

Zur Energetik des Gesangsverhaltens von Singvögeln: Untersuchungen an zwei Arten im Alpenzoo Innsbruck

Kerstin Oberweger

Energetics of song production in songbirds: Observations on two species in Alpenzoo Innsbruck

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde an zwei Arten im Innsbrucker Alpenzoo eine Methode erprobt, zu untersuchen, welchen Anteil Gesang am Gesamtverhalten hat. Keine Art brütete erfolgreich, trotzdem fanden Balzverhalten und Kopulationen statt. Für ein Hausrotschwänzmännchen (*Phoenicurus ochruros*) nahm Gesang 28, 18 %, für ein Starenmännchen (*Sturnus vulgaris*) 33, 5 % der Gesamtaktivität ein. Beim Star war die Gesangsaktivität im März, April und Mai höher als im Februar und September. Gesang wurde den ganzen Tag über beobachtet, es gab keine signifikanten Unterschiede in der Gesangsaktivität zu unterschiedlichen Beobachtungsperioden. Basierend auf Messungen zum Sauerstoffverbrauch beim Singen wurde berechnet, dass Gesangsverhalten 27, 16 % des Gesamtenergiebudgets ausmacht. In der Voliere ist jedoch die Gesangsaktivität höher als im Freiland, während im Freiland mehr Zeit zur Nahrungssuche aufgewendet werden muss. Die auf wenige Individuen basierende Arbeit besitzt deshalb nur begrenzte Aussagekraft und der Energieverbrauch für Gesang sollte im Freiland untersucht werden.

Abstract

In this study two species were observed in Alpenzoo Innsbruck in order to develop a method to estimate the relation between singing and other activities. No species breded successfully, however, courtship behavior and copulations were observed. For black redstarts (*Phoenicurus ochruros*) singing was 28, 18% of all activities, for one European starling male (*Sturnus vulgaris*) singing amounted to 33, 5% of all activities. Song activity was higher in March, April and May than in February and September in Starlings. Singing was observed during the whole day, there were no significant differences in singing activities at different observation periods. Based on measurements of oxygen consumption during singing, it was estimated that singing behavior is 27, 16 % of the total energy budget. However, singing activity in the aviary is higher than in the field since more time has to be spent on foraging in the field. This study is based on very few individuals and therefore, its significance is limited. Energy consumption for singing should be estimated in the field.

Einleitung

Männliche Singvögel verbringen vor allem im Frühling sehr viel Zeit mit Singen. Die höchste Gesangsaktivität ist während der Brutzeit festzustellen (SLAGSVOLD, 1977). Vogelgesang hat generell zwei primäre Funktionen: einerseits singt ein Vogelmannchen in seinem Revier, um sein Territorium akustisch gegenüber anderen Männchen abzugrenzen und zu verteidigen. Andererseits soll mit dem Gesang ein Paarungspartner angelockt werden (THIELKE, 1970). Der Gesang ist in seiner Grundstruktur artspezifisch und dient so der Arterkennung und –Abgrenzung (BERGMANN & HELB, 1982). Männchen der gleichen Art haben oft in Länge und Komplexität variierende Gesänge. Außerdem ist für mehrere Vogelarten bekannt, dass Weibchen bevorzugt Männchen als Paarungspartner wählen, die häufiger und besser singen (z.B. MONTJOY & LEMON, 1996, GENTER & HULSE, 2000, EENS et al. 1991). Ob ein Männchen durch seinen Gesang jedoch wirklich bestimmte Qualitäten bewirbt und ob es für ein Weibchen tatsächlich einen Vorteil darstellt, ein „besser“ singendes Männchen auszuwählen, ist weitgehend ungeklärt. Ein besseres Verständnis über die Energetik des Gesangsverhaltens könnte dazu beitragen, diese Frage zu beantworten.

Der Energieverbrauch während dem Singen liegt für Stare etwa 2,08 bis 2,20 mal über dem Ruhestoffwechsel (RMR) und 1,04 bis 1,08 über dem Energieverbrauch vor dem Singen (OBERWEGER & GOLLE, 2001). Das ist vergleichbar mit den energetischen Ansprüchen von Aktivitäten wie Putzen oder Fressen. Energetisch anspruchsvollere Aktivitäten wie z. B. Fliegen sind mit einem 11-fachen Anstieg des Sauerstoffverbrauchs gegenüber dem Ruhestoffwechsel verbunden (GOLDSTEIN 1988). Auch wenn Singen für den Metabolismus energetisch nicht sehr aufwendig ist, kann doch das oftmalige Wiederholen einer Verhaltensweise in der Summe zu einer beträchtlichen Belastung führen. Deshalb sollte an zwei Singvogelarten im Alpenzoo Innsbruck eine Methode erprobt werden, um zu untersuchen, welchen Anteil das Gesangsverhalten am Verhalten hat und daraus für Stare ein Energiebudget für das Gesangsverhalten zu berechnen. Da jeweils nur ein Männchen untersucht wurde, sind die Ergebnisse nur begrenzt auswertbar und besitzen geringe allgemeine Aussagekraft.

Material und Methoden

Im Innsbrucker Alpenzoo wurde das Verhalten eines Paares von Hausrotschwänzen (*Phoenicurus ochruros*) sowie eines Starenmännchens (*Sturnus vulgaris*) und zweier Starenweibchen beobachtet und daraus berechnet, welchen Anteil Gesang am Verhalten hat.

Tiere

Das Hausrotschwanzpaar befand sich in zwei Volieren, die anfangs voneinander getrennt waren, später aber miteinander verbunden wurden und so den Vögeln ein freies Wechseln ermöglichten. Das Hausrotschwanzmännchen kam 1995 als Findling aus dem Innsbrucker Raum in den Alpenzoo. Das Hausrotschwanzweibchen war zum Zeitpunkt der Beobachtungen einjährig und hatte noch keine Bruterfahrung. Um einen erfolgreichen Brutversuch in Gefangenschaft zu fördern, wurde das Hausrotschwanzweibchen vorerst vom Männchen isoliert in der rechten Voliere gehalten. Zwei Wochen nach Beginn der Beobachtungen wurde die Verbindung geöffnet. Diese von der Zooleitung zur Förderung einer erfolgreichen Brut angeordnete Maßnahme entspricht den Verhältnissen in freier Natur, wo ebenfalls die Weibchen später als die Männchen aus dem Winterquartier zurückkehren (VON BLOTZHEIM & BAUER, 1988).

Das Starenmännchen kam als Findling 1993 in den Alpenzoo. Das ältere Weibchen, das zu Beginn der Beobachtungen durch einen roten Ring markiert wurde, war ein Findling von 1989. Das Starenweibchen hatte einen gebrochenen Flügel und war deshalb nicht flugfähig. Dieses Paar hatte bis 1995 mehrfach erfolgreich gebrütet. Seit 1995 fand zwar Balzverhalten statt, es gab jedoch keine Bruten mehr.

Das zweite Weibchen war im Juni 2001 aus einem Nest entnommen und handaufgezogen worden, im Juli 2001 wurde es in den Alpenzoo überstellt und in die Voliere eingesetzt. Es war mit einem gelben Ring markiert.

Alle Tiere wurden während der Beobachtungen vom Zoopersonal wie üblich gepflegt.

Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen an beiden Arten erfolgten nach der Focus-Methode, d.h. ein Individuum wurde während einer bestimmten Zeitspanne durchgehend beobachtet und alle Verhaltensweisen, die vom Betrachter erkannt und klassifiziert werden konnten, notiert (IMMELMANN, 1982). In einer Eingangsphase wurde zunächst für jede Art ein Katalog verschiedener Verhaltensweisen, die für die Untersuchungen von Bedeutung sind, erstellt (siehe Tabellen 1 und 2!). Analog dazu wurde eine Strichliste angefertigt, die zur Registrierung der Daten diente. Nach der Methode des instantaneous sampling (MARTIN & BATTESON, 1988) wurde dann jeweils 10 Minuten lang alle 30 sec die beobachtete Verhaltensweise eines Individuums notiert (d.h. 20 Einzelbeobachtungen).

Aus der Summe der festgehaltenen Aktivitäten wird der Anteil des Gesangsverhaltens an der Gesamtaktivität in % errechnet. Andere relevante Beobachtungen während und außerhalb der Beobachtungsintervalle wurden, gemeinsam mit Uhrzeit und Datum notiert.

Die Beobachtung erfolgte an wechselnden Punkten vor der Voliere, da Teile der Gehege von einer fixen Position nicht einsehbar waren. Die Tiere zeigten sich durch die Beobachtung nicht mehr gestört als durch übliche Zoobesucher. Details zum Beobachtungszeitraum und zur Anzahl und Dauer der Beobachtungen sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Zur Erfassung der Gesangsaktivität wurden für den Hausrotschwanz während fünf Minuten die Gesangsstrophen gezählt. Als Strophe wurde dabei jeweils ein deutlich durch eine längere Pause abgesetzter Gesangsteil bewertet, der aus einem unauffälligen Anfang („jirrititititi“) und einem kratzenden, fauchenden Teil bestand (nach BERGMANN & HELB, 1982).

Die Gesangsintensität wurde durch die Strophenzahl/5 Minuten definiert.

Bei den Staren wurden während der Beobachtungen mit einem Sennheiser M6 Richtmikrofon und einem Sharp MD SR Mini disc Recorder jeweils 10 Minuten lange Tonaufnahmen angefertigt. Diese wurden dann mit Hilfe von Avisoft Recorder software in den Computer eingespielt und mit Avisoft Sas Lab Pro sonografiert. Die Länge der einzelnen Gesangssequenzen in den jeweils 10 Minuten langen Tonaufnahmen wurde gestoppt. Auch die beiden Weibchen sangen zum Teil intensiv. Deshalb wurde auf den Aufnahmen mündlich festgehalten, welches Individuum gesungen hatte. Der Gesang der Weibchen war sonografisch von dem des Männchens zu unterscheiden (vgl. Abb. 12 und 13!).

Statistische Auswertung

Für die einzelnen beobachteten Verhaltensweisen wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Für das Hausrotschwanzmännchen wurden Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesangsintensität bzw. des Anteils der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität für die einzelnen Beobachtungstage berechnet. Für das Starenmännchen wurden Mittelwerte und Standardabweichung der Gesangsintensität bzw. des Anteils der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität für die Monate Februar, März, April, Mai und September und für die Gesangsintensität bzw. den Anteils der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität zu verschiedenen Beobachtungsperioden berechnet (Siehe Tab. 4!).

Statistische Unterschiede wurden mittels Kruskal-Wallis-H-Test ermittelt (für die gesamten fünf Monate bzw. für März bis Mai, für alle Beobachtungsperioden). Statistische Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen wurden durch Man-Whitney-U-Tests ermittelt.

Ergebnisse

Hausrotschwänze

Ab 18.4. befanden sich Männchen und Weibchen gemeinsam in der rechten Voliere. Beide Vögel sammelten Nistmaterial (Stroh, Heu) und bauten an einem Nistkasten auf einem nicht einsehbar Balken ein Nest. Das Männchen verfolgte das Weibchen mehrmals äußerst heftig. Dabei ließen sich verschiedene Lautäußerungen hören, das Männchen sang einige Male. Nach den Verfolgungsjagden zeigte das Männchen einmal die arttypische Präsentierhaltung (Flügel hängen lassen, Schwanz fächern). Es kam allerdings während der Beobachtungen nie zur Kopulation. Ab 10.5. begannen beide Hausrotschwänze zu mausern und zeigten keine weitere Interaktion mehr. Das Männchen hielt sich fortan wieder vornehmlich rechts, das Weibchen vor allem links auf.

Das Männchen verbrachte 28, 18 % der Beobachtungszeit mit Singen von einer Warte aus, 2, 05 % mit Nahrungsaufnahme, 39, 54 % in Ruhe und 40, 09 % mit Fliegen und Hüpfen (siehe Abb. 1, Tab. 5!). Am 18. 3. sang das Männchen. Die Gesangsintensität (Strophenanzahl/5 Minuten) steigerte sich bis zum 15.4. und sank dann etwas ab. Auch der Anteil des Gesanges an der Gesamtaktivität stieg bis zum 1.4. an, war

dann am 6.4. nieder, wobei auffallend ist, dass gerade an diesem Tag die Gesangsintensität sehr hoch war. Nach dem 18.4. sank auch der Anteil des Gesanges an der Gesamtaktivität ab. (siehe Abb. 2 + 3!) Das Hausrotschwanzweibchen verbrachte 16,88 % der Beobachtungszeit mit Ruhen, 16,96 % mit Fliegen und Hüpfen, 1,25 % mit Fressen. Zwischen 22.3. und 2.4. flog es auffallend viel in der rechten Voliere herum, dann wurde es bis zum Beginn des Nestbaues wieder etwas ruhiger. (siehe Abb. 4, Tabelle 5!)

Stare

Die Stare brüteten im Jahr 2002 nicht erfolgreich. Dennoch wurde Gesang und anderes Balzverhalten beobachtet. Am 12., 27. und 28.3., am 9. 4. und am 2.5. kam es zu Kopulationen zwischen dem Männchen und dem älteren Weibchen (roter Ring). Am 2. und 8.5. kopulierten außerdem das Männchen und das jüngere Weibchen (gelber Ring). Zwischen 27.3. und 9.5. sammelte vor allem das Männchen Nistmaterial und trug es an immer der gleichen Stelle in der Efeuhecke ein. Auch das ältere Weibchen hielt sich zu dieser Zeit viel an dieser Stelle auf, was darauf schließen lässt, dass sich dort ein Nest befand. In dieser Efeuhecke am rechten Rand der Voliere befand sich auch der Schlafplatz und das Versteck aller drei Stare.

Schon zu Beginn der Beobachtungen am 13.2. sangen alle drei Individuen. Der Gesang des Männchens war viel variabler und länger als der Gesang der beiden Weibchen, der nur aus einer Sequenz von Pfeif-tönen bestand (vgl. Abb. 12 und 13!).

Das Männchen verbrachte zur Brutzeit (März bis Mai) im Durchschnitt 33,5 % der Beobachtungszeit mit Singen, 26,45 % mit Ruhen, 1,45 % mit Fressen und 7,19 % mit lokomotorischen Aktivitäten (Fliegen, Schreiten am Boden und auf Sitzästen). (vgl. Abb. 5, Tab. 5!) Die mittlere Gesangsintensität (Gesang/ 10 min) betrug 104,82 s. Das Starenmännchen sang von Februar bis Juni. Die Gesangsintensität und der Anteil der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität waren im Februar niedriger als im März und April und gingen im September auf Null zurück (vgl. Abb.6 und 7!).

Für den Anteil der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität und die Gesangsintensität bestanden keine statistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtungsperioden (vgl. Abb. 8 und 9!).

