

Spannendes aus dem "Journal of Ornithology"

Der Einfluss des Alters auf räumliche und zeitliche Zugmuster von Schwarzstörchen aus Deutschland

Der Schwarzstorch *Ciconia nigra* hat den „Nachteil“, dass er ein großer schwarzer Vogel ist. Vom Mittelalter bis in die Neuzeit wurde er als Gegenspieler des verehrten und positiv besetzten Weißstorch angesehen. Dementsprechend gilt er als ein Bote von Unheil, Krankheit, Krieg und verheißt allgemein nahendes Unglück. Dieser Volksaberglaube ist in manchen Regionen des südöstlichen Europas immer noch lebendig. Das war auch schon einmal anders. In vorchristlicher Zeit galt der Schwarzstorch im Norden Europas als einer der Begleiter Odins und sein im Schwedischen noch immer gebräuchlicher volkstümlicher Name ist „Odensvala“, was Schwalbe des Odin bedeutet.

Der Schwarzstorch brütet von Südwesteuropa bis in den Osten Russlands und Chinas. In Mitteleuropa bevorzugt er als Bruthabitat urwüchsige Laub- und Mischwälder, die Feuchtwiesen, Sümpfe, Bäche oder stehende Gewässer enthalten. Seine Nahrung sind Fische, Amphibien sowie Insekten, die er hauptsächlich an Waldbächen, Tümpeln und Wassergräben findet. Er ist in seinem Brutrevier sehr störungsempfindlich, die Horste werden in ruhigen Altholbeständen angelegt. Ab der Mitte des 19. bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts kam es zu großräumigen Bestandsrückgängen und zum Aussterben des Schwarzstorches in einigen europäischen Ländern. Auch die deutschen Bestände verringerten sich in diesem Zeitraum und gingen bis auf einen Tiefstand von 10 bis 20 Paaren zurück. Ein Grund für den Rückgang war die Jagd, die aber diesem versteckt lebenden Vogel nicht so gefährlich werden konnte wie die Veränderungen in den land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsweisen. Besonders negativ wirkten sich der Verlust von Horstbäumen durch eine Verbreitung von Monokulturen im Waldbau und die Trockenlegung von Wäldern sowie Wiesen aus. Ab den 1930er Jahren gab es eine allmähliche Erholung, wobei sich die Art von Osteuropa aus wieder in Deutschland ansiedelte (Janssen et al. 2004). Der Bestand des Schwarzstorchs in Deutschland ist mittlerweile wieder auf 800 bis 900 Paare angestiegen und der Populationstrend ist aktuell positiv (Gerlach et al. 2019; Bundesamt für Naturschutz 2020). Die Art gilt folglich in Deutschland nicht mehr als gefährdet. Für den Schutz einer wandernden Vogelart ist es aber wichtig, nicht nur das lokale Brutverhalten zu verstehen, sondern auch die Zugrouten und Zugzeiten sowie die Überwinterungsgebiete zu kennen. Nur die Kenntnis dieser kritischen Parameter im Zugverhalten wird in Zukunft erfolgreiche Naturschutzentscheidungen ermöglichen (Flack et al. 2022).

Schwarzstörche sind Langstreckenzieher, die in West- oder Ostafrika überwintern. Da der Zug zumeist im Segelflug bewältigt wird, vermeiden die Tiere aufgrund der schlechten Thermik den Flug über das Mittelmeer. Ebenso wie der Weißstorch weist der Schwarzstorch in Mitteleuropa eine Zugscheide auf (Bobek et al. 2008). Die Westzieher überqueren das Mittelmeer bei Gibraltar und die Ostzieher wählen die Route über den Bosphorus und Israel. Ein kleiner Teil der Population wählt auch die direkte Passage über Sizilien oder die Inselbrücke in der Ägäis. In den letzten 20 Jahren haben Telemetriestudien einzelner weniger Tiere neue Einblicke in das individuelle Zugverhalten in Bezug auf Zugrouten, Überwinterungsgebiete und Rastgebiete auf dem Zug ergeben (Chevallier et al. 2011). Die geringe Stichprobengröße erlaubte jedoch keine Untersuchung des Zugverhaltens junger Schwarzstörche. Allgemein ist in der Ornithologie die Frage, wie sich das Zugverhalten von Vögeln im Laufe ihres Lebens verändert, noch weitgehend unbeantwortet.

Die fünf Autoren von der Universität Konstanz, der Technischen Hochschule Weihenstephan, dem Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Radolfzell sowie ein freier Vogelschutzexperte aus Klein Markow, Deutschland, haben in der vorliegenden Studie 70 junge Schwarzstörche zwischen 2017 und 2022 mit GPS-Geräten ausgerüstet und ihre Wanderungen in den darauffolgenden ersten Jahren verfolgt (Fisel et al. 2024). Die Autoren wollten herausfinden, wie Alter und Erfahrung die Flugrouten der Tiere beeinflussen. Sie haben sich besonders darauf konzentriert, welche Wege sie wählen, wie sie sich in ihren Winterquartieren bewegen und wie sich ihre Abflugzeiten mit dem Alter ändern. Trotz hoher Jugendsterblichkeit und einiger technischer Ausfälle der Sender lieferte das Projekt umfangreiche Daten; die jungen Schwarzstörche konnten maximal über drei aufeinanderfolgende Jahre verfolgt werden.

Die Nester der jungen Schwarzstörche befanden sich in Brandenburg (ein Nest und drei Individuen), Bayern (17 Nester und 56 Individuen) und Mecklenburg-Vorpommern (vier Nester und 11 Individuen). Die ausgewählten Brutgebiete befanden sich in speziellen Referenzgebieten des jeweiligen Bundeslandes. Die Nester wurden aufgrund ihrer guten Zugänglichkeit ausgewählt. In den Nestern wurden immer alle Jungtiere markiert, mit Ausnahme eines Nestes in Bayern (vier von fünf) und eines Nestes in Brandenburg (drei von vier). Die zur Markierung verwendeten solarbetriebenen

GPS-Miniatur-Datenlogger wurden vom Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie maßgefertigt. Sie hatten eine Größe von 25 × 38 × 15 mm und ein Gewicht von 21 g. Die jungen Störche wurden im Alter von sieben Wochen im Nest mit einem ELSA-Ring über dem Intertarsalgelenk versehen (Fiedler et al. 2002) und dort wurde auch der Sender befestigt. Im Jahr 2017 wurden vier Tiere markiert, im folgenden Jahr 15 und 2019 dann 51 junge Störche.

Die Positionsdaten des Senders wurden über einen GPS-Empfänger generiert. Neben den Positionsdaten mit einer Genauigkeit von ca. 2,5 m wurden auch die Zeit, die Höhe über dem Meeresspiegel, die Geschwindigkeit und weitere Daten im Gerät gespeichert. Die aufgezeichneten Daten wurden per SMS über ein GSM-Modul übertragen. Bei voller Akkuleistung konnten die Geräte stündlich eine GPS-Position bestimmen und speichern. Wenn die Batterieleistung jedoch unter einem Schwellenwert lag, stoppte die Aufzeichnung der GPS-Positionen, bis die Batterien durch die Solarmodule wieder aufgeladen waren. Daher reicht die Stichprobenhäufigkeit des Datensatzes von stündlichen Positionen bis hin zu einer Position alle paar Tage. Daten, die aufgrund einer fehlenden GSM-Verbindung, wie zum Beispiel in der Sahara, nicht empfangen wurden, konnten nachträglich mit Hilfe eines Downlink-Befehls abgerufen werden, wenn sich der Logger wieder in einem Empfangsbereich befand. Die Geräte verfolgten die Position der Vögel bis zum Tod des Individuums oder bis das Gerät nicht mehr funktionierte. Die Autoren konnten nicht zwischen diesen beiden Szenarien unterscheiden, weshalb Überlebensrate und Mortalität nicht ausgewertet wurden. Alle Daten sind in „Movebank“ verfügbar (Kays et al. 2022) und alle Datenanalysen und Visualisierungen wurden mit R (Version 4.2.2) durchgeführt.

