

Der Spiegel des Spiegelrotschwanzes *Phoenicurus auroreus* – Geschlechterunterschiede und Entwicklung

Hans-Heiner Bergmann

Bergmann H-H 2017: The wing-panel in juvenile Daurian Redstarts *Phoenicurus auroreus* as a sex character. Vogelwarte 55: 121–126.

Contrasting with the Common Redstart both male and female Daurian Redstarts show a whitish wing panel in their secondary wings. In the course of their juvenile development, it occurs during their nestling period, as soon as the secondary wings are half-grown. Only much later after fledging, the bird's sex is confirmed by its body plumage after juvenile moult. From the start, the wing panel is buff-coloured or similar in females whereas it is white in males. Moreover, the panel is significantly smaller in females than in males. This latter fact is true for any comparison of single secondaries with the exception of the outermost one, but also for an additive value including all the secondaries.

✉ H-H B: Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann, Landstrasse 44, D-34454 Bad-Arolsen. E-Mail: bergmannhh@web.de

Einleitung

Bei mehreren Arten oder Populationen der Rotschwänze der Gattung *Phoenicurus* kommt im männlichen Geschlecht ein auffallender Flügelspiegel vor – das ist ein helles Feld vorwiegend im Armflügel. Dies gilt beispielsweise für den nordafrikanischen Diademrotschwanz *Ph. moussieri* und den die Hochgebirge Asiens bewohnenden Riesenrotschwanz *Ph. erythrogaster*. Auch bei der Unterart *samamisicus* des Gartenrotschwanzes *Ph. phoenicurus* sowie bei manchen Kleidern des Hausrotschwanzes *Ph. ochruros* verfügt das Männchen über einen Flügelspiegel (zusammenfassend bei Nicolai et al. 1996). Bei dem ostasiatisch verbreiteten Spiegelrotschwanz dagegen findet sich der Spiegel im Armflügel beider Geschlechter. Da offenbar keine Flügelmauser der Jungvögel vor dem zweiten Kalenderjahr oder bei dessen Beginn stattfindet, müssen die Spiegel schon im ersten vollständigen Federkleid, also im Nestlingskleid, in endgültiger Form angelegt werden. Flügelspiegel sind auffallende Merkmale, die einerseits die Kondition oder andere Eigenschaften ihres Trägers anzeigen könnten, andererseits aber auch den Vogel für Feinde auffällig machen. Im Rahmen der zugehörigen Selektionsprozesse könnten Unterschiede zwischen Alt- und Jungvogel und ebenso solche zwischen den Geschlechtern entstanden sein. Wie eine Anzahl von Beobachtungen im Gelände zeigte, scheinen die Männchen größere Fluchtdistanzen als die Weibchen einzuhalten. Das könnte mit unterschiedlicher Auffälligkeit der Geschlechter zu tun haben. Nach geschlechtsspezifischen Unterschieden der Spiegel und ihrer Entstehung in der Ontogenese wird in dieser Arbeit gesucht.

Material und Methoden

Der Spiegelrotschwanz ist ein naher Verwandter des Gartenrotschwanzes *Phoenicurus phoenicurus*. Im Untersuchungsgebiet lebt die Nominatform *Phoenicurus auroreus auroreus* (Pallas, 1776), die als Brutvogel im südlichen Zentralsibirien, in der Mongolei und bis nach Südostasien verbreitet ist (del Hoyo et al. 2005). Am Baikal kommen die Vögel in der ersten Maidekade an, sie ziehen in der ersten Oktoberhälfte ab; sie gelten als verbreitete Brutvögel (Bogorodskij 1989). Anlässlich zweier gemeinsamer studentischer Exkursionen der Universität Osnabrück (Deutschland) und der Staatlichen Pädagogischen Universität Irkutsk (Russland) an den im südlichen Zentralsibirien gelegenen Baikalsee bei Sarma im Pribaikalskij Nationalpark wurden vom 1.7. bis 15.8.2002 und vom 2.8. bis 30.8.2003 im Rahmen eines allgemeinen Fang- und Beringungsprogramms auch Spiegelrotschwänze ($n = 67$) beider Geschlechter und verschiedener Altersstadien mit Japannetzen gefangen und untersucht. Weiteres Material wurde im Museum für Naturkunde in Berlin gesichtet (für die Nominatform $n = 29$, fast alle aus dem südasiatischen Winterquartier). Federmaterial stand in der Federsammlung von W.-D. Busching im Naumann-Museum in Köthen zur Verfügung.

