

# Über Beziehungen der Jahresperiodik süddeutscher Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) zur Fotoperiode

Peter Berthold

(Jochen Hölzinger zum 60. Geburtstag)

**Relationships between the annual periodicity of European Robins (*Erithacus rubecula*) of southern Germany and the photoperiod.** – Robins hatched in southern Germany, raised by hand and kept from July on in a constant 12-h day (12 hours light, 12 hours darkness), astonishingly became ready to breed as early as December. This duration of daylight was evidently brief enough to end the photorefractory period of the winter half-year, but also long enough to accelerate the annual cycle greatly towards the end of the year. So far this case is unique; it is discussed with reference to control systems for annual periodicity.

**Key words:** European robin, *Erithacus rubecula*, annual cycles, photoperiodism, reproductiveness

Peter B e r t h o l d , Max-Planck-Forschungsstelle für Ornithologie, Vogelwarte Radolfzell, Schlossallee 2, D-78315 Radolfzell, e-mail: berthold@vowa.ornithol.mpg.de

## 1. Einleitung

Die Jahresperiodik von Vögeln höherer geographischer Breiten wird wahrscheinlich in der Regel von zwei Hauptkomponenten gesteuert: endogenen Faktoren, die als ausgeprägte endogene Jahresrhythmen vorliegen können (circannuale Rhythmik, „innere Jahreskalender“), sowie exogenen Faktoren, von denen der Fotoperiodizität die größte Bedeutung zukommt (überwiegend wohl als Synchronisator und „Feineinsteller“ endogener Rhythmen). Bei diesem dualen Steuerungssystem bewirken relativ kurze Tageslängen im Winterhalbjahr vielfach eine Beendigung der sogenannten Fotorefraktärperiode, nach der zunehmende Tageslängen den Fortgang der Jahresperiodik ermöglichen oder beschleunigen (z.B.

GWINNER 1986, 1996, BERTHOLD 1974). Werden Singvögel höherer Breiten nach Beendigung der Refraktärperiode lange Zeit im Kurztag gehalten, kann sich ihre Jahresperiodik erheblich verzögern, werden sie nach Kurztagen vorzeitig Langtagen ausgesetzt, kann sie sich stark beschleunigen. Setzt man Stare (*Sturnus vulgaris*) komprimierten simulierten Jahresgängen der Fotoperiodizität aus, treten bei ihnen in einem Kalenderjahr bis zu fünf zumindest angestoßene Zyklen der Gonadenentwicklung und der Mauser auf (GWINNER 1986). Hält man Vögel lange Zeit in konstanter Tageslichtdauer, kommt es zu ganz verschiedenen Effekten. Manche Arten wie Grasmücken zeigen in kurzer wie langer Tageslichtdauer vollständige endogen produzierte jahresperiodische Zyklen mindestens des Körpergewichts, der Gonadengröße, Mauser und Zugaktivität, andere Arten wie Stare nur in eng begrenzten konstanten Fotoperioden, in anderen werden sie aperiodisch (z.B. BERTHOLD et al. 1972, GWINNER 1986). Bei einer vergleichenden Untersuchung der Zugaktivität (Zugunruhe) handaufgezogener süddeutscher Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) und Nachtigallen (*Luscinia megarhynchos*) unter konstanter Fotoperiode stießen wir bei den Rotkehlchen auf einen interessanten Spezialfall, über den hier berichtet wird: Beschleunigung der Jahresperiodik bis zur Fortpflanzungsreife bereits im Dezember.

