden soll. Rund 55.000 € kamen zusammen – ein starkes Zeichen für das Engagement der Birdrace-Community. Fachlich lieferte das Birdrace ebenfalls spannende Erkenntnisse: Während einige Arten wie Zilpzalp *Phylloscopus collybita* und Dorngrasmücke *Curruca communis* Rekordwerte erreichten, waren andere wie die Sumpfohreule *Asio flammeus*, Turteltaube *Streptopelia turtur* oder der



Birdrace-Team „Wilde Hühner“ vom DDA.

Foto: B. Schön

Wachtelkönig *Crex crex* so selten wie nie zuvor. Auch bei den Entenarten gab es auffällige Rückgänge, möglicherweise bedingt durch die trockenen Bedingungen.

Die Ergebnisse zeigen, wie wertvoll solche Citizen-Science-Aktionen sein können – auch wenn sie Momentaufnahmen bleiben und kein Ersatz für langfristiges Vogelmonitoring sind. Weitere Details zu Artenlisten, Kreis- und Teamwertungen sowie zur Spendenaktion finden sich auf der offiziellen Birdrace-Seite der DDA: <https://birdrace.dda-web.de/rueckblick>.

<https://www.dda-web.de/>



Die klassische „Birdrace-Reihe“ präsentiert von Team „Bördnix“. Foto: Jonas Linke

Neue Ala-Präsidentin Christina Ebnetter

Im März 2025 wurde Christina Ebnetter zur neuen Präsidentin der Ala, Schweizerische Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz, gewählt. Wie ihr Vorgänger Manuel Schweizer ist sie begeisterte Ornithologin und ist oft mit Feldstecher und Fernrohr in der Natur anzutreffen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Ala-Präsidenten (und auch zur bis dahin einzigen weiblichen Präsidentin der Ala, Verena Keller) kommt die Biologin aber nicht aus dem Bereich der Forschung, sondern arbeitet – nach beruflichen Stationen im Veterinärbereich – heute primär im Naturschutz und der Naturpädagogik. Als stellvertretende Leiterin des Bird-Life-Naturzentrums im Neeracherried (nördlich von Zürich) pflegte sie schon seit einigen Jahren Kontakte zur Ala. Unter anderem kartiert sie seit einigen Jahren im Auftrag der Ala-Reservatsbetreuer die Brutvögel in diesem Flachmoor.

Im Ornithologischen Beobachter (122: 73, 2025) hat die neue Präsidentin ihre Ziele und Schwerpunkte für die nächsten Jahre umrissen. Sie versteht die Gesellschaft als Organisation für Hobbyornithologinnen und -ornithologen sowie für Personen, die sich – beruflich oder in der Freizeit – mit Vögeln beschäftigen. Die Ala soll daher auch in Zukunft Weiterbildungskurse und



Neue Ala-Präsidentin Christina Ebnetter.

Foto: Ala

Exkursionen für Vogelinteressierte und Studierendengruppen organisieren, eine Plattform für Forschungs- und Erfahrungsberichte von Vogelbeobachterinnen und Forschern bieten und sich fachlich und finanziell für Natur- und Artenschutz in der ganzen Schweiz einsetzen. Ein wichtiges Anliegen ist Christina Ebnetter aber auch, die Ala in Zukunft national und auch im Ausland bekannter und sichtbarer zu machen sowie als Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis zu positionieren.

Ala – Schweizerische Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz

50 Jahre Komitee gegen den Vogelmord e. V. – Zugvogelschutz kennt keine Grenzen

Als Mitte der 1970er Jahre die ersten Berichte über das unglaubliche Ausmaß der Zugvogeljagd in Italien bekannt wurden, beschloss eine kleine Gruppe von Vogelschützerinnen und Vogelschützern in Berlin, etwas dagegen zu unternehmen. Am 1. März 1975 gründeten sie das Komitee gegen den Vogelmord.

„Kein Urlaubsort, wo Vogelmord“ – so lautete die erste Kampagne des Vereins, deren einprägsames Motto bald bundesweit bekannt wurde. Zusammen mit zahlreichen Protesten zeigte der (angedrohte) Tourismus-Boycott schnell Wirkung: 1978 wurde das Jagdgesetz in Italien erstmals umfangreich novelliert und viele bisher jagdbare Arten unter Schutz gestellt.

Schnell aber wurde klar, dass Jagd und massenhafter Fang von Zugvögeln auch in anderen Ländern Europas ein erhebliches Problem darstellen. Eine europaweite Lösung musste her und die Mitgestaltung der EU-Vogelschutzrichtlinie wurde Ende der 70er Jahre zu einem weiteren wichtigen Projekt des Verbandes. Mit intensiver Lobbyarbeit und seitenlangen Gutachten über die Situation der Zugvogeljagd in den einzelnen Mitgliedsstaaten gestalteten Experten des Komitees zahlreiche bis heute gültige Schutzbestimmungen der

EU-Vogelschutzrichtlinie aktiv mit. Mit der Verabschiedung der Vogelschutzrichtlinie im Jahr 1979 wird für die kommenden Jahrzehnte der Grundstein für den Erhalt der Zugvögel in Europa gelegt. Die Überwachung der Einhaltung der darin festgeschriebenen Jagd- und Fangverbote in den Mitgliedsstaaten sollte in den Folgejahren zum Kernpunkt der Arbeit und zum „Markenzeichen“ des Vereins werden.