Das ältere Weibchen (rot) verbrachte 62,9% der gesamten Beobachtungszeit in Ruhe, 4,58% mit lokomotorischen Aktivitäten und 9,15% mit Singen. (vgl. Abb. 10, Tab.5!) Ab 22.4. verschlechterte sich der Gesundheitszustand des älteren Weibchens beträchtlich, es schlief auch während des Tages und war kaum mehr aktiv. Im September wurde es für einige Tage in die Aufzuchtvoliere verlegt, von der es am 18.9. in sichtbar besserem Zustand zurückkehrte.

Das einjährige Weibchen war allgemein aktiver und sang vor allem im Februar und im September häufig. Es verbrachte 33,6 % der gesamten Beobachtungszeit mit Ruhen, 16,99 % mit Singen und 8,33 % mit lokomotorischen Aktivitäten. Am 27.3. flog es auffallend viel in der Voliere herum. Auch im Mai bewegte es sich viel in der Voliere und war dadurch schwierig zu beobachten. (vgl. Abb. 11, Tab. 5!)

Diskussion

Verhalten der untersuchten Arten

Auch wenn zwei verschiedene Arten untersucht wurden, stand jeweils nur ein männliches Individuum zur Verfügung. Zusätzlich ergaben sich durch die Handaufzucht bzw. durch die Zoohaltung vermutlich Verhaltensänderungen, nicht adäquate, dafür ad libitum angebotene Nahrung und fehlender Prädationsdruck.

Für die beiden untersuchten Arten, Stare und Hausrotschwanz, die gemeinsam mit zwei bzw. einem Weibchen gehalten wurden, zeigten die beobachteten Männchen eine ähnliche Gesangsaktivität (Stare: 33,5 %, Hausrotschwanz: 28,2 %) während der Brutzeit, während außerhalb der Brutzeit ihre Gesangs-

aktivität deutlich zurückging (Stare September 0%, Februar signifikant niedriger als März bis Mai). Auch wenn Balzverhalten, Kopulationen und Nestbau beobachtet werden konnten, brütete keine der beobachteten Arten erfolgreich, was eine Interpretation erschwert.

Beim nach einiger Zeit abgebrochenen Nestbau beteiligte sich auch das Männchen am Sammeln des Nistmaterials, während aus dem Freiland bekannt ist, dass nur die Weibchen das Nest bauen (VON BLOTZHEIM & BAUER, 1988).

Bei den Staren konnten Kopulationen mit beiden Weibchen beobachtet werden, ebenso wurde Nistmaterial gesammelt und eingetragen. Dass es zu keiner Brut kam könnte daran liegen, dass sich der Gesundheitszustand des älteren Weibchens während der Brutsaison verschlechterte.

Beide Starenweibchen sangen auch zur Brutzeit, während bei im Frühjahr 2000 in Salt Lake City, USA bzw. 2001 und 2002 in Innsbruck regelmäßig durchgeführten Freilandbeobachtungen nie ein singendes Weibchen beobachtet werden konnte. Im Herbst 2001 sangen in Salt Lake City, wo sedentäre Starpopulationen vorherrschen, vereinzelt auch Weibchen, wie es auch mehrfach in der Literatur beschrieben wurde (z.B. BERTHOLD, 1964, FEARE, 1984, HAUSBERGER, 1997). Es gibt aber auch vereinzelte Nachweise von Weibchen, die zur Brutzeit singen (SCHÜTZ, 1942, MERKEL, 1980, SCHNEIDER, 1972), Weibchen in Volieren singen vor allem dann viel, wenn ihr unmittelbarer Nachbar ebenfalls ein Weibchen ist (HENRY & HAUSBERGER, 2001), was auch auf die Verhältnisse im Alpenzoo zutrif.

Energiebudget des Gesangsverhaltens

Für 3 Stare wurde ein durchschnittlicher Sauerstoffverbrauch von 0,065 bis 0,086 ml O₂ · g⁻¹ · min⁻¹ während dem Singen gemessen (OBERWEGER & GOLLER, 2001), während der Sauerstoffverbrauch vor dem Singen zwischen 0,061 und 0,083 ml g⁻¹ · min⁻¹ betrug. Während dem Fliegen wurde für Stare ein Sauerstoffverbrauch von 0,45 ml O₂ · g⁻¹ · min⁻¹ gemessen (Ward et al., 2001). Geht man davon aus, dass

$$E_{\text{total}} = E_s \cdot T_s + E_{ns} \cdot T_{ns}$$

(E ist verbrauchten Energie

T ist die Zeit, die für eine bestimmte Aktivität verbraucht wird

_s und _{ns} bedeuten Singen und Nicht Singen)

kann man einschätzen, welchen Anteil am Energiebudget das Gesangsverhalten haben könnte (Vgl. Tab. 6!).

Das Gesangsverhalten nimmt demnach während der Monate März bis Mai im Zoo 27, 16 % des gesamten Energiebudgets ein, während im Vergleich Ruhen 13, 15 % des Energiebudgets beansprucht. Für Carolina wrens (*Trhyothorus ludivicianus*) wurde berechnet, dass Gesangsverhalten 9, 4 bis 24, 7 % des Energiebudgets einnimmt (EBERHARDT, 1994). Der Sauerstoffverbrauch während dem Singen wurde mit 3 bis 9 mal BMR angegeben. Diese Werte sind aber wegen methodischer Probleme (im Freiland gefangene Vögel in sehr großen Stoffwechselkammern usw.) mehrfach kritisiert worden (z.B. GAUNT et al., 1996, EBERHARDT, 1996, OBERWEGER & GOLLER, 2001) und deshalb mit den hier vorliegenden nur mit gewissen Vorbehalten zu vergleichen. Für Stare wurde zwar ein niedrigerer Wert für den Sauerstoffverbrauch während dem Singen gemessen, der Anteil des Gesanges am Gesamtverhalten ist jedoch in der Voliere höher als im Freiland (LUNDBERG, 1985, siehe unten!). Für Carolina wrens wurde zwar ein höher Sauerstoffverbrauch während dem Singen gemessen, der Anteil des Gesangsverhaltens am Gesamtenergiebudget wurde jedoch für wilde Vögel berechnet. Deshalb dürfte der Energieverbrauch für das Singen bei dem Star im Alpenzoo einen höheren Anteil haben als bei den Carolina wrens.

Aussagekraft der Ergebnisse

Vergleicht man diese Daten mit den Werten aus Freilandbeobachtungen an Staren in Skandinavien (LUNDBERG, 1985) so sind nimmt im Freiland Gesang während der Brutsaison im März, April und

Mai 18, 4 bis 24, 3 % der Beobachtungszeit ein, in der Voliere sang der männliche Star von März bis April während 33, 5 % der Beobachtungszeit, der männliche Hausrotschwanz 28, 18% der Beobachtungszeit. Vor allem die Zeit, die zur Nahrungsaufnahme benötigt wird, ist im Freiland wesentlich höher, nämlich von März bis Mai 19, 6 bis 42, 1 %, in der Voliere für alle beobachteten Individuen zwischen 1 und 6%. Im Freiland ruhten Stare von März bis Mai an 25, 0 bis 63, 5% der Beobachtungszeit, alle in der Voliere beobachteten Individuen zur gleichen Zeit an 17, 2 bis 73% der Beobachtungszeit. In der Voliere benötigen die Vögel deutlich weniger Zeit für die Nahrungssuche, damit steht ihnen mehr Zeit zum Singen zur Verfügung, dies erhöht die Gesangsaktivität. Auch Freilandexperimente mit zusätzlich angebotenen Futter an mehreren Arten bestätigen diesen Trend (YDENBERG, 1984, GOTTLANDER, 1987, STRAIN & MUMME, 1988, REID, 1987).