## 2. Material und Methodik

Am 30. Mai 1978 wurden 12 süddeutsche Rotkehlchen im Raum Pfullingen 3 Nestern mit je 4 Jungen im Alter von 6-7 Tagen entnommen, nachdem sie am 24. und 25.5. geschlüpft waren (Schlüpftag = Lebenstag 1). Die Vögel wurden in der Vogelwarte Radolfzell von Hand aufgezogen und zunächst unter natürlicher Fotoperiode gehalten. 10 wurden am 25. Juni in Einzelkäfige (Registrierkäfige, zur Erfassung der Zugaktivität) gesetzt, 2 wurden freigelassen. Am 7. Juli wurden die Vögel in einen konstanten Tag mit 12 Stunden Licht und 12 Stunden Dunkelheit übergeführt (Helligkeit tags 400, nachts 0,01 Lux). Sie wurden wöchentlich gewogen und je nach Mauserintensität 1-2 mal wöchentlich auf Mauser untersucht. Nachdem ein Weibchen am 12. Dezember 1978 begonnen hatte Eier zu legen, wurde bei allen Vögeln am 18.12. mittels Laparotomie (Berthold 1969 a) die Gonadengröße ermittelt. Dabei zeigte sich auch, dass die Versuchsgruppe aus 6 ♂ und 4 ♀ bestand. Methoden der Aufzucht, Haltung, Fütterung, Registrierung der Zugaktivität usw. entsprechen denen, die wir bei Mönchsgrasmücken (*Sylvia atricapilla*) anwenden; Näheres dazu siehe BERTHOLD (1970, 1972, 1990).

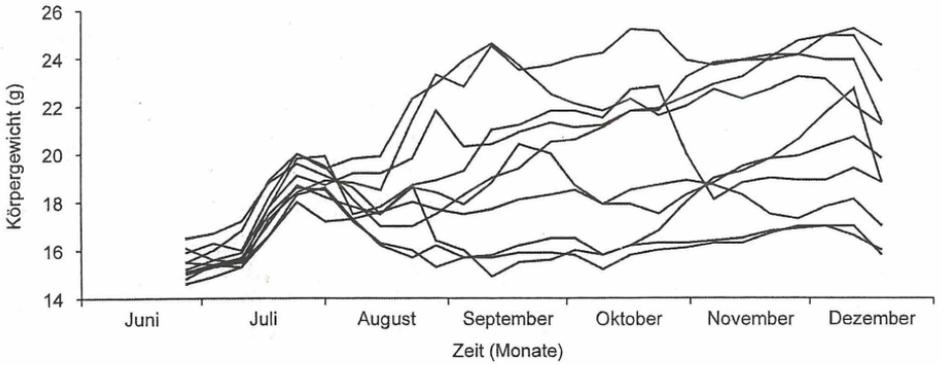


Abb. 1. Das jahreszeitliche Muster der Körpergewichte der Versuchsvögel von Mitte Juni bis Mitte Dezember.

Fig. 1. The seasonal pattern of body weights of the experimental birds from mid-June to mid-December.

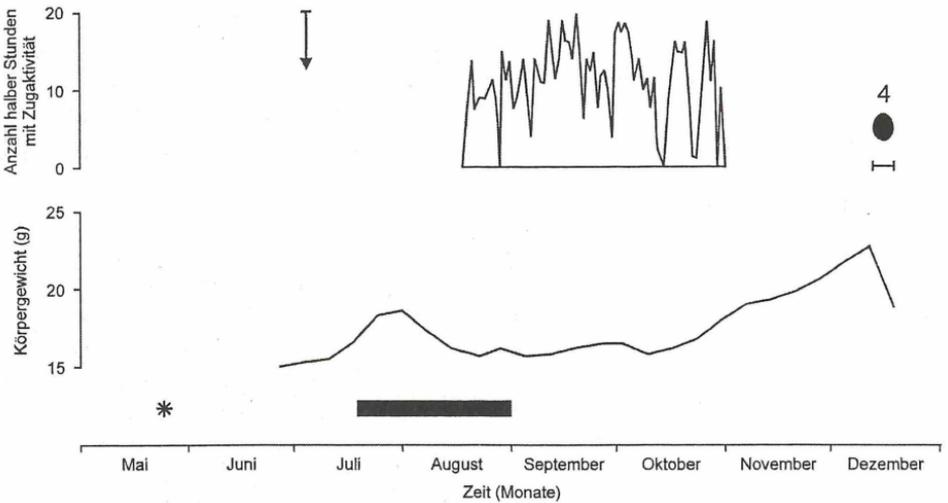


Abb. 2. Jahresperiodische Vorgänge eines Rotkehlchens (Versuchsvogel Nr. 9). Von unten nach oben – Stern: Schlüpfdatum, schwarzer Balken: Verlauf der Jugendmauser, lang gestreckte Kurve: Verlauf des Körpergewichts von Juni bis Dezember, darüber: Muster der Zugaktivität, rechts daneben: Zeitraum der Ablage von vier Eiern vom 12.-18. Dezember, Pfeil: Beginn der konstanten Versuchsbedingungen.