In den 1980er Jahren brachten die andauernden Protestaktionen und die ersten Vogelschutzcamps vor Ort das Thema „Vogelmord“ zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit. In Belgien führte die Arbeit des Komitees 1993 zum vollständigen Verbot des Vogelfangs. Später rückten mit Frankreich und Süditalien weitere Brennpunkte der Wilderei und des verbotenen Vogelfangs in den Fokus der Arbeit. In Frankreich setzte sich das Komitee vor allem gegen sogenannte „traditionelle“ Fangmethoden ein – wie die mittlerweile verbotenen Schlagfallen im Zentralmassiv, Rosshaarschlingen in den Ardennen, Leimruten in der Provence oder die Jagd auf Ortolane im Südwesten Frankreichs.

Im Jahr 2000 startete in Deutschland unsere Kampagne gegen die illegale Greifvogelverfolgung, in deren



Komitee-Aktion in Norditalien 1989.

Foto: Komitee gegen den Vogelmord e. V.

Rahmen im Jahr 2015 die bundesweite „Erfassungs- und Dokumentationsstelle Greifvogelverfolgung und Artenschutzkriminalität“ (EDGAR) gegründet wurde. Im Jahr darauf wurde erstmals eine größere Aktion gegen die Abschüsse von Greifvögeln und den illegalen Vogelfang auf Malta durchgeführt. Die Aktionen auf der Mittelmeerinsel brachten schnell messbare Erfolge und wurden immer weiter ausgebaut. In dieser Zeit entstand auch der englische Titel „Committee Against Bird Slaughter“ (CABS), der mittlerweile auch offiziell Teil des Vereinsnamens und Zeichen für die internationale Ausrichtung des Komitees ist.

Durch den Rückgang des Vogelfangs in Belgien, Norditalien und anderen Regionen wurden nach und nach

Ressourcen für andere Einsatzgebiete frei. In den 2010er Jahren wurden die Komitee-Vogelschutzcamps erst auf Zypern, Spanien und später den Libanon ausgeweitet. Seit 2023 werden regelmäßig Einsätze in Griechenland durchgeführt, u. a. gegen die illegale Frühlingsjagd auf Zakyntos und den verbotenen Vogelfang auf Santorin.

Fazit: Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist aus dem kleinen „Protestverein“ eine europaweit tätige Vogel- und Tierschutzorganisation geworden, die in vielen Ländern mittlerweile einer der führenden „stakeholder“ in Sachen Wildereibekämpfung ist. An den mehr als 30 regelmäßig durchgeführten Vogelschutzcamps im Mittelmeerraum nehmen jedes Jahr rund 250 Ehrenamtliche aus ganz Europa teil. Von Spanien im Westen bis Libanon im Osten werden die wichtigsten Brennpunkte der Wilderei auf den Zugrouten unserer Vögel abgedeckt. In 50 Jahren aktiver und mutiger Arbeit konnten vor Ort zahlreiche beachtliche Erfolge erzielt und hunderttausende Vögel vor Fang oder Abschuss bewahrt werden. Aber die Gegenseite schläft nicht. Fast Jeder erstrittene Erfolg muss konstant gegen die Forderungen von Jagdverbänden und der Vogelfänger-Lobby verteidigt werden, meist über Jahrzehnte hinweg. Am Ende aber – das haben die letzten fünf Jahrzehnte eindrucksvoll gezeigt – haben die Aktionen des Komitees die Routen unserer Zugvögel jedes Jahr ein Stück sicherer gemacht.

Die ausführliche Vereinsgeschichte lässt sich auf www.komitee.de/ueber-uns/vereinsgeschichte nachlesen.

Axel Hirschfeld & Marvin Fehn,
Komitee gegen den Vogelmord e. V.

Goldener Panda für das Waldrappteam – WWF Italien würdigt herausragenden Naturschutz

Vom 11. bis 13. April 2025 fand das nationale Forum des „World Wide Fund For Nature“ (WWF) Italien statt – ein bedeutendes Ereignis für den Umweltschutz. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde der „Panda d’Oro“, die renommierte Auszeichnung des WWF Italien, verliehen. Sie ehrt Projekte und Persönlichkeiten, die sich im vergangenen Jahr besonders für den Schutz unserer Umwelt eingesetzt haben.

Vor der malerischen Kulisse der Stadt Jesi in der Region Marken – Heimat der WWF-Oase Ripa Bianca – wurden drei Organisationen für ihr außergewöhnliches Engagement ausgezeichnet. Die Preise wurden in den Kategorien „Institutionen & Politik“, „Umweltkommunikation & Umweltvermittlung“ sowie „Naturschutz & Projekte“ vergeben.

In der Kategorie „Naturschutz & Projekte“ erhielt das Waldrappteam die Ehrung. Das Projekt zur Wieder-



Laura Stefani vom Förderverein Waldrappteam stellt das Projekt „LIFE Northern Bald Ibis“ vor. Foto: Laura Stefani

Der WWF-Preis Goldener Panda, bestehend aus einem Papierpanda, einer Anstecknadel mit dem goldenen Panda sowie einem Gemälde einer Mönchsrobbe des verstorbenen Fulco Pratesi, ehemaliger Präsident und Gründer des WWF Italien.

Foto: Laura Stefani

ansiedlung des Waldrapps zeigt eindrucksvoll, wie innovative Ansätze, gepaart mit Leidenschaft und Beharrlichkeit, dem Verlust der biologischen Vielfalt erfolgreich entgegenwirken können.