Abzugs- und Ankunftsdaten haben die Autoren auf der Grundlage der Überquerung bestimmter Breitengrade definiert. Für den Herbstzug wurde die erste Position südlich des 45. Breitengrades, der die Alpenüberquerung markiert, als Abzugsdatum festgelegt. Für die Ankunft im Überwinterungsgebiet wurde die erste Position südlich des 18. Breitengrades, d. h. der südlichen Grenze der Sahara, definiert. Die gleichen Referenzlinien wurden dann auch für den Frühjahrszug verwendet. Die Zugroute wurde für jedes Individuum auf der Grundlage seiner Route um das Mittelmeer (Ost bzw. West) bestimmt. Vögel, die das Mittelmeer direkt überquerten, wurden als Zentralmigranten eingestuft.

Die Auswertung der aufgezeichneten Daten ergab, dass 82 % der markierten Schwarzstörche eine westliche Zugroute wählen und 16 % den östlichen Weg bevor-

zugen. Nur zwei Vögel haben sich für die zentrale Route über Italien oder Griechenland entschieden – und das jeweils auch nur einmal in dem aufgezeichneten Zeitraum. Interessanterweise haben die markierten Störche im Laufe der ersten drei Jahre ihres Lebens ihr Winterquartier um fast 60 % verkleinert. Außerdem brechen sie, je älter sie werden, im Frühling früher zu ihren Brutplätzen auf. Dagegen zeigten die markierten Tiere im Herbst, wenn es Zeit war, von den Brutplätzen wegzuziehen, keine Veränderungen im Abzugsdatum. Die Untersuchung zeigte, dass das Alter und die Erfahrungen der Störche einen großen Einfluss darauf haben, wie sie ihre Reise planen. Ältere Störche scheinen sich stark auf ihre bisherigen Erfahrungen zu verlassen, um ihre Reisen effizient zu gestalten.

- Bobek M, Hampl R, Peske L, Pojer F, Simek J & Bures S 2008: African Odyssey project - satellite tracking of black storks *Ciconia nigra* breeding at a migratory divide. *J. Avian Biol.* 39: 500–506.
- Bundesamt für Naturschutz 2020: Bericht zur Lage der Natur 2020. Steckbrief Nr. 4. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/steckbriefe_lage_natur_2020_schwarzstorch_bf.pdf.
- Chevallier HY, Le Maho Y, Brossault P, Baillon F & Massemin S 2011: The use of stopover sites by Black Storks (*Ciconia nigra*) migrating between West Europe and West Africa as revealed by satellite telemetry. *J. Ornithol.* 152: 1–13.
- Fiedler W, Feld W & Baumann F 2002: Der ELSA-Ring: ein neuartiger Markierungsring für Großvögel. *J. Ornithol.* 143: 247.
- Fisel F, Heine G, Rohde C, Wikelski M & Flack A 2024: Influence of age on spatial and temporal migratory patterns of Black Storks from Germany. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02170-3>.
- Flack A, Aikens EO, Kölzsch A, Nourani E, Snell KRS, Fiedler W, Linek N, Bauer H-G, Thorup K, Partecke J, Wikelski M & Williams HJ 2022: New frontiers in bird migration research. *Curr. Biol.* 32: R1187–R1199.
- Gerlach B, Dröschmeister R, Langgemach T, Borkenhagen K, Busch M, Hauswirth M, Heinicke T, Kamp J, Karthäuser J, König C, Markones N, Prior N, Trautmann S, Wahl J & Sudfeldt C 2019: Übersichten zur Bestandssituation. Vögel in Deutschland. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V, Münster.
- Janssen G, Hormann M & Rohde C 2004: Der Schwarzstorch: *Ciconia nigra*, 1. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- Kays R, Davidson SC, Berger M, Bohrer G, Fiedler W, Flack A, Hirt J, Hahn C, Gauggel D, Russell B, Kölzsch A, Lohr A, Partecke J, Quetting M, Safi K, Scharf A, Schneider G, Lang I, Schaeuffelhut F, Landwehr M, Storhas M, Van Schalkwyk L, Vinciguerra C, Weinzierl R & Wikelski M 2022: The Movebank system for studying global animal movement and demography. *Methods Ecol. Evol.* 13: 419–431.

Erfolgreiche Etablierung der durch Auswilderung gestützten Population des Gran-Canaria-Finken *Fringilla polatzeki*

Junge Singvögel müssen schrittweise lernen, wie man sich in der Natur zurechtfindet. Dies lernen sie normalerweise von ihren Eltern. Singvögel, die von Menschen aufgezogen wurden, müssen diese Fähigkeiten selbst erlernen. Man kann ihnen diesen Schritt aber erleichtern, indem man ihnen auch nach der Freilassung noch Futter bereitstellt. Gegebenenfalls kann man für eine Übergangszeit auch die Tiere in großen Freilandvolieren schon in ihrem zukünftigen Lebensraum an das Gebiet gewöhnen, ohne dass die Tiere einem Prädationsrisiko ausgesetzt werden. Diese Methode nennt sich Soft-Release. Sie kann natürlich auch für die Umsiedlung von Wildfängen verwendet werden. Im Unterschied dazu werden die Tiere bei der Hard-Release-Methode ohne weitere Maßnahmen direkt in dem neuen Gebiet freigelassen. Hard- und Soft-Release-Strategien bieten jeweils unterschiedliche Vorteile, die das Überleben und die Anpassung nach der Freilassung beeinflussen können. Die Wahl zwischen Hard- und Soft-Release-Methoden in Translokationsprojekten bleibt eine zentrale Diskussion in der Naturschutzbiologie. Die sanfte Freisetzung, die eine Sperrzeit am Auswilderungsort beinhaltet, führt aufgrund der verbesserten Akklimatisierung oft zu besseren Überlebens- und Fortpflanzungsergebnissen, insbesondere bei Arten mit hoher Standorttreue oder Prädationsrisiken (Armstrong & Seddon 2008). Dies kann jedoch logistische und finanzielle Herausforderungen mit sich bringen. Umgekehrt ist die „harte“ Freisetzung, die eine direkte Freisetzung ohne Akklimatisierung beinhaltet, weniger komplex und in der Regel billiger. Sie kann jedoch zu einer erhöhten anfänglichen Sterblichkeit durch Prädation oder unbekannte Lebensräume führen (Teixeira et al. 2007). Für ausgesetzte Wildvögel können Probleme wie Orientierungslosigkeit, höhere Prädationsrisiken und Herausforderungen bzgl. der Nahrungsressourcen auftreten.