Fig. 2. Seasonal events in the life of a Robin (bird No. 9). From bottom to top – asterisk: hatching date, black bar: period of juvenile moult, long curve: variation in body weight from June to December, above it: pattern of migratory activity, and to the right of that: period during which four eggs were laid, December 12-18, arrow: onset of constant experimental conditions.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Kurzbeschreibung der Jahresperiodik süddeutscher Rottkehlchen in freier Natur

Rotkehlchen brüten von März bis August, mit einer Haupt-Schlüpfperiode von Mitte Mai bis Ende Juni; Wegzug hauptsächlich ab September, Überwinterung größtenteils im Mittelmeerraum, ein geringer Teil der teilziehenden Populationen überwintert im Brutgebiet oder in dessen Nähe; Heimzug ins Brutgebiet von Mitte Februar bis Ende April. Die Jugendmauser (Kleingefiedermauser) erstreckt sich von Mitte Juni bis September/Okttober, die Vollmauser der Altvögel von Juni bis August/September (HÖLZINGER 1999). Im Brutgebiet erleben die Vögel eine maximale Tageslichtdauer (bezogen auf die bürgerliche Dämmerung) von etwa 17,5 Stunden, im Winterquartier je nach Überwinterung im Mittelmeerraum oder im Brutgebiet von ca. 11 bzw. 9,5 Stunden. Aus früheren Gonadenuntersuchungen an über 50 frei lebenden Individuen (Berthold 1969 b und unveröffentlicht) läßt sich grob schematisch folgender Zyklus der Hodenlänge (des größeren Hoden) ableiten: Ruheshoden vom Ausfliegen bis Februar des darauffolgenden Jahres um 1 mm oder knapp darunter, bis Mitte März Anwachsen auf etwa 2 mm, bis Mitte April auf rund 5,5 mm, bis Ende Mai/Anfang Juni auf etwa 7 mm, danach Rückbildung, wobei bis September wieder Ruheshoden von etwa 1 mm Länge erreicht werden. Freie Spermien wurden ab Hodenlängen um 4,0 mm festgestellt.

#### 3.2. Daten jahresperiodischer Vorgänge der Versuchsvögel

Die Versuchsvögel begannen ihre Jugendmauser bald nach der Überführung in konstante Versuchsbedingungen am 12. Juli ( $\pm 4,1$  d) und beendeten sie am 6. September ( $\pm 11,4$  d). Die Zugaktivität (Zugunruhe) für den ersten Wegzug setzte im Mittel am 10. August ( $\pm 8,3$  d) ein und endete am 22. September ( $\pm 24,4$  d). Am 12. Dezember legte ein Versuchsvogel erstaunlicherweise ein Ei auf den Käfigboden, bis zum 18.12. 3 weitere Eier. Daraufhin wurde am 18.12. bei allen Versuchsvögeln mit Hilfe der Laparotomie die Gonadengröße bestimmt. Die maximalen Hodenlängen der 6 ♂ betrug 3 mal 4,5 mm sowie je einmal 4 mm, 2 mm und 1 mm, die Durchmesser der größten Oozyten der 4 ♀ 2,5 mm (beim ♀, das gelegt hatte) sowie 2 mm und 2 mal je etwa 1 mm. Die Körpergewichte streuten in ihrer Entwicklung bis zum Dezember erheblich und sind deshalb in Abb. 1 individuell dargestellt. Abb. 2 zeigt die untersuchten Vorgänge für den Vogel, der Eier gelegt hatte, in ihrer Beziehung zueinander.