Diese Studie an wenigen Volierenvögeln gibt einen Eindruck von der Energetik des Gesangsverhaltens, die Methode muss jedoch im Freiland umgesetzt werden, wo auch der Einfluss verschiedener Faktoren, wie z.B. Temperatur, Niederschlag, bzw. Brutaktivität usw. auf das Gesangsverhalten entsprechend verstärkt wird. Auch die im Labor unter Standardbedingungen gemessenen Werte für den Energieverbrauch weichen unter Umständen vom Energieverbrauch im Freiland ab. So könnte es sein, dass die Vögel in der Stoffwechselkammer nicht so laut gesungen haben, wie normal. (OBERWEGER & GOLTER, 2001). Außerdem wurden für die Messungen des Sauerstoffverbrauches einjährige Vögel verwendet, deren Gesang sich sowohl in Hinsicht auf die Lautstärke, als auch in Hinsicht auf die Variabilität des Gesangsrepertoires (EENS, 1991) unterscheidet.

Danksagung

Diese Arbeit wurde durch ein Doktorandenstipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften bzw. ein Förderungsstipendium des Dekanates der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Innsbruck unterstützt. Dr. Christiane Böhm und Dr. Dirk Ullrich vom Alpenzoo Innsbruck ermöglichen mir meine Beobachtungen im Alpenzoo. Mag. Jürgen Pollheimer betreute mich während der Beobachtungen an den Hausrotschwänzen. Prof. Ellen Thaler stand mir mit Vorschlägen zur Methodik und bei der Korrektur des Manuskriptes zur Seite.

Literaturverzeichnis

- BERGMANN, H.H. & HELB, H.W. (1982): Stimmen der Vögel Europas. – BLV Verlagsgemeinschaft München, 10, 390, 316.
- BETHOLD, P. (1964): Über den Fortpflanzungszyklus südwestdeutscher Stare und über bedingende Faktoren der Brutreife beim Star. – Vogelwarte 22: 236–275.
- EBERHARDT, L. S. (1994): Oxygen consumption during singing by male Carolina wren (*Thyrothorus ludovicianus*). – The Auk 111 (1): 124–130.
- EBERHARDT, L.S. (1996): Energy expenditure during singing: a reply to Gaunt et al. – The Auk 113 (1): 721–723.
- EENS, M., PINXTEN, R. & VERHEYEN, R.F. (1991): Male Song as a Cue for Mate Choice in the European Starling. – Behavior 116: 221–238.
- FEARE, C.J. (1984): The Starling. – Oxford University Press
- GAUNT, A.S., BUCHER T.L., GAUNT, S.L.L. & BAPTISTA, L.F. (1996): Is singing costly? – The Auk 113: 718–721.
- GENTER, T.Q. & HULSE, S.H. (2000): Female european starling preference and choice for variation in conspecific male song. – Anim. Behav. 59: 443–458.
- GOLDSTEIN, D. L. (1988): Estimates of daily energy expenditure in birds. The time-energy budget as an integrator of laboratory and field studies. – Amer. Zool. 28: 829–844.

- GOTTLANDER, K. (1987): Variation in the song rate of the male pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. causes and consequences. – Anim. Behav. 35: 1037–1043.
- HAUSBERGER, M. (1997): Social influence on song acquisition and sharing in the European starling (*Sturnus vulgaris*), in: Social influences on vocal development. – Cambridge University Press, S 128–156.
- HENRY, L. & HAUSBERGER, M. (2001): Differences in the social context of song production in captive male and female European starlings. – Comptes-Rendus-de-l'Academie-des-Sciences-Serie-III-Sciences-de-la-Vie 324 (12): 1167–1174.
- IMMELMANN, K. (1982): Wörterbuch der Verhaltensforschung. – Parey, Berlin und Hamburg, S 317.
- LUNDBERG, P. (1985): Time-budgeting by Starlings *Sturnus vulgaris*: Time minimizing, energy maximizing and the annual cycle organisation. – Oecologia 67: 331–337.
- MARTIN, P. & BATESON, P. (1993): Measuring behavior: an introductory guide. – Cambridge University Press, S 84–100.
- MERKEL, F.W. (1980): Sozialverhalten von individuell markierten Staren in einer kleinen Nistkastenkolonie. 3. Mitteilung. Die Rolle der Polygynie. – Luscia 44: 133–158.
- MOUNTJOY, J.J. & LEMON, R.E. (1996): Female choice for complex song in the European starling: a field experiment. – Behav. Ecol. and Soziobiol. 38: 65–71.
- OBEREGER, K. & GOLLER, F. (2001): The metabolic cost of birdsong production. – Journal of Experimental Biology 204: 3379–3388.
- REID, M.L. (1987): Costliness and reliability in the singing vigour of Ipswich Sparrows. – Anim. Behav. 35:1735–1743.
- SCHNEIDER, W. (1972): Der Star. – Neue Brehm Bücherei 248, Wittenberg Lutterstadt
- SCHÜTZ, E. (1942): Biologische Beobachtungen an Staren in Rossitten. – Vogelzug 13: 99–132.
- SEARCY, W.A. & YASUKAWA, K. (1996): Song and female choice. In: Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds (Kroodsma, D.E., Miller, E.H., eds.), pp. 454–473. Ithaca and London, Cornell University Press.
- SLAGSVOLD, T. (1977): Bird song activity in relation to breeding cycle, spring weather, and environmental phenology. – Ornis Scand. 2/27: 197–222.
- STRAIN, J. G. & MUMME, L. (1988): Effects of food supplementation, song playback and temperature on vocal behavior of Carolina wrens. – The Auk 105: 11–16.
- THIELKE, G. (1970): Die sozialen Funktionen der Vogelstimmen. – Die Vogelwarte 25: 204–224.
- VON BLOTZHEIM, U. & BAUER, K. (1988): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. – Aula Verlag, Wiesbaden, Band 11/2: S 301–344.
- VON BLOTZHEIM, U. & BAUER, K.. (1993): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. – Aula Verlag, Wiesbaden, Band 13/3: S 2031–2115.
- WARD, S., MÖLLER, U., RAYNER, J.M., JACKSON, D.M., BILO, D., NACHTIGALL, W. & SPEAKMAN, J.R. (2001): Metabolic power, mechanical power and efficiency during wind tunnel flight by the European starling *Sturnus vulgaris*. – Journal of Experimental Biology 204: 331–3322.
- YDENBERG, R.C. (1984): The conflict between feeding and territorial defense in the Great Tit. – Behavior, Ecology and Sociobiology 15: 103–108.

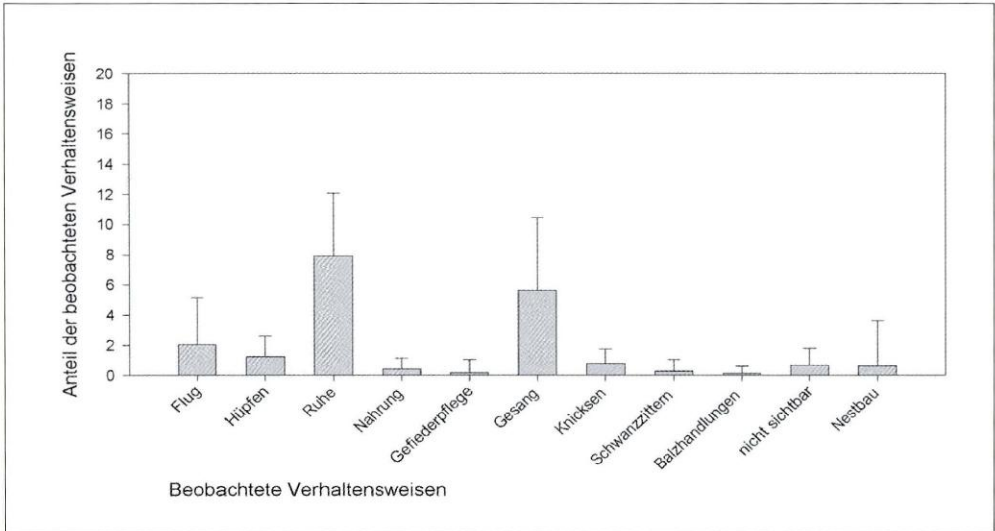


Abb. 1: Anteil verschiedener Aktivitäten an der Gesamtaktivität beim Hausrotschwanzmännchen (22 Beobachtungsintervalle á 10 Minuten, 9 Beobachtungstage)