Der Gran-Canaria-Fink *Fringilla polatzeki* ist eine auf Gran Canaria endemische Vogelart, die mit dem bekannten Buchfinken *Fringilla coelebs* verwandt ist. Die Weibchen sehen auch so ähnlich aus wie weibliche Buchfinken. Sie haben aber einen dunkleren Schnabel, die Flügelbinde ist nicht so ausgeprägt und der Bauch ist weitgehend weiß. Die Männchen sind mit einer graublauen Oberseite unverkennbar. Ihre Körperlänge ist dem Buchfinken ähnlich. Die Gran-Canaria-Finken sind aber mit durchschnittlich 27 g für das Weibchen und 28 g für das Männchen etwas schwerer als die Buchfinken. Der Gran-Canaria-Fink bewohnt von der Kanarischen Kiefer *Pinus canariensis* dominierte Wälder in Höhenlagen zwischen 700 m und 1.200 m über dem Meeresspiegel (Lifjeld et al. 2016; Sangster et al. 2016). Die Gesamtpopulationsgröße wird aktuell auf 430 Vögel geschätzt, die auf ein sehr kleines Gebiet von nur 60 km² beschränkt sind (Carrascal et al. 2022), was ihn

zu dem Waldsperlingsvogel mit der kleinsten Populationsgröße in der westlichen Paläarktis macht. Die Art wird daher von der IUCN auch als stark gefährdet (endangered) eingestuft (BirdLife International 2021). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war der Gran-Canaria-Fink auf der Insel noch weit verbreitet. Ab den 1920er Jahren führte die verbreitete, nicht nachhaltige Abholzung des Kiefernwaldes zu einem Verlust eines Großteils des Lebensraums, was in Verbindung mit der Jagd für die Sammlung von Museen zu einem starken Rückgang der Art führte. Dieser wurde möglicherweise in den 1950er Jahren noch durch den Einsatz von Insektiziden beschleunigt. Der Gran-Canaria-Fink leidet auch weiterhin unter dem Verlust und der Fragmentierung seines Lebensraums. Als größte Bedrohungen für die Art gelten derzeit die weitere Abnahme des Kiefernwaldes, die Auswirkungen des Klimawandels und die Zerstörung des Lebensraums durch große Waldbrände. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts war die Art auf das Naturschutzgebiet Inagua im Westen der Insel beschränkt. Im Jahr 2008, nach einem großen Waldbrand in diesem Gebiet, brüteten einige Vögel erfolgreich in La Cumbre, einem anderen und jüngeren Kiefernwald in fünf Kilometer Entfernung zu Inagua. Möglicherweise handelte es sich um Vögel, die vor dem Feuer geflohen waren und sich in einem Kiefernwald mit optimalen Bedingungen für die Art niederließen.

Die Behörden von Gran Canaria initiierten ein Zuchtzentrum in Tafira im Norden der Insel, in dem es einen Bestand von Zuchtpaaren in Volieren gab. Eine genetische Untersuchung dieser Individuen ergab eine ausreichende Ähnlichkeit zu den freilebenden Vögeln (Garcia-del-Rey et al. 2013), so dass die Nachzuchten zur Auswilderung verwendet werden konnten. Die Zucht und die Auswilderungsprotokolle sind in Díaz & Delgado (2021) beschrieben.

Zwischen 2010 und 2019 wurden 194 Finken im Wald von La Cumbre ausgewildert, um die dortige Population zu stärken. Hierfür wurden Vögel zweierlei Ursprungs ausgewählt. Zum einen die in Käfigen aufgezogenen Vögel aus dem oben genannten Zuchtprogramm, die dann auf schonende Weise nach der Soft-Release-Methode ausgewildert wurden. Hierzu wurden die Vögel zunächst in extra gebaute große Volieren in das neue Gebiet gesetzt. Sie wurden in den Volieren mit Futter und Wasser versorgt. Nach einer Eingewöhnung wurden die Volieren geöffnet, die Vögel aber weiterhin an Futterplätzen versorgt. Zum anderen wurden noch Wildfänge aus der ursprünglichen Inagua-Population, wo weiterhin die Hauptpopulation der Art beheimatet ist (Carrascal et al. 2022), im Wald von La Cumbre freigelassen. Die Fänge der Tiere erfolgten immer im Spätsommer mit Japannetzen. Diese Tiere wurden nach der „Hard-Release-Methode“ umgesiedelt.

Insgesamt wurden 114 in Gefangenschaft geborene Vögel und 80 aus der Wildnis umgesiedelte Vögel in La Cumbre freigelassen. Dreiundneunzig Prozent der freigelassenen Vögel waren Jungtiere aus dem gleichen Jahr. Die Vögel wurden jedes Jahr zwischen Ende August und Anfang Oktober freigelassen, wenn die Jungen in der Lage sind, sich selbst zu ernähren und nicht mehr von ihren Eltern abhängig sind. Alle diese Tiere wurden beringt und zusätzlich mit farbigen Kunststoffringen individuell markiert, so dass die Tiere später im Freiland identifiziert werden konnten.

Die fünf Autoren von dem spanischen Wildlife Recovery Center in Las Palmas de Gran Canaria und des Nationalmuseums für Naturwissenschaften in Madrid haben vor diesem Hintergrund die Etablierungsphase des Auswilderungsprogramms bewertet. Für diese Studie wurden 49 Individuen vor ihrer Freilassung mit Funksendern ausgestattet. In den Jahren zwischen 2013 und 2017 wurden insgesamt 15 in Gefangenschaft gezüchtete Vögel besendert und zwischen 2015 und 2018 dazu 34 Wildfänge. Die verwendeten Sender hatten eine Batteriebensdauer von etwa 20 bis 42 Tagen und sie wogen zwischen 0,75 g und 0,82 g. Dies war in keinem Fall mehr als 3 % des Körpergewichts der freigelassenen Vögel, deren durchschnittliche Körpermasse 27,4 g \pm 1,73 g betrug. Um die Sender zu befestigen verwendeten die Autoren eine Modifikation des üblichen Beingeschirrs mit einem resorbierbaren chirurgischen Nahtmaterial, so dass sich das Geschirr nach einigen Monaten von den Tieren löste. Hierdurch wurden nachteilige Auswirkungen auf die Vögel minimiert (Karl & Clout 1987). Täglich führten zwei Personen eine Funkortung durch und triangulierten die Vogelstandorte manuell. So erhielten die Autoren mindestens einen genauen Standort jedes Vogels pro Tag und bestimmten seinen Status (lebend oder tot). Die Überlebensschätzungen wurden mit MARK (White & Burnham 1999) unter Verwendung von „Live Recaptures (CJS)“ und „Nest Survival“-Analysen vorgenommen. Die räumliche Analyse von markierten Vögeln wurde mit der R-Software Version 4.2.1 durchgeführt. (R Core Team 2022).

Ein zusätzliches Ergebnis der Überlebensanalysen der Studie war, dass das Tragen eines Senders keinen Einfluss auf das langfristige Überleben der Vögel hatte. Auch wurde das Überleben von sendertragenden Vögeln während der ersten 42 Tage der Funkortung nicht durch ihre Herkunft beeinflusst, unabhängig davon, ob sie in Gefangenschaft gezüchtet oder aus der Quellpopulation von Inagua gefangen wurden.