An den im Jahr 2003 gefangenen und in der Hand gehaltenen Individuen ($n = 26$) wurden die Flügelspiegel untersucht; im gespreizten linken Flügel wurde dabei jeweils die größte Längsausdehnung des hellen Feldes in der Außenfahne der einzelnen Armschwingen mittels Messschieber auf 0,5 mm Genauigkeit gemessen und tabellarisch festgehalten. Dabei wurde auch notiert, ob der Schaft im Bereich dieses hellen Feldes ebenfalls aufgehellt war. War dies zu mehr als 50 % des Feldes der Fall, galt der Schaft als hell. Aufhellungen in den Innenfahnen wurden nicht untersucht, weil sie im geschlossenen Flügel von außen nicht zu sehen sind.

Ein summarischer Spiegelwert für das Individuum lässt sich aus der Summe der Einzelmessungen an den Außenfahnen



Abb. 1: Adulter männlicher Spiegelrotschwanz zur Brutzeit.
Sarma, Baikal, 12.7.2002 – *Adult male Daurian Redstart during the breeding period*

Foto: H.-H. Bergmann



Abb. 2: Adulter weiblicher Spiegelrotschwanz, Sarma, Baikal, 22.7.1999 – *Adult female Daurian Redstart*

Foto: H.-H. Bergmann

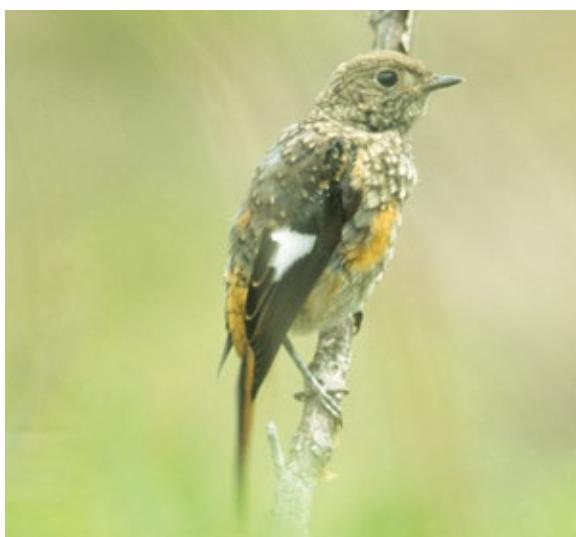


Abb. 3: Juveniler männlicher Spiegelrotschwanz, Sarma, Baikal, 3.8.2003. Der Vogel mausert vom Nestkleid ins erste Jahreskleid. Bezeichnend ist der große weiße Armfügel-spiegel. – *Juvenile male Daurian Redstart moulting from its nestling plumage into its first annual plumage; note the big white wing-panel.*

Foto: H.-H. Bergmann



Abb. 4: Juveniler weiblicher Spiegelrotschwanz, Sarma, Baikal, 7.8.1999. Der Vogel im Nestlingskleid ist nur an der Größe und Färbung des Flügelspiegels als Weibchen zu erkennen. – *Juvenile Daurian Redstart; it can be identified as a female only by the size and colouration of its wing-panel.*

Foto: H.-H. Bergmann

errechnen. Außerdem wurde die Spiegelfärbung nach mehreren Farbklassen eingeschätzt: weiß (w) oder beige (b), isabellfarben (i), cremefarben (c). In Zweifelsfällen wurden auch Zwischenformen wie b/c notiert. In der Auswertung werden alle Färbungen als getönt gegenüber weiß zusammengefasst.