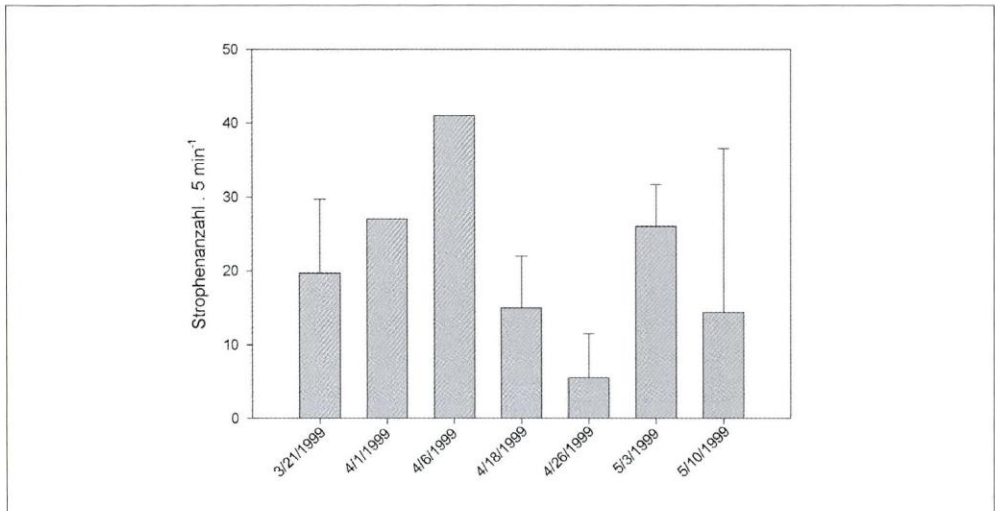


Abb. 2.: Gesangsintensität des Hausrotschwanzmännchens (19 Beobachtungsintervalle á 5 Minuten, 7 Beobachtungstage: 21.3. n = 3, 1.4. n = 1, 6.4. n = 1, 18.4. n = 3, 26.4. n = 6, 3.5. n = 2, 10.5. n = 3.)

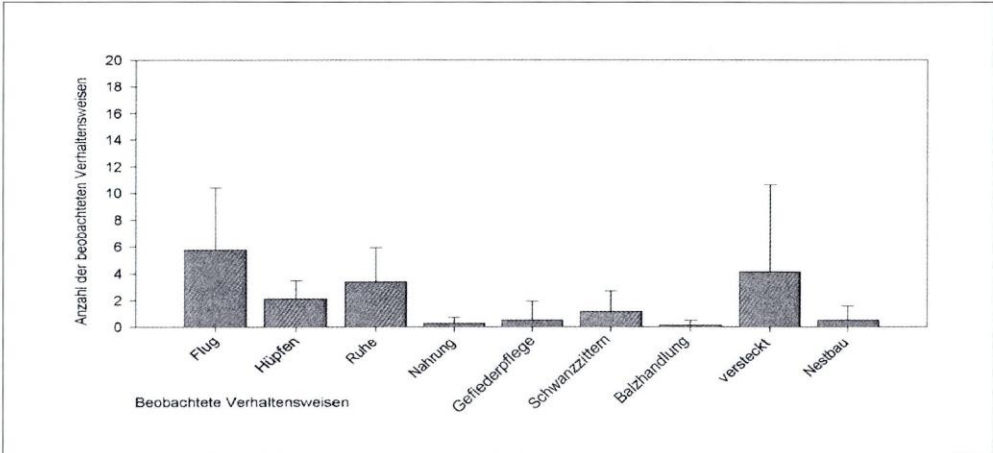


Abb. 3.: Anteil des Gesanges an der Gesamtaktivität (22 Beobachtungsintervalle a 10 min, 9 Beobachtungstage: 20.3. n = 3, 21.3. n = 4, 22.3. n = 3, 1.4. n = 2, 6.4. n = 2, 18.4. n = 2, 26.4. n = 2, 3.5. n = 3, 10.5. n = 2.)

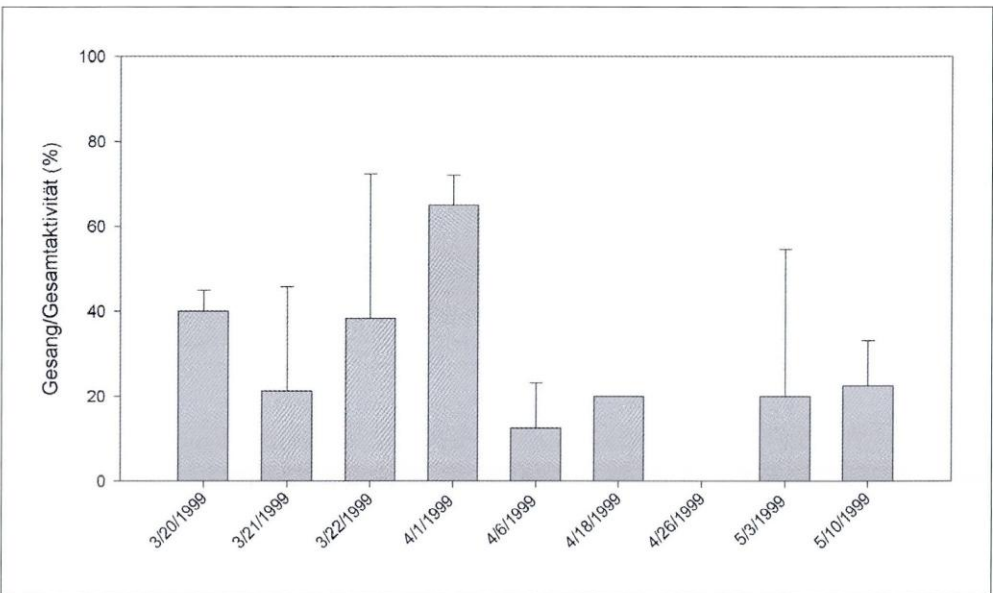


Abb. 4.: Anteil verschiedener Aktivitäten an der Gesamtaktivität beim Hausrotschwanzweibchen (8 Beobachtungsintervalle a 10 min)