Das Schicksal von sechs Vögeln konnte nicht bestimmt werden, weil sich entweder der Sender löste oder die Vögel verschwanden und nicht gefunden werden konnten. Von den verbleibenden 43 Vögeln wurden 16 während der Funkortung tot aufgefunden. Todesursachen waren die Prädation durch einen Raubvogel (sieben wild gefangene Vögel; wahrscheinlich durch den eurasischen Sperber *Accipiter nisus*) und

verwilderte Katzen (zwei in Gefangenschaft gezüchtete Vögel). Dazu kam noch ein Todesfall eines wild gefangenen Vogels durch eine Kollision mit einem Fahrzeug auf einer Straße. Die Todesursache von fünf Vögeln konnte nicht ermittelt werden. Insgesamt war die Überlebensrate der mit Sendern ausgestatteten Vögel hoch und bei beiden Gruppen ähnlich. Die in freier Wildbahn gefangenen Vögel besetzten eine 12 bis 15mal größere Fläche als die in Käfigen aufgezogenen Vögel. Letztere hielten sich in der Nähe von den extra eingerichteten Futterplätzen auf. In der nächsten Brutzeit zeigten alle umgesiedelten Vögel Brutverhalten, obwohl der anteilige Beitrag zur neuen Population bei den Wildfängen deutlich geringer war (21 % im Vergleich zu 54 % bei den aufgezogenen Vögeln). Diese Diskrepanz lässt sich zum Teil darauf zurückführen, dass fast ein Fünftel der Wildfänge nach Inagua zurückkehrte. Die Autoren schlussfolgerten hieraus, dass die Einführungsphase des Programms zur Unterstützung des Gran-Canaria-Finken erfolgreich verlaufen ist. Um die in freier Wildbahn gefangenen Vögel im neuen Gebiet zu halten und ihre Rückkehr in die ursprüngliche Population zu verhindern, empfehlen die Autoren ähnliche Methoden wie bei den in Gefangenschaft aufgezogenen Vögeln, die nach der Soft-Release-Methode behütet ausgesetzt wurden. Die Autoren empfehlen eine permanente Überwachung der gestützten Population in La Cumbre, um weitere Daten zum Überleben und dem Bruterfolg zu sammeln. Dies könnte dann eine Bewertung des langfristigen Erfolgs des Umsiedlungsprogramms ermöglichen. Weiterhin empfehlen die Autoren Maßnahmen gegen die dort nicht heimischen Katzen zu ergreifen.

- Armstrong DP & Seddon PJ 2008: Directions in reintroduction biology. *Trends Ecol. Evol.* 23: 20-25.
- BirdLife International 2021: *Fringilla polatzeki*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T103822640A205711288. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T103822640A205711288.en>. Accessed on 23 May 2023.
- Delgado A, Suárez V, González D, Trujillo D & Carrascale LM 2024: Establishment success of the reinforced population of Gran Canaria Blue Chaffinch *Fringilla polatzeki*. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02172-1>.
- Carrascal LM, Delgado A, Suarez V & Moreno AC 2022: Population size, abundance, habitat relationships and the result of a translocation programme in the Gran Canaria Blue Chaffinch *Fringilla polatzeki*. *Bird Conserv. Int.* 32: 460-475.
- Díaz L & Delgado A 2021: Un programa de translocación basado en la cría en cautividad y liberaciones logra el establecimiento de nuevas poblaciones en estado silvestre del pinzón azul de Gran Canaria (*Fringilla polatzeki*). *Aviornis Internacional* 176: 20-29.
- García-del-Rey E, Marthinsen G, Calabuig P, Estévez L, Johannessen LE, Johnsen A & Lifjeld JT 2013: Reduced genetic diversity and sperm motility in the endangered Gran Canaria Blue Chaffinch *Fringilla teydea polatzeki*. *J. Ornithol.* 154: 761-768.

- Karl BJ & Clout MN 1987: An improved radio transmitter harness with a weak link to prevent snagging. *J. Field Ornithol.* 58: 73–77.
- Lifjeld JT, Anmarkrud JA, Calabuig P, Cooper JE, Johannessen LE, Johnsen A & Garcia-del-Rey E 2016: Species-level divergences in multiple functional traits between the two endemic subspecies of Blue Chaffinches *Fringilla teydea* in Canary Islands. *BMC Zool.* 1: 1–19.
- R Core Team 2022: R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>.
- Sangster G, Rodriguez-Godoy F, Roselaar CS, Robb MS & Luksenburg JA 2016: Integrative taxonomy reveals Europe's rarest songbird species, the Gran Canaria blue chaffinch *Fringilla polatzeki*. *J. Avian Biol.* 47: 159–166.
- Teixeira CP, Schetini De Azevedo C, Mendl M, Cipreste CF & Young RJ 2007: Revisiting translocation and reintroduction programmes: the importance of considering stress. *Anim. Behav.* 73: 1–13.
- White GC & Burnham KP 1999: Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: S120–S139.

Frank R. Mattig

Langzeitmonitoring von Zwergiern in Gelegen von Mittelmeermöwen *Larus michahellis* in einer westmediterranen Brutkolonie

Ein wenig bekanntes Phänomen bei der Reproduktion von Vögeln ist das Auftreten von Eiern, die in ihrer Größe deutlich unter dem Durchschnitt liegen. Sie wurden schon vor über einhundert Jahren in der Literatur erwähnt und dort als Zwergier bezeichnet. Beschrieben sind sie sowohl bei verschiedenen Geflügelarten (Pearl & Curtis 1916), als auch bei Wildvögeln (Ballen 1919; Leege 1911). Aufgrund ihres seltenen Vorkommens sind Belege über diese Art von Eiern bei Wildvögeln aber überschaubar und werden auf Zufallsfunde zurückgeführt. Zwergier werden in den Nestern auch zusammen mit normalgroßen Eiern gefunden. Die Ursache für ihr Auftreten ist bisher noch unbekannt. Es gibt jedoch Hypothesen, dass sie aufgrund einer vorübergehenden Störung des Fortpflanzungstrakts auftreten und jeden Vogel betreffen können (Pearl & Curtis 1916; Mallory et al. 2004; Camphuysen 2020).

Eine systematische und repräsentative Forschung zu diesem Thema erfordert aufgrund ihrer Seltenheit allerdings eine sehr große Probenanzahl. Hier bietet sich die Auswertung von Daten aus Programmen an, die Brutparameter von Vögeln über einen langen Zeitraum beobachten (Monitoring). Die wenigen bisher vorliegenden Studien haben jedoch die Eigenschaften der gleichzeitig in den Nestern vorhandenen Eier nicht berücksichtigt (z. B. Mallory et al. 2004; Swennen 2020). Ist mehr als ein Ei des Geleges so klein? Ist das Zwergier immer das erste oder das letzte in der Legefolge? Gerade diese Daten könnten Erkenntnisse zur Ursache des Auftretens von Zwergiern liefern.

Auch von Möwen liegt eine Vielzahl umfangreicher Studien zur Brutbiologie vor. In der Vergangenheit war das allgemeine Ansehen von Möwen, nicht zuletzt wegen ihres großen Vorkommens an Müllkippen, häufig das eines Schädlings, dessen Bestand „gelenkt“ werden müsse. Mit anderen Worten: die Tiere wurden massenhaft getötet, um die Bestände zu dezimieren. Aus diesem Grund wurde dann auch die Vermehrung von Möwen

häufiger analysiert als die von manchen anderen Vogelarten. Viele dieser Studien geben auch Daten zu Gelegen oder Eiern an (z. B. Harris 1964; Baerends & Hogan-Warburg 1982; Real et al. 2017), aber das Vorkommen von Zwergiern wurde nicht erwähnt oder ausgewertet. Dabei ist ihr Vorkommen auch bei Möwen schon lange bekannt (Leege 1911).

Bisher liefern nur zwei langjährige Studien mit jeweils großen Stichproben Daten zu Zwergiern bei brütenden Lachmöwen *Chroicocephalus ridibundus* (Walters 1989) sowie in einer gemischten Kolonie brütender Silbermöwen *Larus argentatus* und Heringsmöwen *Larus fuscus* (Camphuysen 2020). Hierbei fehlen jedoch die Daten über die Gelegegröße oder die verbleibenden Eier dieser ungewöhnlichen Gelege.