Die Bestimmung des Geschlechts erfolgte nach dem Kleinfieder. Ausgefärbte Männchen sind am Hinterrücken und an der Unterseite leuchtend orangefarbt (Abb. 1). Sie zeichnen sich zusätzlich durch eine graue, in den Nacken rei-

chende Kopfkappe aus, die seitlich mit der schwarzen Kehle kontrastiert und einen weißen Überaugenstreif andeutet kann. Adulten Weibchen fehlt diese Kopfkappe. Sie sind an der Unterseite nur schwach rötlich getönt (Abb. 2). In der Brutzeit hat ihre Unterseite häufig keinen rötlichen Ton, sondern ist schmutzig-grau. Ihnen fehlt jede Andeutung von Fleckung, wie sie bei den Jungvögeln vorhanden ist. Bei Jungvögeln (Abb. 3 und 4) lässt sich das Geschlecht am Kleinfieder erst dann erkennen, wenn an Flanke bzw. Hinterrücken

die ersten Körperfedern des Jugendkleides ausgetauscht werden. Die neuen Federn sind dann bei den Männchen orangefarben, bei den Weibchen schwach rötlich. In späteren Mauerstadien dehnen sich diese Färbungsmuster aus.

Der Fang der Vögel erfolgte im Rahmen eines allgemeinen Beringungsprojekts von Prof. Dr. S. Pyzhjanov (Irkutsk), genehmigt von der Beringungszentrale Moskau und mit Ringen dieser Zentrale. Der Aufenthalt im Pribaikalskij Zapovednik war genehmigt und mit Gebühr abgegolten.

Ergebnisse

3.1 Lage des Spiegels

Der Spiegel beschränkte sich in fast allen Fällen auf den Armflügel. Nur bei einem einzigen alten Männchen setzte er sich in schmalen Säumen auf den Außenfahnen der drei inneren Armschwingen fort. Bei fünf Jungvögeln (2003) war die äußerste Armschwinge A1 ohne helles Feld, davon waren drei Männchen und zwei Weibchen betroffen. Ähnliches gilt für die Armschwinge A9, die die innerste Schirmfeder ist (Bergmann 2015). Doch dehnte sich die Hellfärbung besonders bei den inneren Armschwingen meist auch auf die Innenfahne aus. Wenn dies nicht der Fall war, erreichte sie doch bei den Armschwingen A5 bis A9 fast durchweg den Schaft. Die oberen Flügeldecken waren bei der Ausbildung des Spiegels nicht beteiligt.

3.2 Spiegelfärbung

Wie Tab. 1 zeigt, sind bei den Jungvögeln die Spiegel geschlechterspezifisch verschieden (Tab. 1): bei den jungen Männchen sind sie durchweg weiß (Abb. 3, 6), bei den jungen Weibchen sind sie beige oder anders getönt (Abb. 4, 7). Adulte Männchen haben wie die Jungvögel weiße Spiegel, bei den adulten Weibchen wurden neben getönten auch weiße Spiegel notiert.

3.3 Größe des Spiegels

Die ermittelten Spiegelwerte für die einzelnen Armschwingen sind jeweils normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test). Bei den Daten zur A3 ergab sich die Normalverteilung erst nach Logarithmierung (Kolmogoroff-Smirnov-Test). Wie Abb. 5 und Abb. 6 zeigen, sind schon die hellen Außenfahnenfelder der Spiegel bei den Männchen länger als bei den ♀. Bei A2 bis A9 sind die Unterschiede hochsignifikant (Chi-Quadrat, $p < 0,001$).

Tab. 1: Spiegelfärbung bei Alt- und Jungvögeln beider Geschlechter 2002 und 2003 – *Wing-panel colouration in adult and juvenile Daurian Redstarts of both sexes*

| Geschlecht/Alter | weiß | getönt |
|-----------------------------|------|--------|
| Männchen/ adult | 3 | 0 |
| Weibchen/ adult | 3 | 3 |
| Männchen/juvenil | 26 | 0 |
| Weibchen/juvenil | 0 | 25 |
| Juvenil (Geschl. unbekannt) | 3 | 4 |