### 4. Schlussfolgerungen, Diskussion der Ergebnisse

Das im Dezember Eier legende Weibchen zeigte an, dass unter den gewählten Versuchsbedingungen zumindest einer der erst im Mai geschlüpften und gerade einmal sieben Monate

alten Vögel Fortpflanzungsreife erlangt hatte. Die Laparotomie belegte dasselbe für 5 weitere Vögel – ein ♀ mit weit entwickelten Oozyten und 4 ♂ mit großen Hoden, die bereits Spermien gebildet haben dürften (s.o.). Für die übrigen Vögel ist anzunehmen, dass sie sich aufgrund der Gonadenmesswerte in deutlicher Entwicklung zur Brutreife befanden. Damit war mit dem gewählten 12-Stunden-Tag eine Tageslichtdauer getroffen worden, die offenbar kurz genug war, um die Fotorefraktärperiode des Winterhalbjahres zu beenden, aber auch lang genug, um die Jahresperiodik bis gegen Jahresende enorm zu beschleunigen.

Wie Abb. 2 zeigt, wurde nur ein (in sich recht geschlossenes) Muster an Zugaktivität entwickelt (was auch bei den anderen Vögeln der Fall war), das – sich von August bis Oktober erstreckend – die (im relativ kurzen 12-Stunden-Tag etwas früher als normal einsetzende) Wegzugperiode repräsentiert. Bei der danach rasanten Beschleunigung bis zur Brutreife im Dezember wurde offenbar der Heimzug völlig unterdrückt. Das schien auch bei früher in Süddeutschland in Außenvolieren gehaltenen Staren der Fall gewesen zu sein, die im Frühjahr vor den Vögeln im Freiland brüteten (BERTHOLD 1964). Auch die Körpergewichte (Abb. 1) ließen zwischen Ende der Wegzugperiode und der Brutreife keine periodischen Veränderungen erkennen. Damit stellt sich die Frage, ob Rotkehlchen überhaupt circannuale Rhythmik mit periodischen Mustern von Zugaktivität, Gonadengröße usw. besitzen oder ob sie eher überwiegend fotoperiodisch gesteuert werden. Nachdem wir jedoch endogene Jahresrhythmen der Mauser und des Körpergewichts nicht nur bei ausgeprägten Zugvögeln, sondern auch bei Kurzstrecken- und Teilziehern, Invasionsvögeln sowie Standvögeln höherer Breiten gefunden haben (BERTHOLD 1982), ist ihr Vorhandensein auch bei Rotkehlchen wahrscheinlich. Dafür spricht ebenfalls, dass auch bei Rotkehlchen der Teilzug genetisch gesteuert wird (BIEBACH 1983). Und schließlich gibt es aus Untersuchungen von MERKEL (1963) Hinweise darauf, dass im Kurz- und im Langtag gehaltene Rotkehlchen circannuale Periodik mit Periodenlängen von 15 bzw. 7 Monaten besitzen könnten; siehe dazu auch GWINNER (1986). Es wäre sicher spannend, in einer Serie von Versuchen zu testen: 1) unter welchen fotoperiodischen Bedingungen bei Rotkehlchen eventuell vollständige Muster endogener Jahresperiodik auftreten und 2), bei welchen Bedingungen es zur Unterdrückung einzelner Vorgänge kommt und was die bislang völlig unbekanntenen physiologischen Ursachen dafür sind.

Die hier behandelten Versuchsvögel wurden bereits mit etwa sieben Monaten brutreif. Dazu sind auch andere Arten höherer Breiten fähig – neben Fichtenkreuzschnäbeln (*Loxia curvirostra*), die vielleicht schon im Alter von wenigen Wochen brüten können (BERTHOLD & GWINNER 1972) – z.B. Mönchsgrasmücken. Mönchsgrasmücken der Kapverdischen Inseln haben zwei Gonadenzyklen pro Jahr mit Gonadenreife im Frühjahr sowie im Herbst zu den für sie typischen beiden Brutperioden. Während der zweiphasige Gonadenzyklus genetisch determiniert ist, beruht die schnell eintretende Brutreife von im Herbst (Oktober) geschlüpften Vögel bis zum Frühjahr (März/April) auf den besonderen fotoperiodischen Verhältnissen, die die Vögel nach dem Schlupf erfahren. Werden nämlich süddeutsche Mönchsgrasmücken unter simulierten fotoperiodischen Bedingungen gehalten, wie sie im