Vor diesem Hintergrund präsentiert der Autor von der Biologischen Fakultät der Universität Barcelona Daten über das Vorkommen von Zwergiern in den Gelegen einer Kolonie von Mittelmeermöwen *Larus michahellis* auf dem spanischen Medes-Archipel im Mittelmeer aus einer großen Stichprobe von Nestkontrollen (Bosch 2024). Die Kolonie ist detailliert in Bosch & Sol (1998) beschrieben, sowie die Auswirkung der bis 1996 hier stattfindenden Tötungen als Maßnahme zur Bestandslenkung in Bosch et al. (2019). In diesen Jahren wurden 25.000 brütende Möwen mit Brotködern, die mit α -Chloralose und Secobarbital präpariert waren und in ihre Nester gelegt wurden, getötet. Durch die Tötungen wurde die Größe der Kolonie innerhalb kurzer Zeit stark reduziert. Sie nahm von 14.000 Paaren im Jahr 1991 auf 5.400 Paare im Jahr 1997 ab. Nach dem Abbruch der Maßnahmen stieg die Koloniegröße bis 2008 langsam auf wieder 7.700 Paare an und ist seitdem aber wieder auf knapp 5.000 Paare gesunken. Zwischen den Jahren 1992 und 2023 wurden in jeder Brutsaison während der Legezeit von Mitte März bis Ende April in der Kolonie Kontrollen durchgeführt, um Gelege mit Zwergiern zu finden. Als Referenzflächen dienten die

zur Erfassung des jährlichen Bruterfolges festgelegten Parzellen sowie die zur jährlichen Zählung von Brutpaaren angebrachten Zählstreifen. Gefundene Zwerg-eier wurden vermessen und ihr Volumen berechnet. Auch die Gelegegröße und die Maße der weiteren Eier wurden erfasst. Bei einer Gelegegröße von unter drei Eiern wurden diese Nester in den folgenden Tagen erneut kontrolliert, um die endgültige Gelegegröße zu erfassen. So konnte bei einem Teil der Zwerg-eier die Legereihenfolge bestimmt werden. Nachdem feststand, dass die Zwerg-eier unfruchtbar waren, wurde auch der Inhalt dieser Eier analysiert. Die erfassten Daten wurden statistisch ausgewertet. Zusätzlich in der Kolonie gefundene Zwerg-eier wurden vermessen, aber nicht in die statistische Auswertung mit einbezogen.

Insgesamt hat der Autor die Daten von 14.460 Gelegen ausgewertet. Nur 27 davon enthielten Zwerg-eier. Ihr Vorkommen war mit einem Prozentsatz von 0,26 % über den gesamten Zeitraum sehr gering. Die gefundenen Werte ähneln denen, die der Autor für Heringsmöwen in einer Kolonie bei Texel aus Daten von Camphuysen (2020) berechnet hat. Hier war in 0,20 % der Gelege ein Zwerg-ei zu finden. Der vom Autor berechnete Prozentsatz für Silbermöwen aus derselben gemischten Kolonie war zwar siebenmal höher, aber insgesamt auch in einem niedrigen Bereich. Die jährlichen Prozentsätze des Auftretens von Gelegen mit Zwerg-eiern lagen zwischen 0,83 % im Jahr 1992 und knapp 0,16 % im Jahr 2008. In 15 Brutsaisons wurde auch mit durchschnittlich mehr als 400 pro Saison kontrollierten Gelegen keines mit einem Zwerg-ei registriert. Bei der Zusammenfassung der jährlichen Daten zu Dekaden variierten die Häufigkeiten des Auftretens zwischen ihnen nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test) und reichten von 0,26 bis 0,11 %. In allen Fällen wurde immer nur ein Zwerg-ei pro Gelege gefunden und die Größe dieser Gelege lag zwischen zwei und drei Eiern. Die mittlere Größe von Gelegen mit Zwerg-eiern betrug $2,85 \pm 0,36$ Eier ($n = 34$) und unterschied sich nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test) von der Größe normaler Gelegen mit $2,82 \pm 0,42$ Eiern ($n = 2.647$). Alle Gelegen mit Zwerg-eiern wurden zwischen dem Beginn und dem Höhepunkt der Legesaison gelegt. Die Legereihenfolge war nur in vier der 32 entdeckten Gelegen bekannt, in allen vier Fällen war das Zwerg-ei das zuerst gelegte Ei.

Das durchschnittliche Volumen der Zwerg-eier betrug nur 34 % des Volumens eines „normalen“ Eis. Die Zwerg-eier waren alle unfruchtbar. Keines zeigte irgendeine Embryonalentwicklung, nicht einmal diejenigen, die eine Woche nach dem Schlüpfen der anderen Eier dieses Geleges entnommen wurden. Sie bestanden hauptsächlich aus Eiweiß und einer stark reduzierten Dottermenge. Der Autor sieht mit den Ergebnissen seiner Studie die Hypothese gestützt, dass Zwerg-eier durch eine vorübergehende Störung des Fortpflanzungstrakts entstehen.

- Baerends GP & Hogan-Warburg AJ 1982: The external morphology of the egg and its variability. In: Baerends GP & Drent RH (eds) *The Herring Gull and its egg. The responsiveness to egg-features (Part II)*. Behaviour Suppl. 82: 1–32.
- Bales BR 1919: Twenty-four hours in a black skimmer colony. Wilson Bull. 31: 83–87.
- Bosch M & Sol D 1998: Habitat selection and breeding success in Yellow-legged Gulls *Larus cachinnans*. Ibis 140: 415–421.
- Bosch M 2024: Long-term monitoring of dwarf eggs in clutches of Yellow-legged Gulls (*Larus michahellis*) breeding in a western Mediterranean colony. J. Ornithol. <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02179-8>.
- Bosch M, Pocino N & Carrera E 2019: Effects of age and culling on movements and dispersal rates of Yellow-legged Gulls (*Larus michahellis*) from a western mediterranean colony. Waterbirds 42: 179–187.
- Camphuysen CJ 2020: Dwarf eggs of Herring Gulls *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *L. fuscus* at Texel, 2006–2020. Sula 28: 1–10.
- Harris MP 1964: Aspects of the breeding biology of the gulls *Larus argentatus*, *Larus fuscus* and *Larus marinus*. Ibis 106: 432–456.
- Lege O (1911) Brutergebnis der Vogelkolonie Memmert von 1909/10. Ornithol. Monatsschrift 36: 37–61.
- Mallory ML, Kiff L, Clark RG, Bowman T, Blums P, Mednis A & Alisauskas RT 2004: The occurrence of runt eggs in waterfowl clutches. J. Field. Ornithol. 75: 209–217.
- Pearl R & Curtis MR 1916: Studies on the physiology of reproduction in the domestic fowl - XV. Dwarf Eggs. J. Agric. Res. 6: 977–1042.
- Real E, Oro D, Martínez-Abraín A, Igual JM, Bertolero A, Bosch M & Tavecchia G 2017: Predictable anthropogenic food subsidies, density-dependence and socio-economic factors influence breeding investment in a generalist seabird. J. Avian Biol. 48: 1462–1470.
- Swennen C 2020: Dwarf and giant eggs of eiders *Somateria mollissima*. Sula 28: 1–4.
- Walters J 1989: Dwarf eggs in the Black-headed Gull *Larus ridibundus*. Bull. Brit. Ornithol. Club 109: 122–123.