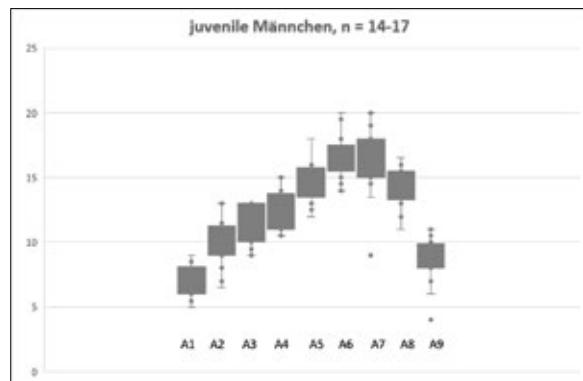


Abb. 5: Ausdehnung des hellen Spiegelfeldes in der Außenfahne der Armschwingen (in mm) bei juvenilen Männchen des Spiegelrotschwanzes. A1 bis A9 bezeichnen die Armschwingen in aszendenter Folge. Die variable n-Zahl erklärt sich daraus, dass nicht bei allen Federn eines Individuums das Merkmal vorhanden war. Die Boxen bezeichnen den mittleren Fehler, die vertikalen Striche die Standardabweichung. - *Sizes of white panel areas in the outer vanes of secondaries (in mm) in juvenile male Daurian Redstarts. A1 – A9 secondaries as counted ascendently. Variable n-numbers result from the fact that not all of the secondaries showed a white-panel area. Boxes: standard errors; vertical bars: standard deviations.*

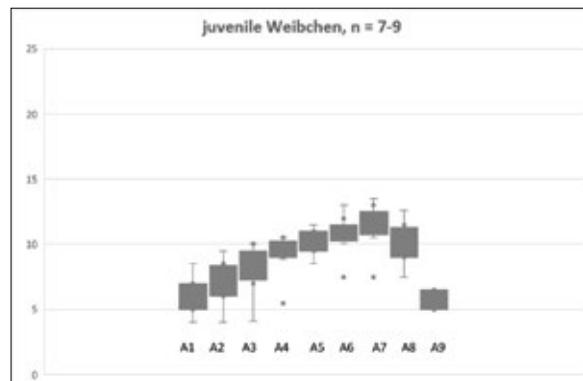


Abb. 6: Ausdehnung des hellen Spiegelfeldes in der Außenfahne der Armschwingen (in mm) bei juvenilen Weibchen des Spiegelrotschwanzes. Weitere Erklärungen wie in Abb. 5. - *Sizes of white panel areas in the outer vanes of secondaries (in mm) in juvenile female Daurian Redstarts. For further explanations, see fig. 5*

Nur bei der äußersten Armschwinge A1 ist der Unterschied nicht signifikant (Chi-Quadrat, $p = 0,06$).

Die aufaddierten hellen Felder in den Armschwingen als Maß für die Spiegelgröße sind normalverteilt, aber die Varianzen nicht homogen. Diese Werte betragen bei den jungen Männchen ($n = 17$) im Durchschnitt $109,7 + 13,1$ mm, bei den jungen Weibchen ($n = 9$) nur $74,1 + 15,0$ mm. Der Unterschied der Mittelwerte ist signifikant (t-Test für nicht homogene Varianzen, $p < 0,0001$). Im Ergebnis haben die Männchen einen größeren Spiegel als die Weibchen.



Abb.7: Flügel eines juvenilen männlichen Spiegelrotschwanzes, Sarma, Baikal, 17.8.2003. Kennzeichnend für das Geschlecht ist der große weiße Flügelspiegel. - *Wing of a juvenile male Daurian Redstart showing a big white wing-panel.*
Foto: H.-H. Bergmann



Abb.8: Flügel eines juvenilen weiblichen Spiegelrotschwanzes, Sarma, Baikal, 17.8.2003. Bezeichnend ist der kleine, leicht beige getönte Flügelspiegel. - *Wing of a juvenile female Daurian Redstart showing a small beige coloured wing-panel.*
Foto: H.-H. Bergmann



Abb.9: Dieser leicht apathische junge männliche Spiegelrotschwanzt wechselt sein Kleingefieder. Er hat den weißen Spiegel mit Deckfedern getarnt. Sarma, Baikal, 7.8.2002. - *Juvenile male Daurian Redstart, somewhat subdued during moult; the white wing-panel is camouflaged by covering feathers.*
Foto: H.-H. Bergmann