Seit über zwei Jahrzehnten begleitet der WWF Italien das Waldrappteam – beginnend mit der Auswahl der WWF-Oase Laguna di Orbetello als Winterquartier für die neu angesiedelte Waldrapppopulation. In dieser Zeit wurden 15 menschengesteuerte Migrationen dorthin durchgeführt und insgesamt 277 Jungvögel freigelassen. Das engagierte Team der Oase unterstützte das Projekt



in allen Phasen: von der Migration über die Auswilderung bis hin zur Feldbeobachtung und zu Einsätzen in Notfällen.

www.waldrapp.eu

Wegweisendes Treffen im italienischen Parlament zur Bekämpfung von Wildtierkriminalität

Am 20. Mai 2025 versammelten sich in der Sala Matteotti der Camera dei Deputati in Rom führende Expert:innen aus Umweltrecht, Wissenschaft und Politik zu einer bedeutenden Veranstaltung. Unter dem Titel „Der Fall des Waldrapps: Bekämpfung der Wildtierkriminalität in Italien durch die Umsetzung der EU-Richtlinie zum Schutz der Umwelt durch Strafrecht“ wurde ein drängendes Thema auf höchster Ebene diskutiert. Möglich wurde das Treffen durch die enge Zusammenarbeit zwischen „World Wide Fund For Nature“ (WWF) Italien, der „Italienischen Liga zum Schutz der Vögel“ (Lipu) und der „Liga gegen Vivisektion“ (LAV).

Der Zeitpunkt war brisant: Zeitgleich wurde in Italien der Entwurf für ein neues Jagdgesetz (DDL Caccia) vorgestellt, das Maßnahmen vorsieht, die den ohnehin fragilen Schutzstatus vieler Wildtiere weiter schwächen könnten. Der Waldrapp steht dabei symbolisch für die Bedrohung der Tierwelt. In Italien ist Wilderei die Haupttodesursache dieser streng geschützten Vogelart – ein alarmierender Kontrast zu anderen europäischen Projektstandorten, wo illegale Abschüsse kaum eine Rolle spielen. Die intensive Überwachung der Waldrapppopulation offenbart ein düsteres Bild, das vermutlich auch auf viele andere, weniger beobachtete Arten zutrifft.

Während der Veranstaltung machten Jurist:innen, Staatsanwält:innen, Ermittlungsbehörden und forensische Fachleute deutlich, wie schwer es ist, Wildtierkriminalität effektiv zu verfolgen. Sie kritisierten gesetzliche Lücken, Beweisschwierigkeiten und mangelnde Ressourcen, die eine konsequente Strafverfolgung erschweren. Im abschließenden Panel diskutierten Vertreter:innen der Europäischen Kommission, der italienischen Justiz und des Umweltministeriums die



Laura Stefani (links) vom Förderverein Waldrappteam stellt den Fall Waldrapp vor. Rechts daneben sitzt General Giorgio M. Borrelli, Kommandant des Carabinieri-Regiments CITES. Foto: Alex Gallardo

Umsetzung der neuen EU-Richtlinie 2024/1203. Diese verpflichtet alle Mitgliedstaaten, wirksame Maßnahmen gegen Umweltkriminalität zu ergreifen und bietet die Chance, bestehende rechtliche Defizite endlich zu schließen. Gleichzeitig äußerten viele Expert:innen große Sorge über die geplante Reform des Jagdrechts, die ohne Einbindung von Umweltverbänden erarbeitet wurde. Sie warnen vor einem Rückschritt im Tierschutz, der grundlegenden verfassungsrechtlichen und europäischen Prinzipien widerspricht.

Die veranstaltenden Organisationen kündigten an, zeitnah ein Positionspapier zu veröffentlichen, das konkrete Vorschläge für eine umfassende und strukturierte Umsetzung der Richtlinie enthält.

Eine Aufzeichnung der Veranstaltung ist hier abrufbar: <https://webtv.camera.it/evento/28134>.

www.waldrapp.eu

Gelbschnabeltaucher in der Doggerbank

Im Frühjahr 2025 gelang dem Seevogelteam des „Dachverbands Deutscher Avifaunisten“ (DDA) ein bemerkenswerter Nachweis: Im Bereich der Doggerbank, dem nordwestlichsten Zipfel der deutschen Nordsee, wurden erstmals in größerer Zahl Gelbschnabeltaucher *Gavia adamsii* beobachtet. Bereits im Mai 2024 waren dort zwei Exemplare gesichtet worden – ein Hinweis auf ein mögliches Rastvorkommen dieser seltenen Art. Nun bestätigte eine zehntägige Expedition mit der „Fortuna Kingfisher“, organisiert vom „Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung“ (ITAW) und begleitet von Forschenden des DDA und „Bundesamt für Naturschutz“ (BfN), diesen Verdacht eindrucksvoll.

Insgesamt wurden 13 Gelbschnabeltaucher sicher identifiziert, fünf weitere große Seetaucher konnten aufgrund der Entfernung nicht eindeutig bestimmt werden, gehören aber vermutlich ebenfalls dazu. Eine vorsichtige Hochrechnung geht von rund 200 Individuen aus, etwa 20 davon im deutschen Naturschutzgebiet „Doggerbank“. Angesichts der weltweit kleinen Population – laut BirdLife International nur 1.000 bis 8.000 Tiere – ist dieses Gebiet von internationaler Bedeutung

und verdient besonderen Schutz. Das DDA-Team hofft daher auf eine Aufnahme des Gelbschnabeltauchers als Schutzgut in die NSG-Verordnung.