Frank R. Mattig

Jahreszeitliche Veränderungen der Zusammensetzung der Brustmuskelfasern bei ziehenden Singvögeln

Muskel ist nicht gleich Muskel. Es kommt auf die Fasern an, aus denen er sich zusammensetzt. Muskelfasern sind mehrkernige zelluläre Gebilde, die durch Verschmelzung von Vorläuferzellen entstehen und ein Syncytium bilden. Generell unterscheidet man bei Säugetieren zwei Haupttypen. Als Unterscheidungskriterien dienen hierbei die Anzahl der vorhandenen Mitochondrien, die Ausstattung mit Enzymen des anaeroben oder aeroben Stoffwechsels sowie der Myoglobingehalt. Dazu kommt nicht zuletzt die Geschwindigkeit, mit der ein Muskel sich zusammenziehen kann (Zuckung = twitch).

Der langsame Typ 1 (oder S-Typ für slow-twitch) hat viele Mitochondrien und einen hohen Gehalt des sauerstoffspeichernden Proteins Myoglobin, welches den Muskeln auch ihre rote Farbe gibt. Er nutzt die Energie aller vorhandenen Nahrungsstoffe sehr gut aus und hat daher auch alle Enzyme für den vollständigen oxidativen (sauerstoffverbrauchenden) Stoffwechsel in hoher Konzentration vorliegen (Glycolyse, Pyruvatoxidation, Citratzyklus und Atmungskette). Die Typ 1 Muskelfasern werden auch oxidative (SO = slow-oxidative) oder rote Fasern genannt, da sie durch die hohe Myoglobinkonzentration eine dunkelrote Färbung besitzen. Sie sind auf Dauerleistung mit begrenztem Kraftaufwand ausgelegt und ermüden kaum. Die Beschreibung als „langsamer Muskel“ ist hier aber relativ zu sehen. Sie können sich immer noch so schnell verkürzen, dass zyklische Bewegungen mit hohen Wiederholfrequenzen, wie etwa Rennradfahren, möglich sind und über eine lange Zeit aufrechterhalten werden können.

Die schneller zuckenden Muskelfasern vom Typ 2 (oder F-Typ für fast-twitch) haben nur wenige Mitochondrien und einen geringen Gehalt an Myoglobin. Bei der Energiebereitstellung setzen sie vorzugsweise auf Glykogen und nutzen den schnelleren, aber ineffizienten anaeroben Weg der Glykolyse. Sie verbrauchen daher mehr Energie und ermüden rascher. Sie werden wegen ihres geringen Myoglobingehaltes auch weiße Fasern genannt oder auch als glykolytische Fasern (FG = fast-glycolytic) bezeichnet. Die Muskelfasern vom Typ 2 werden üblicherweise noch in die beiden Untertypen 2A und 2X eingeteilt und können histochemisch nach ihrer Enzymaktivität (Myosin-ATPase-Aktivität) noch in weitere Untergruppen differenziert werden. Wichtig ist hierbei der Fasertyp 2A, da er sich intermediär zum Typ 1 verhält. Er ist durch einen reduzierten Myoglobingehalt zwar hell, hat aber eine erhöhte Zahl an Mitochondrien und kann seine Energie sowohl anaerob als auch aerob gewinnen, wodurch er ausdauernder ist. Diese Fasern werden auch oxidativ-glykolytische Fasern (FOG = fast-oxidative-glycolytic) genannt, während die 2X Fasern die klassischen glykolytischen Fasern (FG) sind. Letztere sind die entscheidenden Fasern bei der maximalen Kraftentfaltung, wie etwa beim Gewichtheben.

Die bisher genannte Einteilung bezieht sich nur auf die sogenannten Skelettmuskeln. Das sind die willentlich steuerbaren Teile der Muskulatur, die eine Beweglichkeit gewährleisten. Sie heißen auch gestreifte Muskeln, da ihre Myofibrillen regelmäßig angeordnet sind und so ein erkennbares Ringmuster aus roten Myosinfilamenten und weißen Aktinfilamenten erzeugen. Daneben gibt es noch die glatten Muskeln, deren Myofibrillen unregelmäßig angeordnet sind und die auch keine Muskelfasern enthalten. Sie sind nicht der bewussten Kontrolle unterworfen, sondern werden vom vegetativen Nervensystem gesteuert. Hierzu zählt zum Beispiel die Muskulatur des Darms. Auch die Zellen des Herzens mit ihrem eigenen Erregungsleitungssystem stellen eine eigene Muskelart dar.

Das Verhältnis in der Zusammensetzung eines Skelettmuskels aus den verschiedenen Muskelfasertypen ist nach bisherigem Wissensstand genetisch bestimmt und mindestens zwischen Typ 1- und Typ 2-Fasern auch lebenslang konstant. Durch ein gezieltes Ausdauer- bzw. Krafttraining ist wohl aber das Verhältnis zwischen Typ 2A und Typ 2X beeinflussbar, bzw. lassen sich diese beiden Typen ineinander umwandeln. Dies wird in der Sportwissenschaft aber immer noch intensiv untersucht.

Die Kräfte in den Muskeln entstehen durch Umwandlung von chemischer in mechanische Energie mittels des Aktin-Myosin-Komplexes in den einzelnen Muskelzellen. Die Muskelleistung wiederum bezieht ihre chemische Energie aus der Hydrolyse von Adenosin-triphosphat (ATP) durch die ATPase-Aktivität des Myosinkopfes zu Adenosin-di-phosphat und freies Phosphat. Der ATP-Vorrat in einem Muskel reicht gewöhnlich nur für fünf bis sechs Sekunden Dauerbelastung. Danach wird zuerst für zehn weitere Sekunden Kreatinphosphat und schließlich Glukose von den Muskeln verstoffwechselt. Die oxidativen SO-Fasern können zusätzlich noch Fettsäuren verwerten. Diese werden in den zahlreich vorhandenen Mitochondrien auf dem Wege der β -Oxidation zu Acetyl-CoA zerlegt und in den Citratzyklus eingeschleust, wodurch letztendlich wieder ATP für die Bewegung bereitgestellt wird. Da die SO-Fasern dadurch auf das Fett als den größten körpereigenen Energievorrat direkt zugreifen können, ermüden sie auch kaum.

Für den Vogelflug ist in erster Linie der Brustmuskel (Pectoralis major) ausschlaggebend. Dieser dominante Muskel macht den Großteil der Muskelmasse eines Vogels aus (Jimenez 2020). Er erzeugt den Auftrieb sowie den Schub und unterstützt gleichzeitig die funktionellen Anforderungen des anhaltenden Fluges (Driedzic et al. 1993).