Diskussion

4.1 Geschlechterunterschiede und Mauser

Das primäre Geschlecht eines Vogels wird mit der Befruchtung bereits im Ei festgelegt. Individuen mit den Geschlechtschromosomen ZZ werden männlich, solche mit WZ weiblich: Das weibliche Geschlecht ist bei Vögeln, anders als bei den Säugetieren, heterogametisch angelegt (Mayr & Bergmann 2015). Äußerlich erkennbar wird es als sekundäres Geschlecht frhestens im Nestlingsstadium des sich entwickelnden Vogels. Bei vielen Vögeln ist das Geschlecht äußerlich aber erst

später bei geschlechtsreifen Tieren zu erkennen („tertiäres Geschlecht“).

Soweit während einer Jugendteilmauser nur das Kleingefieder erneuert wird, müssen Geschlechtermerkmale des Großgefieders, die für die Brutperiode im folgenden Jahr zur Verfügung stehen sollen, schon im ersten vollständigen Federkleid (Nestkleid) ausgebildet werden, das heißt in früher Jugendentwicklung, bevor das Kleingefieder des Jugendkleides ausgetauscht wird. Dies dürfte im Falle des Riesenrotschwanzes und des Diademrotschwanzes in ausgeprägter Form gelten. Eine Jugendvollmauser findet nach allgemeiner Kenntnis bei Rotschwänzen nicht statt. Beim jungen Gartenrotschwanzt werden weder die Steuerfedern noch die Schirmfedern während der jugendlichen Teilmauser im ersten Kalenderjahr erneuert, sondern nur das Körperkleingefieder und ein Teil der oberen Flügeldecken (Glutz von Blotzheim & Bauer 1988, Cramp 1988, Jenni & Winkler 1994, Winkler & Jenni 2007). Die Steuerfedern der jungen Spiegelrotschwänze sind nicht schwarz, wie bei del Hoyo et al. (2005) angegeben, sondern von vornherein orangerot mit Ausnahme der dunklen Mittelsteuerfedern. Wir haben beim Spiegelrotschwanzt allerdings in der zweiten Augusthälfte 2003 vier Jungvögel gefunden, die zusätzlich zum Körperkleingefieder und zu den Armflügeldecken einen Teil ihrer Schirmfedern erneuerten, maximal alle drei auf einer Seite.

4.2 Zwischenartlicher Vergleich der Spiegel

Bei Gartenrotschwänzen der Nominatform *Phoenicurus phoenicurus* fehlt ein Flügelspiegel. Die Vögel der südlichen, bis nach Zentralasien verbreiteten Unterart *Ph. ph. samamisicus* hingegen verfügen im

männlichen Geschlecht über einen Armflügelspiegel, der aus den weißen Außensäumen der Armschwingen besteht und knapp die inneren Handschwingen erreicht (Ayé et al. 2012); beim Weibchen ist er allenfalls ange deutet (Cramp 1988). Beim Hausrotschwanz *Ph. ochru ros* sind die Jungvögel ohne weißen Spiegel, alte Weibchen ebenso. Bei älteren Männchen nach der ersten Vollmauser im 2. Kalenderjahr entwickelt sich ein weißer Armflügel spiegel, der sich meist auf die Außenfahnen von A3 bis A8 erstreckt (Bergmann 2015, Nicolai, briefl. Mitt.). Bei A6 bis A8 füllt er fast die ganze Außenfahne aus, bei den anderen Armschwingen A3 bis A5 ist er schmäler. Bei den schlichten Kleidern von Jungvögeln und Weibchen lässt sich bei genauer Be trachtung ein gleichartiger Spiegel erkennen, aber in grauer Tönung und kaum kontrastiert. Im Gegensatz zum Spiegelrotschwanz und anderen genannten Arten ist der Spiegel beim adulten Hausrotschwanz-Männchen in starkem Maß der Abnutzung unterworfen. Vor der sommerlichen Vollmauser kann er im Juli fast ganz fehlen (Nicolai et al. 1996). Beim Diademrotschwanz findet man beim jungen wie beim alten Männchen einen ausgeprägten weißen Spiegel, der sich vom Arm aus bis in die innere Hand erstreckt. Beim männlichen Riesenrotschwanz ist der leuchtend weiße Spiegel noch weiter bis in die Spitze des Handflügels ausgedehnt (Hartmann, in Vorb.), beim Weibchen fehlt er oder ist nur angedeutet (eig. Beob.). Auch sonst sind in der Gattung *Phoenicurus* Flügel spiegel in unterschiedlicher Form ausgebildet (del Hoyo et al. 2005). Genauso wie Buchfinken *Fringilla coelebs* in der Lage sind, ihre weißen Schulterfelder durch die Haltung des Kleingefieders zu bedecken (Bergmann 1993), können Spiegelrotschwänze ihren Armflügel spiegel vollständig tarnen (Abb. 9). Das gilt auch für den Kanarenschmätzer *Saxicola dacotiae*, bei dem die weißen inneren Armdecken öfter ganz versteckt sind (Nicolai, briefl. Mitt.) und vor allem bei der Gefiederpflege, bei Streckbewegungen und beim Imponieren sichtbar werden (eig. Beob.).