Die Doggerbank zeigte sich während der Expedition nicht nur als bedeutendes Rastgebiet für Seetaucher, sondern auch als Hotspot für weitere Seevögel und Meeressäuger. Neben 59 Papageitauchern *Fratercula arctica*, vier Schmarotzerraubmöwen *Stercorarius parasiticus* und einem Atlantiksturmtaucher *Puffinus puffinus* wurden zahlreiche Basstölpel *Morus bassanus*, Eissturmvogel *Fulmarus glacialis* und Trottellummen *Uria aalge* gesichtet. Sogar ziehende Landvögel wie Rauchschwalben *Hirundo rustica* und eine Waldschnepfe *Scolopax rusticola* wurden mitten in der Nordsee beobachtet. Auch Gewöhnliche Schweinswale *Phocoena phocoena*, Kegelrobben *Halichoerus grypus*, Weißschnauzendelfine *Lagenorhynchus albirostris* und Nördliche Zwergwale *Balaenoptera acutorostrata* ließen sich blicken und rundeten das beeindruckende Artenspektrum ab.

Weitere Informationen zum Seevogelmonitoring und zur Expedition werden demnächst auf der Website des DDA veröffentlicht.

<https://www.dda-web.de/>



Die Sichtung des ersten Gelbschnabeltauchers in der Doggerbank.

Foto: Lukas Ehmke

Dortmunder Jagdmesse: Jagdreisen auf bedrohte Zugvögel als Messe-Highlight

Auf der Messe „Jagd & Hund 2025“ in den Dortmunder Westfalenhallen stehen Jagdreisen im Fokus, bei denen der Abschuss gefährdeter Zugvögel entlang ihrer Routen beworben wird. Eine aktuelle Recherche des „Komitees gegen den Vogelmord“ zeigt: Mindestens ein Dutzend Aussteller bietet gezielt Jagden auf Vogelarten an, die in Deutschland als bedroht gelten.

So warb das Jagdbüro „Vojvodinasume“ für Reisen nach Serbien, bei denen Turteltauben *Streptopelia turtur*, Knäkenten *Spatula querquedula*, Wachteln *Coturnix coturnix* und weitere Arten geschossen werden können. In unmittelbarer Nähe boten andere Anbieter Jagden auf Turteltauben und Wachteln in Bulgarien an oder lockte ein Unternehmen aus Baden-Württemberg mit Vogeljagden in Montenegro – darunter auch auf Bekassinen *Gallinago gallinago* und Singdrosseln *Turdus philomelos*. „Blaser Safaris“ hatte Jagdreisen nach Frankreich im Programm, bei denen ebenfalls Bekassinen und Singvögel erlegt werden. Besonders drastisch: Die Dortmunder Firma „Premium Jagd“ warb mit bezahlten Massenabschüssen in Frankreich und Serbien. Laut Website können selbst durchschnittliche Schützen mit bis zu 20 getöteten Wachteln pro Tag rechnen – erfahrene Jäger mit deutlich mehr. Für eine mehrtägige Jagdreise auf Korsika zahlt eine Gruppe von sechs bis zwölf Personen rund 26.300 Euro. Inklusive: tägliche Abschüsse von bis zu 500 Drosseln, Schnepfen und anderen Arten.

Laut aktueller Roter Liste der Brutvögel in Deutschland gelten Knäkenten, Bekassinen und Turteltauben als „vom Aussterben bedroht“ bzw. „stark gefährdet“. Wachteln stehen auf der Vorwarnliste. Viele dieser Arten ziehen im Herbst über Osteuropa und den Balkan – genau dort, wo die Jagdreisen stattfinden. Auch besonders geschützte Arten sind betroffen: Die Reiseagenturen „Malepartus“ und „Fabrig“ boten Jagden auf Papageientaucher *Fratercula arctica* und Robben in Island an. Auf ihrer Website heißt es: „Werden bewusst geschützte Vögel erlegt, werden pro Vogel 200 Euro berechnet.“ Der Atlantische Papageientaucher ist laut „International Union for Conservation of Nature“ (IUCN) weltweit als „gefährdet“ eingestuft.

Die Messe selbst präsentiert sich online als „internationaler Trendsetter für Artenschutz

und ethische Jagdkultur“. Das „Komitee gegen den Vogelmord“ nennt dies in einer vielbeachteten Pressemeldung „als Heuchelei“. Komitee-Geschäftsführer Alexander Heyd kritisiert: „Die Jagd auf gefährdete Zugvögel hat mit verantwortlicher oder nachhaltiger Jagd nichts zu tun, sondern schadet dem Artenschutz. An den Standgebühren dieser Aussteller klebt das Blut von in Deutschland und Europa bedrohten Arten.“

www.komitee.de



Erschossene Turteltaube (Griechenland, Mai 2024).

Foto: Komitee gegen den Vogelmord



Auf Malta 2019 erschossene Wachtel. Foto: Komitee gegen den Vogelmord

Ankündigungen und Aufrufe

Internationale Konferenz für Nachwuchswissenschaftler:innen in Hamburg

Das „Young Researchers Symposium“ (YRS) ist eine internationale Konferenz für Masterstudierende, Promovierende und Postdocs in den ersten Jahren im Bereich der Tiernavigation und Magnetorezeption. Ziel der Veranstaltung ist es, einen Raum für Austausch und Vernetzung in einer offenen und einladenden Atmosphäre zu schaffen.

Die Konferenz findet vom 19. bis 21. November 2025 in Hamburg, Villa Viva, statt. Sie wird von engagierten Doktorand:innen organisiert, die spannende Keynote-Vorträge, wissenschaftliche Präsentationen und Poster-sessions planen.

Nachdem das erste YRS online ein großer Erfolg war, freuen wir uns sehr, das Symposium nun vor Ort auszurichten und euch an unserem besonderen Veranstaltungsort willkommen zu heißen – für noch stärkere persönliche Verbindungen. Unterkunftskosten und Teilnahmegebühren werden vom SFB 1372 übernommen, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

Alle Informationen könne hier nachgelesen werden: <https://www.sfb1372.de/young-researchers-symposium>.

www.sfb1372.de

Patinnen und Paten für ADEBAR – den Brutvogelatlas – gesucht!