Auch beim Vogel gibt es generell die drei eingangs beschriebenen Muskelfasertypen. Zum einen die lang-

samen oxidativen Fasern (SO), die Muskeln bei langsamen Geschwindigkeiten ohne Ermüdung zusammenziehen, aber weniger Kraft als andere Fasertypen erzeugen (Welch & Altshuler 2009). Sie sind häufig bei flugunfähigen oder bei segelfliegenden Vogelarten zu finden, wo sie durch anhaltende Muskelkontraktion bei der Aufrechterhaltung der Körperspannung helfen (Meyers 1997). Dann gibt es die anaeroben, schnellen glykolytischen Fasern (FG), die nur wenige Mitochondrien enthalten (Peter et al. 1972) und häufig bei flugfähigen größeren Vögeln von über 30 g Körpermasse beobachtet werden (Lundgren & Kiessling 1988). Sie weisen eine hohe Kontraktionsdynamik auf und können für kurze Zeit eine hohe Kraft erzeugen, wobei es ihnen jedoch an Ausdauer fehlt (Welch & Altshuler 2009). Sie dienen notwendigen kurzzeitigen Höchstleistungen wie zum Beispiel beim Start. Als dritter Typ dazu sind noch die schnellen oxidativen glykolytischen Fasern (FOG) zu nennen. Sie sind relativ ermüdungsbeständig und können eine hohe Kontraktionsfrequenz über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten (Peter et al. 1972). Es wird angenommen, dass FOG-Fasern den größten Teil der Flugmuskelfasern bei kleineren Vögeln mit einer Masse von weniger als 20 g ausmachen. So unterstützen die intermediären Fasern den Flug mit einem ausreichenden Schlagantrieb und können auch die vielen weiteren Anforderungen des Vogelflugs erfüllen (Welch & Altshuler 2009). Im Gegensatz zu dieser Annahme sind bei einer ganzen Reihe von kleineren Vogelarten sowohl FOG- als auch FG-Fasern in deren Brustmuskeln beschrieben worden, wie zum Beispiel beim Rotkehlchen *Erithacus rubecula* (Lundgren & Kiessling 1988) oder bei verschiedenen endemischen Fliegen-schnäpperarten aus dem Himalaya (DuBay et al. 2020).

Der Vogelzug ist, was den Energieverbrauch und die körperliche Belastung betrifft, eine der physiologisch anspruchsvollsten Migrationsstrategien (Butler 1991). Zugvögel benötigen eine hohe Ausdauer, um ihren Flug über mehrere Stunden aufrechtzuerhalten. Und vielfach erbringen sie diese Leistung an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen. Es ist bekannt, dass Zugvogelarten vor ihrem Abflug ihre Physiologie an die Erfordernisse des Zuges anpassen. Auffällig ist die sogenannte Fettdeposition, bei der die Vögel ihre Körpermasse bis zu einem Drittel erhöhen können indem sie Fett als Energiespeicher in das Unterhautgewebe an Hals, Brust und Bauch einlagern. Weitere Anpassungen können aber auch zum Beispiel eine Umstellung des Stoffwechsels auf eine erhöhte Fettverwertung, eine Verbesserung der Herz-Kreislauf-Funktion oder eine Zunahme der Masse des Brustmuskels sein (Marsh 1984; Driedzic et al. 1993; Guglielmo 2010). Unbekannt ist jedoch, ob damit auch eine Veränderung des Fasertyps im Flugmuskel verbunden ist. Eine Veränderung des Flugmuskels vor der Zugzeit wurde sowohl für verschiedene Sing- als auch Seevögel berichtet, wobei das Ausmaß häufig von der Migrationsentfernung abhängig war (Marsh 1984;

Lindström et al. 2000; Bauchinger & Biebach 2005; Vézina et al. 2021). Beobachtet wurde sowohl eine Zunahme der Masse des Flugmuskels als auch eine Vergrößerung des Faserdurchmessers. Hierdurch würde sich die maximale Kraft des Flugmuskels erhöhen und dies würde den Zug begünstigen (Driedzic et al. 1993). Auch die fettverbrennende Kapazität des Flugmuskels ist während der Zugzeit größer (Saunders & Klemm 1994; Guglielmo et al. 2002; Guglielmo 2018). Da die Oxidation von Fettsäuren von der Zahl der Mitochondrien abhängt (siehe oben), könne dies darauf hindeuten, dass es bei einigen Zugvögeln zu Veränderungen in der Zusammensetzung der Fasern des Flugmuskels kommen könnte.

Die drei Autoren von der *University of Western Ontario* in Kanada haben vor diesem Hintergrund untersucht, ob sich bei drei Singvogelfamilien die Muskelfaserzusammensetzung durch den Einfluss des Zuges (Zugzeit - Nicht-Zugzeit) oder der Zugdistanz [Kurzstrecke (innerhalb Nordamerikas) - Langstrecke (nach Südamerika)] verändert (Chang et al. 2024). Sie haben für diese Studie jeweils zwei nordamerikanische Arten aus der Familie der Vireos (Vireonidae: Sängervireo *Vireo gilvus* & Rotaugenvireo *Vireo olivaceus*), der Waldsänger (Parulidae: Kronenwaldsänger *Setophaga coronata* & Streifenwaldsänger *Setophaga striata*) und der Drosseln (Turdidae: Einsiedlerdrossel *Catharus guttatus* & Swainson-Drosseln *Catharus ustulatus*) gewählt und dabei je einen Kurz- und einen Langstreckenzieher pro Familie berücksichtigt. Sängervireo, Kronenwaldsänger und Einsiedlerdrossel wandern alle innerhalb Nordamerikas, während Rotaugenvireo, Streifenwaldsänger und Swainson-Drosseln bis nach Südamerika ziehen. Aktuelle Arbeiten von zwei der Autoren haben gezeigt, dass diese drei Kurzstreckenzieher während der Zugzeit im Herbst einen größeren Muskelfaserquerschnitt haben als außerhalb der Zugzeit (Ivy & Guglielmo 2023). Unbekannt ist jedoch, ob dieses auf eine Änderung des Muskelfasertyps zurückzuführen ist.

Alle verwendeten Versuchsvögel wurden als diesjährige Tiere während ihres ersten Herbstzuges nach Süden in Long Point, Ontario, Kanada, zwischen August und September 2021 gefangen. Die einzigen Ausnahmen waren die Kronenwaldsänger, die schon im September 2020 gefangen wurden. Von jeder Art standen den Autoren zwischen 11 und 16 Exemplare für die Versuche zur Verfügung. Die Vögel wurden in der *Advanced Facility for Avian Research* (London, Ontario, Kanada) in Freiflugvolieren unter einer kontrollierten Diät mit genügend Wasser gehalten. Zunächst wurden die Vögel einer natürlichen Photoperiode (Herbst: 12,5 h Licht, 11,5 h Dunkel) ausgesetzt (Definition: Proben von Vögeln aus der Zugzeit). Dann wurde die Hälfte der Tiere jeder Art getötet und deren Brustmuskeln analysiert. Die verbleibenden Vögel wurden bis Mitte November 90 Tage in eine Kurztag-Photoperiode (9 h Licht, 15 h Dunkel) überführt und danach ebenfalls beprobt

(Definition: Proben von Vögeln aus der Nicht-Zugzeit). Tierfang- und Studienverfahren sind vom Tierpflegeausschuss der *University of Western Ontario* (Protokoll 2018-092) und dem *Canadian Wildlife Service* (SCOR-2018-0256) genehmigt worden.

Der Muskelfasertyp wurde im Brustmuskel aller Vögel mit immunhistochemischen Techniken untersucht (DuBay et al. 2020). Dazu wurde der Brustmuskel komplett entnommen und dessen Masse bestimmt. Eine Probe aus der Mitte des Muskels wurde mit einem Einbettungsharz auf einem Träger befestigt und mit flüssigem Stickstoff tiefgefroren. Anschließend wurden in einem Kryostaten 12 µm dicke histologische Schnitte angefertigt und auf Objektträgern aufgefangen.