4.3 Der Spiegel der Weibchen

Bei vorjährigen Weibchen des Spiegelrotschwanzes sollte der Spiegel getönt sein, weil sie diejenigen Armschwingen tragen, die sie als Jungvögel entwickelt haben. Wir haben nur wenige vorjährige oder ältere Weibchen fangen können. Das hat offenbar damit zu tun, dass diese Vögel während der Fangperioden noch an die Brutplätze gebunden waren, während die flüggen Jungvögel beiderlei Geschlechts im August schon herumvagabundierten. Präparate von weiblichen Wintervögeln ($n=7$) im Museum für Naturkunde (Berlin) zeigten sämtlich einen getönten Spiegel. Im Freiland wird diese Tönung durch die menschliche Kontrast wahrnehmung leicht übersehen (eig. Beob.). Bei den im Jahre 2002 gefangenen adulten Weibchen wurde mehrfach ein weißer Spiegel notiert. Hier ergibt sich die Hypothese, dass diese Vögel im dritten Kalenderjahr

standen oder noch älter waren. Es könnte sein, dass die absolvierte Vollmauser solchen älteren Weibchen gestattet, hellere Spiegel auszubilden. In der Federsammlung Busching ließen jedoch alle Weibchen eine Tönung des Spiegels erkennen.

4.4 Entwicklung der Geschlechterunterschiede

Die bei den Jungvögeln gefundenen Unterschiede zwischen den Spiegeln ergeben ein bisher nicht bekanntes Geschlechtermerkmal für das erste und bis zur Vollmauser für das zweite Kalenderjahr: Bei den jungen Männchen des Spiegelrotschwanzes ist der Spiegel weiß, bei jungen ♀ beige oder ähnlich getönt. Dieser Unterschied wird sichtbar, sobald die Armschwingen des Jungvogels weit genug entwickelt sind. Zu dieser Zeit ergibt das Kleingefieder noch keinen Geschlechter unterschied. Inwieweit der Spiegel der Weibchen im zweiten Kalenderjahr oder danach seine Farbe ändert, muss weiter untersucht werden. In der Literatur wird in den Beschreibungen der Spiegelfärbung kein Geschlechter unterschied genannt. Nur bei Vinogradova et al. (1976) wird für die Männchen ein weißer Spiegel von 15 – 16 mm Ausdehnung angegeben, für die Weibchen ein gelblich-weißer von maximal 10 -12 mm. Für die beiden Geschlechter verschieden ist auch die Größe des Spiegels. Dies lässt sich an allen Armschwingen außer A1 sowie an der in dieser Arbeit ermittelten Spiegel summe ablesen. Beim Gartenrotschwanz ist in diesem Zusammenhang auch das Vorkommen „hahnenfederiger“ Weibchen zu nennen, das wir auch bei einem Vogel der Unterart *samamisicus* gefunden haben (Bergmann & Weiss, unveröff.).

Über die Bedeutung der Spiegel für die Arterkennung oder die Partnerselektion ist nichts bekannt. Im Freiland ergab sich jedoch der Eindruck, dass die Männchen eine höhere Fluchtdistanz aufwiesen als die Weibchen, sowohl bei den Alt- als auch bei den Jungvögeln (Bergmann, unveröff.). Dies könnte die Folge eines größeren und kontrastreicheren Spiegels bei den Männchen sein, der im Zusammenhang mit der auch sonst stärker ausgebildeten Auffalltracht der ausgefärbten Männchen das Feindrisiko erhöhen dürfte.