Haben Sie einen Lieblingsvogel oder kennen Sie jemanden, der eine bestimmte Vogelart ganz besonders ins Herz geschlossen hat? Dann überlegen Sie nicht lange und unterstützen Sie „Ihre“ Vogelart im Brutvogelatlas!

Damit das Projekt ADEBAR ein Erfolg wird, gibt es neben der Mitarbeit an der Erfassung der Brutvögel einen ganz entscheidenden zweiten Baustein, bei dem der DDA Sie um Ihre Unterstützung bittet: Werden Sie Pate/Patin für unsere heimischen Brutvogelarten!

Bei den ADEBAR-Artpatenschaften übernehmen Privatpersonen, Vereine, Stiftungen oder Unternehmen zu einem festgesetzten Betrag eine Patenschaft und werden dafür im Buch bei ihrer ausgewählten Lieblingsart

genannt. So wird die Beziehung zu einer Vogelart nachhaltig dokumentiert und für Vereine, Stiftungen und Unternehmen bietet sich eine ausgezeichnete Chance, Werbung zu machen und sich für den Artenschutz zu positionieren.

Pro Vogelart können insgesamt fünf Artpatenschaften übernommen werden. Eine Artpatenschaft kostet 100 € für Privatpersonen und 500 € für Vereine, Stiftungen und Unternehmen. Die Spende ist steuerlich absetzbar. Sie haben bereits Ihre Wahl getroffen?

Unter adebar.dda-web.de/patenschaften können Sie Ihre Wunschart aussuchen und sich die Patenschaft mit ein paar Klicks sichern.

Übrigens: Patenschaften sind auch als Geschenk eine gute Idee! Auf der ADEBAR-Webseite können Sie eine Geschenkkurkunde für die Patenschaft generieren und damit im Namen von Freunden oder Verwandten etwas Gutes für den Artenschutz tun.

Haben Sie noch Fragen zum ADEBAR-Projekt, zu den Artpatenschaften oder unserer Arbeit für den Vogelschutz? Dann nehmen Sie am besten gleich Kontakt mit dem DDA auf. Johanna Karthäuser berät Sie bei der Auswahl „Ihrer“ Vogelart oder bei der Suche nach der passenden Patenschaft.

Kontakt: Johanna Karthäuser

Fundraising und Öffentlichkeitsarbeit im DDA

Telefon: 0251-210140-051

(telefonisch erreichbar: Montag-Donnerstag 9–14 Uhr)

E-Mail: karthaeuser@dda-web.de



Pro Artseite im Buch sind fünf Artpatenschaften möglich. Es gilt das Prinzip „wer zuerst kommt, mahlt zuerst“. Lassen Sie sich mit der Entscheidung aber nicht zu viel Zeit. Foto: Thorsten Krüger

Mehr Informationen über den neuen Brutvogelatlas erhalten Sie unter <https://adebar.dda-web.de>.

Öffentliche Vorträge des 2. Internationalen Treffens der Schneesperlingsforschenden

Von den Höhenzügen Spaniens bis in die Gebirge des Nahen Ostens erforschen Wissenschaftler:innen derzeit, wie sich die Klimaerwärmung auf den Schneesperling auswirkt. Ihre Erkenntnisse stellen sie am 28. November 2025 von 13:00 bis 17:00 Uhr im Rahmen eines Mini-Symposiums an der Schweizerischen Vogelwarte in Sempach, Vogelwarte Bürogebäude, Seminarraum Aquila, vor.

Im Anschluss sind alle Teilnehmenden herzlich zu einem Apéro eingeladen. Wer möchte, kann den Tag bei einem gemeinsamen Abendessen in Sempach ausklingen lassen.

Das Vortragsprogramm ist hier aufrufbar: <https://www.vogelwarte.ch/de/events/oeffentliche-vortraege-im-rahmen-des-2-internationalen-treffens-der-schneesperlingsforschenden/>.

www.vogelwarte.ch

Jetzt Garten als „vogelfreundlich“ auszeichnen lassen!

Naturschutz beginnt direkt vor der Haustür – und genau dort setzt die Aktion „Vogelfreundlicher Garten“ an. Gemeinsam mit dem Bayerischen Artenschutzzentrum des „Landesamts für Umwelt“ (LfU) hat der „Landesbund für Vogel- und Naturschutz in Bayern e. V.“ (LBV) im Jahr 2022 die bayernweite Initiative ins Leben gerufen. Ziel ist es, Privatgärten auszuzeichnen, die Vögeln und Insekten durch naturnahe und strukturreiche Gestaltung wertvollen Lebensraum bieten.

Die Auszeichnung mit der Plakette „Vogelfreundlicher Garten“ ist eine Anerkennung für alle

Gartenbesitzer:innen, die der Natur Raum geben – mit heimischen Blühpflanzen, beerentragenden Gehölzen, Totholz, wilden Ecken und Vielfalt statt Zierrasen.

Der Erfolg spricht für sich: Innerhalb von nur drei Jahren hat die ehrenamtliche Gartenjury bereits über 5.000 Gärten ausgezeichnet. Aufgrund der großen Nachfrage wird das Projekt bis mindestens 2027 fortgeführt.

Haben auch Sie einen Garten, der Lebensraum statt Zierrasen bietet? Dann lassen Sie ihn bewerten und sichern Sie sich die Plakette „Vogelfreundlicher Garten“. Jetzt bewerben unter: www.vogelfreundlichergarten.de.

www.lbv.de

Literaturbesprechungen

Monika Niehaus & Michael Wink:

Warum kopflose Männchen die besseren Liebhaber sind – Sex und Fortpflanzung im Tierreich.