Die Muskelfasertypen FOG und FG wurden durch zwei verschiedene Färbemethoden auf den Schnitten der Objektträger sichtbar gemacht. Zum einen wurde durch eine Färbung die Myosin-ATPase-Aktivität nachgewiesen, anhand derer die Fasertypen identifiziert werden konnten (DuBay et al. 2020). Um die erhaltenen Ergebnisse zu bestätigen wurde auf einem weiteren Objektträger eine Kontrolle durch die Färbung der Succinatdehydrogenase (SDH)-Aktivität durchgeführt (DuBay et al. 2020). Die Objektträger mit der angefärbten Myosin-ATPase-Aktivität wurden lichtmikroskopisch quantitativ ausgewertet und die FOG- und FG-Fasertypdichten pro Quadratmillimeter (mm²) Muskelgewebe bestimmt. Diese wurden dann mit statistischen Methoden ausgewertet, um die Haupteffekte der Zugzeit (ziehend & nichtziehend) und der Zugentfernung (Kurzstreckenzieher & Langstreckenzieher) innerhalb jeder Familie zu bestimmen. Die Autoren haben sich auf diese beiden Fasertypen konzentriert, da nur diese sich durch äußere Umstände verändern lassen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass schnelle oxidativ-glykolytische Fasern FOG in allen Proben nachgewiesen werden konnten. Die ermittelten Dichten lagen zwischen 600 und 1.900 Fasern pro mm². Statistische Unterschiede waren nur bei der Familie der Drosseln zu finden. Die Proben des Langstreckenziehers Swainson-Drossel hatten höhere FOG-Faserdichten zur Zugzeit als außerhalb. Sie waren auch höher als die Dichten in den Proben des verwandten Kurzstreckenziehers Einsiedlerdrossel zu beiden Zugzeiten.

Dagegen konnten die anaeroben schnellen glykolytischen Fasern FG nicht in allen Proben nachgewiesen werden. Hier lag die bestimmte Dichte zwischen 0 und 300 Fasern pro mm². Bei den Langstreckenziehern Rotaugenvireo und Streifenwaldsänger konnten keine FG-Fasern im Brustmuskel nachgewiesen werden. Bei dem Kurzstreckenzieher Kronenwaldsänger dagegen fanden sich FG-Fasern, aber nur in den meisten Proben außerhalb der Zugzeit (6/7). Zur Zugzeit waren keine FG-Fasern erkennbar, was einen statistisch signifikanten Einfluss der Zugzeit ergab. Beim Kurzstreckenzieher Sängervireo waren FG-Fasern in knapp der Hälfte der Muskelproben zu beiden Zugzeiten zu finden, aber ihr

Anteil an der Gesamtfaserzahl war mit ungefähr 4 % sehr gering. Bei den Drosseln jedoch konnten FG-Fasern in fast allen Proben entdeckt werden (29/32) und deren Anteil an allen Fasern lag zwischen 8 % und 17 %. Für sie scheinen im Brustmuskel Fasern mit kurzzeitig möglicher größerer Kraftentfaltung wichtiger zu sein als ein auf Ausdauer optimierter Muskel.

Zusammenfassend zeigt die Studie, dass der Brustmuskel der Langstreckenzieher aus den Familien der Vireo und der Waldsänger unabhängig von der Jahreszeit ausschließlich FOG-Fasern beinhaltet, während sich sein Aufbau bei dem Kurzstreckenziehenden Kronenwaldsänger im Jahresverlauf verändert. Die Drosseln als Familie größerer Singvögel weisen unabhängig von der Jahreszeit oder der Zugentfernung gemischte Fasertypen auf. Diese Studie ist eine der ersten, in der FG-Fasern bei kleinen nordamerikanischen Singvögeln nachgewiesen wurden. Sie unterstreicht die mögliche Rolle der Zugdistanz und der Jahreszeit für die Muskelphänologie.

- Bauchinger U & Biebach H 2005: Phenotypic flexibility of skeletal muscles during long-distance migration of garden warblers: muscle changes are differentially related to body mass. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1046: 271–281.
- Butler PJ 1991: Exercise in birds. *J. Exp. Biol.* 160: 233–262.
- Chang RM, Guglielmo CG & Ivy CM 2024: Seasonal modulation of pectoralis muscle fiber type composition in migratory songbirds. *J. Ornithol.* <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02177-w>.
- Driedzic WR, Crowe HL, Hicklin PW & Sephton DH 1993: Adaptations in pectoralis muscle, heart mass, and energy metabolism during premigratory fattening in semipalmated sandpipers (*Calidris pusilla*). *Can. J. Zool.* 71: 1602–1608.
- DuBay SG, Wu Y, Scott GR, Qu Y, Liu Q, Smith JH, Xin C, Reeve AH, Juncheng C, Meyer D, Wang J, Johnson J, Cheviron ZA, Lei F & Bates J 2020: Life history predicts flight muscle phenotype and function in birds. *J. Anim. Ecol.* 89: 1262–1276.
- Guglielmo CG 2010: Move that fatty acid: fuel selection and transport in migratory birds and bats. *Integr. Comp. Biol.* 50: 336–345.
- Guglielmo CG 2018: Obese super athletes: fat-fueled migration in birds and bats. *J. Exp. Biol.* 121: jeb165753. <https://doi.org/10.1242/jeb.165753>.
- Guglielmo CG, O'Hara PD & Williams TD 2002: Extrinsic and intrinsic sources of variation in plasma lipid metabolites of free-living western sandpipers (*Calidris mauri*). *Auk* 119: 437–445.
- Ivy CM & Guglielmo CG 2023: Migratory songbirds exhibit seasonal modulation of the oxygen cascade. *J. Exp. Biol.* 226: 859.
- Jimenez AG 2020: Structural plasticity of the avian pectoralis: a case for geometry and the forgotten organelle. *J. Exp. Biol.* 223: 23.
- Lindström A, Kvist A, Piersma T, Dekinga A & Dietz W 2000: Avian pectoral muscle size rapidly tracks body mass changes during flight, fasting and fuelling. *J. Exp. Biol.* 203: 913–919.
- Lundgren BO & Kiessling KH 1988: Comparative aspects of fibre types, areas, and capillary supply in the pectoralis muscle of some passerine birds with differing migratory behaviour. *J. Comp. Physiol. B* 158: 165–173.

- Marsh RL 1984: Adaptations of the gray catbird *Dumetella carolinensis* to long-distance migration: flight muscle hypertrophy associated with elevated body mass. *Physiol. Zool.* 57: 105–117.
- Meyers RA 1997: Anatomy and histochemistry of spread-wing posture in birds. I. Wing drying posture in the double-crested cormorant, *Phalacrocorax auritus*. *J. Morphol.* 233: 67–76.
- Peter JB, Barnard RJ, Edgerton VR, Gillespie CA & Stempel KE 1972: Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochemistry* 11: 2627–2633.
- Saunders DK & Klemm RD 1994: Seasonal changes in the metabolic properties of muscle in blue-winged teal, *Anas discors*. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Physiol.* 107: 63–68.
- Vezina F, O'Connor RS, Le Pogam A, De Jesus AD, Love OP & Jimenez AG 2021: Snow buntings preparing for migration increase muscle fiber size and myonuclear domain in parallel with a major gain in fat mass. *J. Avian Biol.* 52: 45.
- Welch KC & Altshuler DL 2009: Fiber type homogeneity of the flight musculature in small birds. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* 152: 324–331.

Frank R. Mattig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 2024

Band/Volume: [62_2024](#)

Autor(en)/Author(s): Mattig Frank R.

Artikel/Article: [Spannendes aus dem "Journal of Ornithology" 121-130](#)