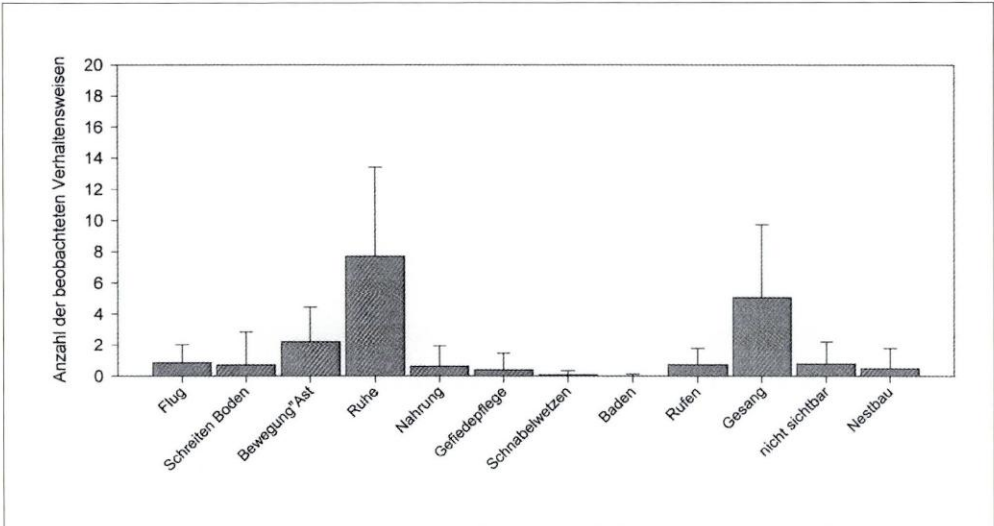


Abb. 5: Anteil verschiedener Aktivitäten an der Gesamtaktivität beim Starenmännchen (66 Beobachtungsintervalle a 10 min, 34 Beobachtungstage)

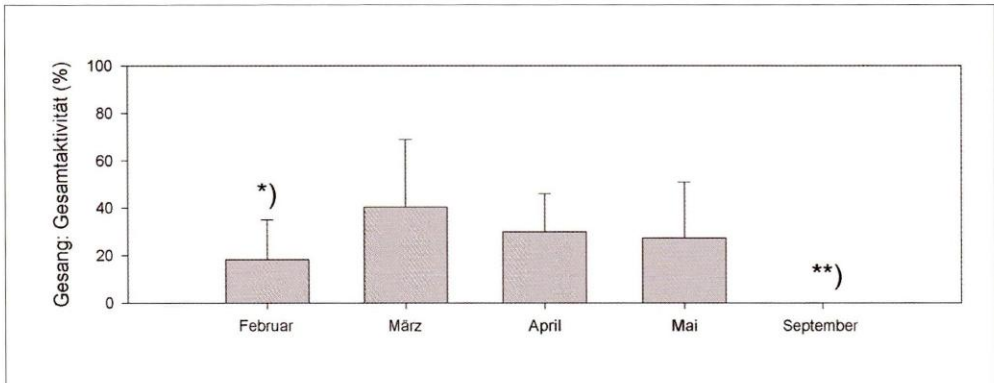


Abb. 6: Anteil des Gesanges an der Gesamtaktivität für Februar (n = 21) , März (n = 16), April (n = 11), Mai (n = 11), und September (n = 8), 34 Beobachtungstage: Der Anteil des Gesanges an der Gesamtaktivität war für Februar niedriger als für März und April und ging im September auf Null zurück. Kruskal-Wallis-Test für alle 5 Monate: $p < 0,001$, März bis Mai: $p > 0,1$, Mann-Whitney-U-Test: Februar-März: $p < 0,05$, Februar-April: $p < 0,05$, Februar-Mai: $p < 0,05$ September – alle anderen: $p < 0,001$, sonst keine signifikanten Unterschiede)

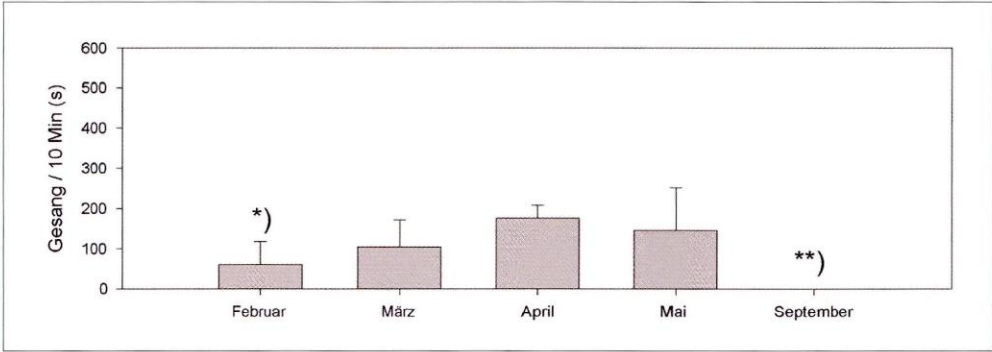


Abb. 7: Gesangsintensität für Februar (n = 17), März (n = 17), April (n = 5), Mai (n = 13) und September n = (6), 25 Beobachtungstage: Die Gesangsintensität war im Februar niedriger als im März, April und Mai und ging im September auf Null zurück. Kruskal-Wallis-Test für alle 5 Monate: $p < 0,001$, März bis Mai: $p > 0,01$, Mann-Whitney-U-Test: Februar-März: $p < 0,05$, Februar-Mai: $p < 0,05$, September-alle anderen Monate: $p < 0,001$, sonst keine signifikanten Unterschiede)

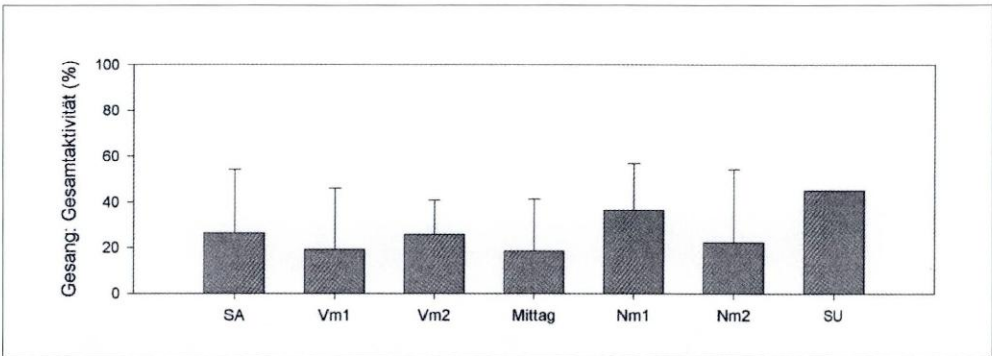


Abb.8: Anteil der Gesangsaktivität an der Gesamtaktivität zu verschiedenen Beobachtungsperioden (22 Beobachtungstage zwischen Februar und Mai, SA n = 8, Vm1 n = 7, Vm2 n = 17, Mittag n = 17, Nm1 n = 9, Nm2 n = 9, SU n = 1): Es bestanden keine signifikanten Unterschiede. Kruskal-Wallis-Test: $p > 0,1$)

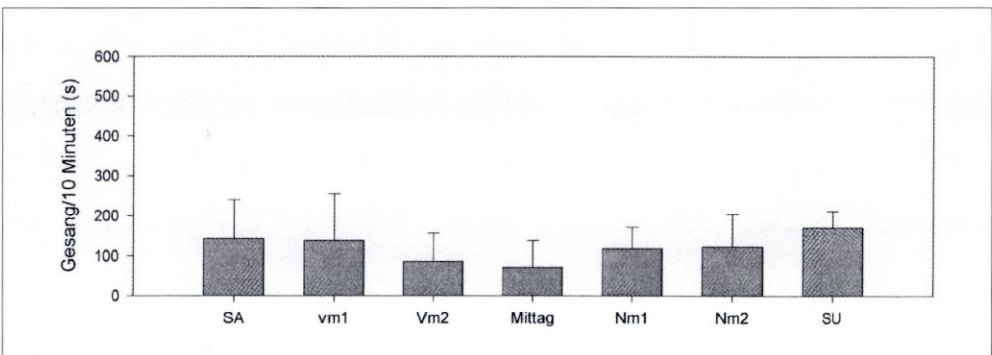


Abb.9: Gesangsintensität zu verschiedenen Beobachtungsperioden (25 Beobachtungstage zwischen Februar und Mai, SA n = 7, Vm1 n = 8, Vm2 n = 15, Mittag n = 12, Nm1 n = 6, Nm2 n = 2, SU n = 2): Es bestanden keine signifikanten Unterschiede. Kruskal-Wallis-Test: $p > 0,1$)