Hirzel Verlag, Stuttgart, 2024. 238 S. Paperback. 14 x 21 cm. ISBN 978-3-7776-3384-8. 24 €.

„Wer darüber lacht, lacht über seine eigene Existenz“, sagte vor langer Zeit unser Biologielehrer im Aufklärungsunterricht, um wieder Ruhe in die aufgeregte gackernde Klasse zu bringen. Sex erregt Interesse, Sex sells. Diese häufig zitierte Binsenweisheit gilt keinesfalls nur in Marketing und Werbung, sondern in der gesamten organismischen Welt. Sexualität dient der Fortpflanzung und ist der Zweck des Lebens; „fitte“ Nachkommen sind das Ziel. Sex erhöht die genetische Variation, die wiederum Voraussetzung für die natürliche Selektion und die Evolution ist. Um Nachwuchs zu erzeugen müssen die beiden Geschlechter kooperieren, obwohl deren Interessenslage oft gegensätzlich ist. Dieser Konflikt zwischen den weiblichen und männlichen Individuen hat zu einer faszinierenden Vielfalt an Fortpflanzungsstrategien und Paarungssystemen geführt.

Monika Niehaus und Michael Wink führen uns auf unterhaltsame, witzige, aber fachlich sehr solide Weise einen fast unerschöpflichen Reigen vor Augen, wie die unterschiedlichsten Tiere zu ihrem Nachwuchs kommen und was dabei alles passiert.

Da gibt es gute und weniger gelungene Teamarbeit, alles zwischen häufigem Partnerwechsel und fester Paarbindung, wählerische Weibchen, das Handicap-Prinzip, offene und kryptische Strategien und – in den letzten dreißig Jahren bei Vögeln besonders genau untersucht – Spermienkonkurrenz auf anatomischer und molekularer Ebene, von denen der ahnungslose Vogelbeobachter gar nichts mitkriegt. Wie gefährlich Sex sein kann, veranschaulichen uns Gottesanbeterinnen und Spinnen, die ihre Männchen schon bei der Kopula verpeisen („kopulatorischer Selbstmord“). Doch nicht nur der weibliche Partner, auch Artfremde können betörten Männern nach dem Leben trachten: siehe Sexfalle Glühwürmchen. Nur wenigen gelingt ein „Salto mortale aus der Todeszone“. Da ist es doch sicherer, wenn manche Kraken (z. B. das Große Papierboot) ihren Penis allein auf Reisen schicken, Seepferdmännchen gleich selbst die Schwangerschaft austragen oder männliche Tiefseeeangler einfach als Anhängsel am Weibchen festwachsen.

Auch wenn das Buch eher wenige Beispiele aus der Vogelwelt bringt (u. a. Seggenrohrsänger und Enten), so liegt sein Wert darin, die breite Vielfalt der sexuellen Mechanismen und Strategien vorzustellen und quasi nebenbei eine Menge an generellen Informationen über Biologie, Anatomie, Genetik, Evolution u. a. Aspekte einzuschleusen. Das fördert das fachliche Verständnis des „lustigen Treibens“ und hebt dessen biologische Bedeutung hervor. Ein verständliches Glossar, erhellende Anmerkungen und das weiterführende Literaturverzeichnis steigern eindeutig den Wert des heiteren Buches.

Der moralisch-prüde Zeigefinger im Hinblick auf alles, was mit Sex zu tun hat, ist in der Biologie schon lange fehl am Platz. Erstaunlicherweise ist er manchmal doch noch da, z. B. wenn in den USA einer angesehenen Verhaltensbiologen

Mittel gestrichen werden, weil sie sich mit der Anatomie und Evolution der komplementären Spiralen von Penis und Vagina bei manchen Entenarten beschäftigt. Da hilft nur noch mehr Wissen über die Biologie der Fortpflanzung wie in diesem Buch. Lachen ist ausdrücklich erlaubt.

Karl Schulze-Hagen (Mönchengladbach)

Wilhelm Irsch:

Meister der Anpassung – Die erstaunlichsten Überlebensstrategien der Tier- und Pflanzenwelt

oekom verlag, München. 256 Seiten, Illustriert, Taschenbuch, 14,70 cm x 20,70 cm. ISBN- 978-3987261237, 24,00 €.

Dieses Buch von Wilhelms Irsch lädt dazu ein, den Blick über den Tellerrand unserer geliebten Vogelwelt hinaus zu richten – hinein in die faszinierenden Eigenheiten anderer Tiergruppen. Mit einem fundierten Blick auf die neuesten Erkenntnisse der Verhaltensbiologie und Ökologie präsentiert Irsch die überauschenden Anpassungsstrategien von Tieren.

Die gewählten Titelkapitel bringen einen erst einmal zum Schmunzeln. Denn entgegen dem üblichen Zwang zur Ordnung und Kategorisierung lassen sich bei Titeln wie „Vom Maulwurfshirn und trächtigen Fledermäusen“ oder „Von Haien im Atemstillstand bis zu den Salamandern der Götter“ keine klaren thematischen Linien erkennen. Auch beim Einstieg in die ersten Kapitel wirken die Unterabschnitte zunächst wie lose aneinandergereihte Kuriositäten. Doch bei genauerem Hinsehen zeigt sich: Der Autor verfolgt sehr wohl einen roten Faden – nur eben auf seine ganz eigene, charmant unkonventionelle Weise.