Dank

Eine Anzahl von Studierenden ebenso wie die russischen Freunde und Kollegen, insbesondere Prof. Dr. Sergej Pyzhjanov (Irkutsk), haben mich beim Fang und Vermessen der Vögel unterstützt. Dr. Wiltraud Engländer und Dr. Sabine Baumann halfen bei der Graphik und statistischen Auswertung. Pascal Eckhoff hat meine Arbeit im Museum für Naturkunde in Berlin vorbereitet und begleitet, Bernhard Just hat mich im Naumann-Museum in Köthen unterstützt. Dr. Bernd Nicolai sowie die Gutachter der Zeitschrift Vogelwarte haben das Manuskript kritisch durchgesehen und Vorschläge zur Verbesserung und Bereicherung gemacht. Ihnen allen sei für Ihre Unterstützung gedankt.

Zusammenfassung

Spiegelrotschwänze weisen in beiden Geschlechtern schon als Jungvögel einen hellen Spiegel im Armflügel auf. Die Färbung des Spiegels ist bei den weiblichen Individuen elfenbeinfarben, cremefarben oder beige (zusammenfassend: getönt), bei den männlichen Individuen weiß. Bei den Männchen ist der Spiegel größer als bei den Weibchen. Das lässt sich an allen einzelnen Armschwingen außer der äußersten (A1) ablesen, aber auch an einem summarischen Wert für die Spiegelgröße. Aufgrund der Spiegelunterschiede lässt sich das Geschlecht junger Spiegelrotschwänze schon im Nestlingsstadium bestimmen, sobald die Armschwingen genügend weit entwickelt sind. Die Konsequenzen der Geschlechterunterschiede werden diskutiert.

Literatur

Ayé R, Schweizer M & Roth T 2012: Birds of Central Asia. Helm/Bloomsbury, London.
 Bergmann H-H 1993: Der Buchfink – Neues über einen bekannten Sänger. Aula, Wiesbaden.
 Bergmann H-H 2015: Die Federn der Vögel Mitteleuropas. Aula, Wiebelsheim.

- Bogorodskij Ju. B.1989: Pticy iujhnogo Predbaikalja. Universitätsdruckerei Irkutsk.
- Cramp S (Hrsg.) 1988: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 5, Oxford Univ. Press, Oxford.
- del Hoyo J, Elliot A & Christie DA (eds.) 2005: Handbook of the Birds of the World, Bd. 10. Lynx Edicions, Barcelona.
- Glutz von Blotzheim UN & Bauer K (Hrsg.) 1988: Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 11, Aula, Wiesbaden.
- Hartmann G (Hrsg., in Vorb.): Atlas of Feathers of Western Palearctic Birds. Federfuehrer Publishers.
- Jenni L & R Winkler 1994: Moult and Ageing of European Passerines. Academic Press, London.
- Mayr G & Bergmann H-H 2015: Aves. In: Westheide W & Rieger G. (Hrsg.): Spezielle Zoologie, Teil 2, Wirbel- oder Schädeltiere. Springer, Berlin, 3. Aufl.
- Nicolai B, Schmidt C & Schmidt FU 1996: Gefiedermerkmale, Maße und Alterskennzeichen des Hausrotschwanzes *Phoenicurus ochruros*. Limicola 10: 1-41.
- Vinogradova NW, Dolnik BR, Jefremow WD & Pajewskij WA 1976: Opredelenje pola y wosrasta vorobinych ptiz fauny SSSR. Nauka, Moskau.
- Winkler R & Jenni L 2007: Alters- und Geschlechtsbestimmung europäischer Singvögel. Schweizerische Vogelwarte, Sempach

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [55_2017](#)

Autor(en)/Author(s): Bergmann Hans-Heiner

Artikel/Article: [Der Spiegel des Spiegelrotschwanzes Phoenicurus auroreus - Geschlechterunterschiede und Entwicklung 121-126](#)