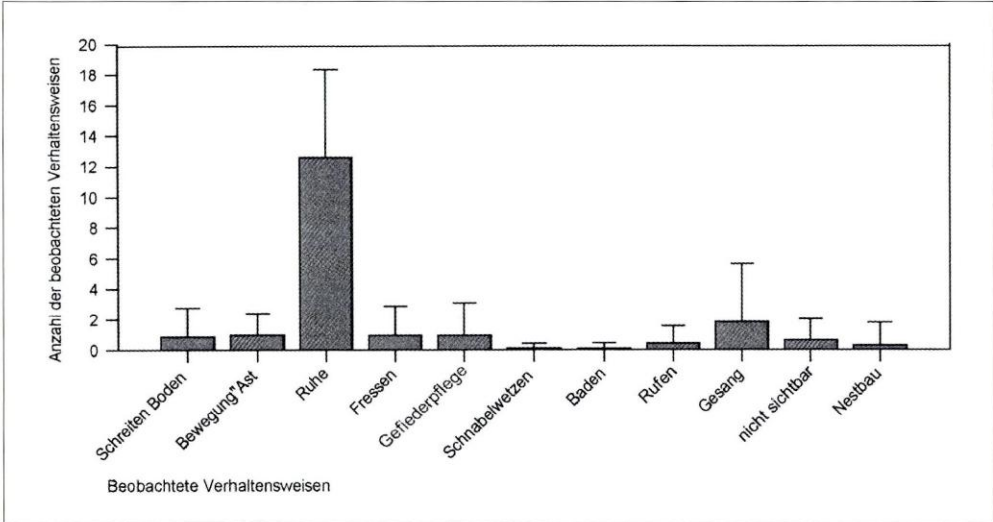


Abb. 10: Anteil verschiedener Aktivitäten an der Gesamtaktivität beim älteren Starenweibchen (rot) (36 Beobachtungsintervalle a 10 min, 29 Beobachtungstage.)

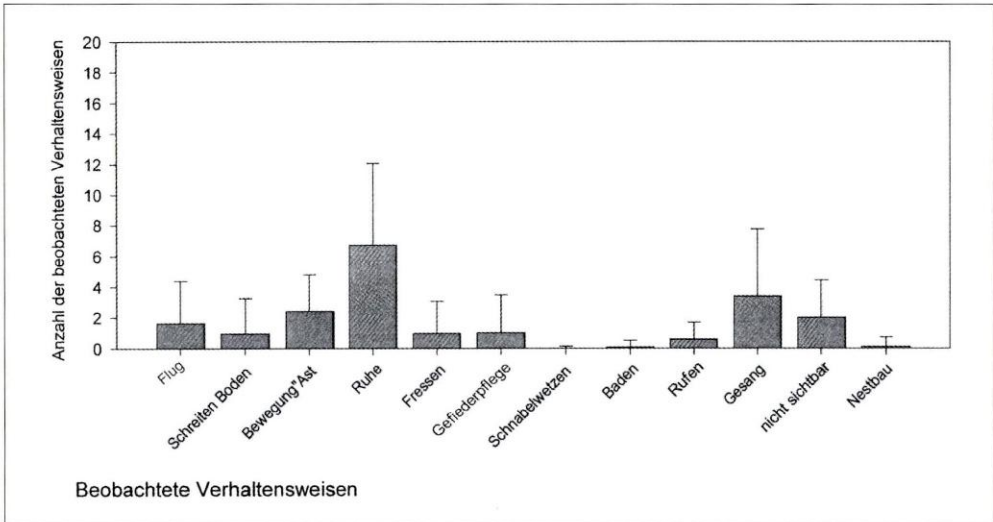


Abb. 11: Anteil verschiedener Aktivitäten an der Gesamtaktivität beim jüngeren Starenweibchen (gelb) (68 Beobachtungsintervalle a 10 min, 33 Beobachtungstage.)