Statt eines durchgehend zusammenhängenden Textes, der volle Konzentration von Anfang bis Ende verlangt, bietet das Buch eine Sammlung kleinerer, in sich geschlossener Abschnitte. Jeder widmet sich einer besonderen Tierbeobachtung oder wissenschaftlichen Erkenntnis. Man könnte fast dazu verleitet werden, das Buch irgendwo in der Mitte aufzuschlagen – etwa bei den „Heliconius-Schmetterlingen: flexibler als gedacht“ oder „Reifenabrieb und höhere Temperaturen nerven Fadenwürmer“ – und einfach einen spannenden Fakt zu entdecken.

Erst in den späteren Kapiteln, wie „Von Orang-Utans, Schimpansen, Pavianen, Gorillas und Co.“ oder „Soziale Hierarchien der Savanne – der Machtverlust der Hyänen“, verdichten sich die Themen. Hier lohnt es sich, mehrere Abschnitte hintereinander zu lesen, um den Kontext vollständig zu erfassen – was sich aber in angenehmen Grenzen hält.

Inhaltlich sind die meisten Abschnitte leicht verdaulich und auch für Laien gut verständlich. Nur gelegentlich taucht der Text tiefer in die Welt der DNA, Gene oder Ionenkanäle ein – hier ist ein gewisses naturwissenschaftliches Grundverständnis hilfreich. Doch auch diese Passagen lassen sich problemlos überspringen, da jedes Thema für sich steht und der nächste Abschnitt wieder einen neuen Einstieg bietet.

Die Illustrationen beschränken sich auf etwa ein Schwarzweißbild pro Kapitel und dienen eher als visuelle Verschnaufpause denn als inhaltliche Ergänzung.

Obwohl das Titelbild mit Schwalben sofort das Herz von Ornithologen höherschlagen lässt, tauchen Vögel erst ab Seite 155 auf. Die entsprechenden Abschnitte sind übersichtlich und behandeln klassische Themen wie Gesang und Sprache, Geruch und Orientierung, Klimawandel, Zugbewegungen und Lichtverschmutzung. Hier muss der Ornithologe also sein geliebtes Thema einmal hintenanstellen und sich stattdessen auch mal dem Rest der Tierwelt öffnen.

Wenn ihr Lust habt, statt eines täglichen Gute-Laune-Spruchs lieber einen kuriosen, spannenden Fakt aus der Tierwelt zu entdecken – dann nehmt dieses Buch unbedingt zur Hand.

Natalie Wellbrock (Saulgrub)

Michael Wink:

Ornithologie für Einsteiger und Fortgeschrittene.

2. Auflage.

Springer Spektrum 2025. 457 S., zahlreiche Abb., Grafiken und Tab. Hardcover. 28,5 x 20,5 cm. Ebook inside. ISBN 078-3-662-57425-6. 39,98 €.

Dieses schwergewichtige Kompendium mit enormer Faktenfülle zu beinahe Allem, was Anfänger und zunehmend kompetente Vogelkenner wissen wollen bzw. sollen, ist die stark erweiterte und aktualisierte zweite Auflage von M. Winks Werk für ornithologische Einsteiger – nach 12 Jahren. In diesem Zeitraum hat sich eben sehr viel in der Vogelkunde getan. Doch keine Bange vor dem Gewicht, das Buch hat einen automatischen Link zu seiner e-Version. Sein Vorteil liegt darin, dass hier die Summe der vielen wissenswerten Informationen versammelt vorliegt, sozusagen auf den Punkt gebracht. In der lange zurückliegenden Jugend des Rezensenten war an annähernd ähnliche Grundlagenwerke gar nicht zu denken. Die einzige Anfängerinfo blieb der dünne Vorspann von Frielings „Was fliegt denn da“. Es bedurfte zwei, drei weiterer Jahre Englischunterricht in der Schule, bis „Collins guide to bird watching“ von R. S. R. Fitter die erste nützliche „Gebrauchsanleitung“ bot. Was darin den Einsteiger in den 1960er Jahren am meisten beeindruckt hatte, war eine Beschreibung, wie man mit einer simplen, am rückseitigen Gürtel befestigten Kordel das nackenverspannende Fernglas tiefer ziehen und so für lange Ausflüge erträglicher machen konnte. Tue ich heute noch, wäre aber aufgrund der neuen Technologie längst nicht mehr nötig.

Das neuzeitliche Kompendium ist also kein Vogelbestimmungsbuch (es stellt stattdessen elf Bestimmungsführer vor). Tatsächlich bietet es einen ornithologischen Anfänger- und einen Aufbaukurs. Der erste Teil widmet sich den Basics der Vogelbeobachtung (wie, wo, wann, Naturschutz ums Haus; Dokumentation der Beobachtungen), der zweite, dickere bietet einen Überblick über das weite Feld der allgemeinen Ornithologie (Evolution, Biologie, Ökologie und Naturschutz). Die vorangestellte Einleitung beginnt mit dem „Allgemeinplatz“, dass Vögel „Teil unserer Umwelt“ sind – eine einleuchtende

Begründung für den Einstieg in die Vogelkunde, die zunehmend mehr Anhänger findet. Zur Einleitung gehört auch eine kurze Geschichte der Ornithologie (fast 15 Seiten), gefolgt von einer Einteilung des vom Hobby („Twitcher“) über Passion bis zur Wissenschaft reichenden Spektrums vogelkundlicher Aktivitäten. Den praktischen Schluss des Buches liefert sein „Serviceteil“ mit einer Artenliste der Vögel Deutschlands, einem ausgiebigen Glossar, umfangreichen Literatur- und Internetquellen sowie detailliertem, brauchbarem Stichwortverzeichnis. Durchgängige Nummerierung der Kapitel und prägnante Überschriften geben dem Ganzen eine klare Struktur, die dem Leser Orientierung und Nachschlagen so leicht wie möglich machen. Die Fülle der Fotos, Zeichnungen, farbigen Grafiken und Tabellen lockern den verständlich und bewusst einfach gehaltenen Text nochmals auf. So lässt sich das dicke Buch in kleinen Häppchen gut „verdauen“ und stimuliert immer wieder zum Weiterlesen.

Der zweite Teil, der sich mit den Grundlagen der wissenschaftlichen Ornithologie beschäftigt, ist der anspruchsvollere. „Für Nicht-Biologen können diese Kapitel zunächst eine Herausforderung darstellen“; doch die werden sowohl im Text als auch im umfangreichen Glossar ordentlich erklärt. Darüber hinaus helfen zahlreiche Querverweise weiter. Also, man braucht wirklich keine Scheu vor dem dicken Wälzer zu haben. Die Lektüre der umfassenden Einführung in die Biologie der Vögel ist ein Gewinn, nicht nur für motivierte Einsteiger oder für Studierende der naturwissenschaftlichen Grundsemester. Durchaus auch für „alte Hasen“, die ihr verblasstes Wissen noch einmal auffrischen und neu ordnen wollen.

Den Block „Evolution“ hatte sich der Rezensent als Beispiel genauer vorgenommen. Er beginnt mit der schwierigen zu erklärenden Entstehungsgeschichte der Klasse der Vögel, gefolgt von einem Überblick über die aktuelle Taxonomie und Systematik der Vögel, Artbildungsprozesse und die genetischen Grundlagen. Das Finale dieses Blockes stellt der neue Stammbaum der Vögel mit seinen vielen ungewohnten Neuerungen dar. Zwangsläufig ist der Text hier mit zahllosen Fachausdrücken gespickt. Doch mit der Hilfe eingängiger Erklärungen und schlüssiger Grafiken kann der Leser gut folgen. Wie so oft zeigt sich erst auf den zweiten Blick, dass Biologie viel komplexer ist als zunächst gedacht. Was die jüngere Forschung hier in den letzten 30 Jahren geleistet hat, ist gewaltig und erfordert manches Umdenken. Schon deshalb ist die Lektüre derartiger Updates bzw. Reviews absolut lohnenswert.

Das Buch füllt eine Lücke im deutschsprachigen Raum. Es existiert zwar eine Handvoll kleinerer Bücher, die in manchen Aspekten mit dem vorliegenden überlappen, jedoch längst vergriffen sind. Ein ornithologischer Überblick in derartiger Vollständigkeit war deshalb dringend erwünscht. Die Arbeitsleistung, die hinter diesem eindrucksvollen Werk steckt, ist kaum zu ermessen und nur von einem vielseitigen, sehr versierten und passionierten Wissenschaftler zu erbringen. Michael Wink hat mehr als zehn Jahre daran gearbeitet. Ein wichtiges Buch.

Karl Schulze-Hagen (Mönchengladbach)

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 DOG, 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 DOG), Männchen und Weibchen-Symbole sollen zur Vermeidung von Datenübertragungsfehlern im Text nicht verwendet werden (stattdessen „Männchen“ und „Weibchen“ ausschreiben). Sie werden erst bei der Herstellung eingesetzt. Übliche (europäische) Sonderzeichen in Namen dürfen verwendet werden. Abkürzungen sind nur zulässig, sofern sie normiert oder im Text erläutert sind.

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.

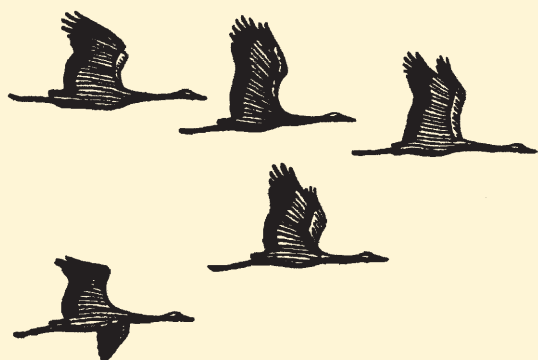
Titel von Arbeiten in Deutsch, Englisch und Französisch bleiben bestehen, Zitate in anderen europäischen Sprachen können, Zitate in allen anderen Sprachen müssen übersetzt werden. Wenn vorhanden, wird dabei der Titel der englischen Zusammenfassung übernommen und das Zitat z. B. um den Hinweis „in Spanisch“ 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 63 • Heft 3 • August 2025

Inhalt – Contents

Thorsten Krüger	
Zur Geschichte der Verzeichnisse und Artenlisten der Vögel Deutschlands.....	153
Jean-Christophe Koenig & Ingolf Schuphan	
Zippammer <i>Emberica cia</i> im Winterquartier - Beleg-Foto zeigt gelben Farbring und ermöglicht	
Zugdaten-Ermittlung.....	178
Christian Harms	
Uhus <i>Bubo bubo</i> vokalisieren bei strömendem Regen und heftigem Wind.....	181
Tim Schmoll, Guruprasad Hegde, Monika Dorsch & Georg Nehls	
Hohe Sensitivität automatisierter Detektion von Seevögeln auf See auf digitalen Luftbildaufnahmen	191
Jason Bosch, Stefan Bosch, Peter Lurz, Wolfgang Fiedler	
In Japannetz gefangene Blaumeise <i>Cyanistes caeruleus</i> als Beute des Eichhörnchens <i>Sciurus vulgaris</i>	216
Kathrin Schidelko & Darius Stiels	
Forschungsmeldungen	219
Aus der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft	227
Vogelwarte Aktuell	227
Nachrichten	231
Ankündigungen und Aufrufe	237
Literaturbesprechungen	239