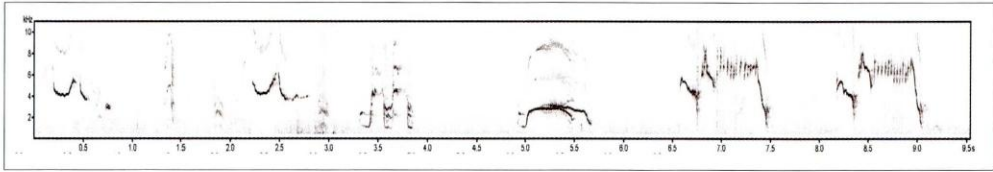


Abb. 12: Sonagramm des Gesanges der Starenweibchen

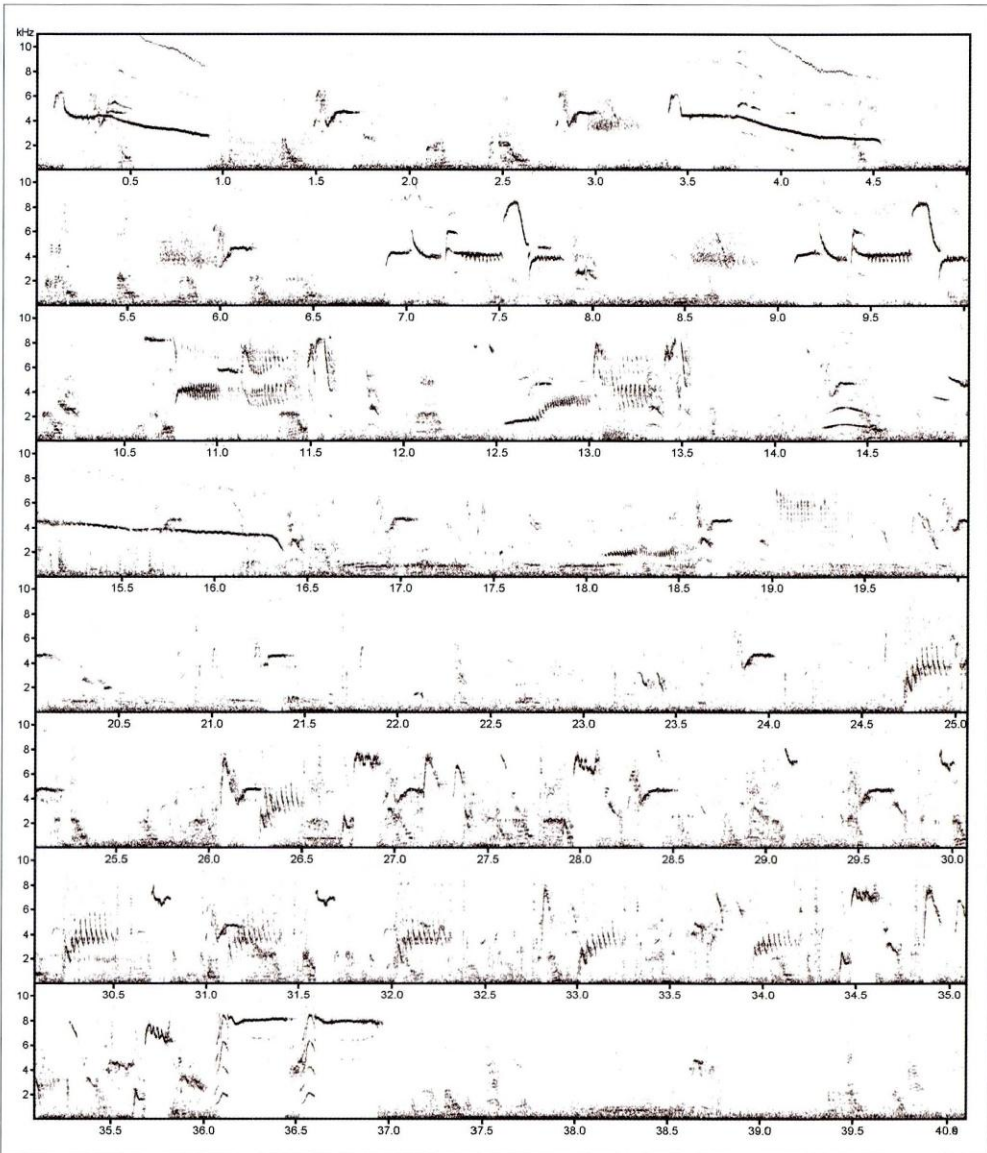


Abb. 13: Sonagramm des Gesanges des Starenmännchens

Tab. 1: Inventar der quantifizierten Verhaltensweisen beim Hausrotschwanz (neben Balz- und Reproduktionsspezifischen Elementen wurden auch allgemeine Zeichen der Erregung wie z.B. Schwanzzittern und lokomotorische Aktivitäten aufgenommen).

Aktion	Definition
Fliegen	Ortswechsel durch Fliegen
Hüpfen	Ortswechsel durch Hüpfen
Ruhe	Aktivitätsloses Verharren
Nahrungsaufnahme	Fressen und Trinken
Gefiederpflege	Gefiederpflege mit dem Schnabel oder durch Kratzen mit den Füßen
Singen	Nur das Männchen singt
Knicksen	Ruckartiges Beugen und Strecken der Metatarsalgelenke
Schwanzzittern	Schwanz wird nach unten geschlagen
Balzhandlungen	anderes Balzverhalten als Singen: Männchen verfolgt das Weibchen Kopulation, Präsentieren (Flügel hängen lassen, Schwanz fächern)
Nicht sichtbar	Befindet sich an einem nicht einsehbaren Punkt
Nestbau	Nistmaterial (Stroh, Heu, Haare, Federn) werden vom Boden aufgesammelt und gebündelt und zum nicht einsehbaren Nest gebracht

Tab 2: Inventar der beobachteten Verhaltensweisen bei den Staren (neben Balz- und Reproduktionsverhaltensweisen wurden auch Verhaltensweisen der Lokomotion, bzw. Komfortverhalten aufgenommen):

Aktion	Definition
Fliegen	Ortswechsel durch Fliegen
Schreiten am Boden	Ortswechsel durch Schreiten am Boden, linkes und rechtes Bein werden abwechselnd bewegt
Bewegung an Ästen	Ortswechsel durch Schreiten oder beidbeiniges Hüpfen an Bäumen und Sitzästen
Ruhe	Aktivitätsloses Verharren
Nahrungsaufnahme	Fressen und Trinken
Gefiederpflege	Gefiederpflege mit dem Schnabel oder durch Kratzen mit den Füßen
Rufen	
Singen	Männchen und Weibchen singen
Baden	Baden in Wasser
Nestbau	Nistmaterial (Stroh, Heu, Haare, Federn) werden vom Boden aufgesammelt und gebündelt und zum nicht einsehbaren Nest gebracht
Nicht sichtbar	Befindet sich an einen nicht einsehbaren Punkt
Schnabelwetzen	Der Schnabel wird an einem Untergrund, z.B. Ast gewetzt

Tabelle 3: Beobachtungszeitraum, Zahl der Beobachtungstage, Häufigkeit der Beobachtungen:

	Beobachtungszeitraum	Zahl der Beobachtungstage	Häufigkeit der Beobachtungen
Hausrotschwänze	18.3.–18.5.99	13	Anfangs 2-3 Tage/Woche, dann 1 Tag/Woche
Stare	15.2.–1.6., 11.–18.9.02	34	Anfangs 2-3 Tage/Woche, dann 1 Tag/Woche

Tabelle 4. Beschreibung und Anzahl der einzelnen Beobachtungsperioden für Stare:

Beobachtungsperiode	Definition (Die Zeiteinteilungen erfolgten nach MEWZ)	Anzahl
SA	½ h vor und nach Sonnenaufgang	17
Vm1	½ h nach Sonnenaufgang bis Halbzeit Sonnenaufgang/Mittag	16
Vm2	Halbzeit Sonnenaufgang/Mittag bis Mittag	28
Mittag	11:30 bis 13:30 MEWZ	54
Nm1	13:30 bis Halbzeit Mittag/Sonnenuntergang	35
Nm2	Halbzeit Mittag/Sonnenuntergang bis ½ Stunde vor Sonnenuntergang	17
SU	½ Stunde vor und nach Sonnenuntergang	5

*) MEWZ: Mitteleuropäische Winterzeit

Tab. 5: ausgewählte Verhaltensweisen: Anteil an der Gesamtaktivität in %:

	Ruhe	Fressen	Singen	Lokomotion (Flug, Hüpfen, Schreiten)
Hausrotschwanz, Männchen	39 , 54 %	2 , 05 %	28 , 18 %	40 , 09 %
Hausrotschwanz, Weibchen	16 , 88 %	1 , 25 %		16 , 96 %
Star, Männchen gesamte Beobachtungszeit	38 , 46 %	3 , 40 %	25 , 20 %	6 , 52 %
Star, Männchen März bis Mai	26 , 45 %	1 , 45 %	33 , 50 %	7 , 19 %
Star, Weibchen rot gesamte Beobachtungszeit	62 , 90 %	4 , 70 %	9 , 15 %	4 , 58 %
Star, Weibchen rot März bis Mai	59 , 80 %	4 , 00 %	12 , 60 %	4 , 22 %
Star, Weibchen gelb, gesamte Beobachtungszeit	33 , 60 %	4 , 93 %	16 , 99 %	8 , 33 %
Star, Weibchen gelb, März bis Mai	32 , 50 %	6 , 00 %	11 , 91 %	10 , 44 %

Tab. 6: Energieverbrauch ausgewählter Verhaltensweisen bei Staren:

Verhaltenweise	Anteil der Aktivität (%)	Gemessener Energieverbrauch (ml O₂ · min⁻¹ · g⁻¹)	Energieverbrauch der Verhaltensweise (ml O₂ · g⁻¹)
Ruhe	26,45	0,072 (Oberweger und Goller 2001)	0,0123
Singen	33,50	0,076 (Oberweger und Goller 2001)	0,0254
Lokomotion	7, 19	Ca. 0,45 Fliegen (Ward, 2001), keine Werte für andere Arten der Lokomotion bekannt	0,0333
Gefiederpflege	0,92	0,069 (Vgl. Goldstein, 1988 *)	0,0006
Fressen	3,40	0,069 (Vgl. Goldstein, 1988 *)	0,0023
andere	28,54	0,069 (Vgl. Goldstein, 1988 *)	0,0196

*) Aus den angegeben Werten (x · BMR) wurde mit den Messungen aus Oberweger und Goller, 2001 der Energieverbrauch in ml O₂ · min⁻¹ · g⁻¹ berechnet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [84](#)

Autor(en)/Author(s): Oberweger Kerstin

Artikel/Article: [Zur Energetik des Gesangsverhaltens von Singvögeln: Untersuchungen an zwei Arten im Alpenzoo Innsbruck. 115-130](#)