Herbst auf den Kapverden geschlüpfte Vögel erfahren, werden auch sie nach etwa 5-6 Monaten Brutreif. Im Gegensatz zu den hier behandelten Rotkehlchen durchlaufen sie dabei jedoch nicht nur die Jugendmauser, sondern auch ihre Winter-Kleingefiedermauser (BERTHOLD & QUERNER 1993). Für die Rotkehlchen bleibt somit, wie oben schon dargestellt, die spannende Frage, wieso bei Beschleunigung ihrer Jahresperiodik bestimmte Prozesse ausfallen, bei anderen Arten wie z.B. den Mönchsgrasmücken hingegen nicht.

## 5. Zusammenfassung

Süddeutsche Rotkehlchen, die von Hand aufgezogen und von Juli an in einem konstanten 12-Stunden-Tag (12 Stunden Licht, 12 Stunden Dunkelheit) gehalten wurden, kamen erstaunlicherweise bereits im Dezember in Brutreife. Die gewählte Tageslichtdauer war offenbar kurz genug, um die Fotorefraktärperiode des Winterhalbjahres zu beenden und aber auch lang genug, um die Jahresperiodik bis gegen Jahresende enorm zu beschleunigen. Dieser bislang einzigartige Fall wird in Bezug auf jahresperiodische Steuerungssysteme diskutiert.

## 6. Literatur

- BERTHOLD, P. (1964): Über den Fortpflanzungszyklus südwestdeutscher Starke (*Sturnus vulgaris*) und über bedingende Faktoren der Brutreife beim Star. Vogelwarte 22: 236-275. – BERTHOLD, P. (1969a): Die Laparotomie bei Vögeln. Zool. Garten 37: 271-279. – BERTHOLD, P. (1969b): Über Populationsunterschiede im Gonadenzyklus europäischer *Sturnus vulgaris*, *Fringilla coelebs*, *Erithacus rubecula* und *Phylloscopus collybita* und deren Ursachen. Zool. Jb. Syst. 96: 491-557. – BERTHOLD, P. (1972): Circannuale Periodik bei Grasmücken. I. Periodik des Körpergewichtes, der Mauser und der Nachtunruhe bei *Sylvia atricapilla* und *S. borin* unter verschiedenen konstanten Bedingungen. J. Ornithol. 113: 170-190. – BERTHOLD, P. (1974): Endogene Jahresperiodik. Innere Jahreskalender als Grundlage der jahreszeitlichen Orientierung bei Tieren und Pflanzen. Konstanzer Universitätsreden 69. Konstanz. – BERTHOLD, P. (1982): Endogene Grundlagen der Jahresperiodik von Standvögeln und wenig ausgeprägten Zugvögeln. J. Ornithol. 123: 1-17. – BERTHOLD, P. & E. GWINNER (1972): Frühe Geschlechtsreife beim Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostris*). Vogelwarte 26: 356-357. – BERTHOLD, P., E. GWINNER & H. KLEIN (1970): Vergleichende Untersuchung der Jugendentwicklung eines ausgeprägten Zugvogels, *Sylvia borin*, und eines weniger ausgeprägten Zugvogels, *S. atricapilla*. Vogelwarte 25: 297-331. – BERTHOLD, P. & U. QUERNER (1993): Genetic and photoperiodic control of an avian reproductive cycle. Experientia 49: 342-344. – BERTHOLD, P., U. QUERNER & R. SCHLENKER (1990): Die Mönchsgrasmücke. Neue Brehm-Bücherei Nr. 603. Wittenberg Lutherstadt. – BIEBACH, H. (1983): Genetic determination of partial migration in the European robin, *Erithacus rubecula*. Auk 100: 601-606. GWINNER, E. (1986): Circannual Rhythms. Berlin-Heidelberg. – GWINNER, E. (1996): Circadian and circannual programmes in avian migration. J. Exp. Biol. 199: 39-48. HÖLZINGER, J. (1999): Die Vögel Baden-Württembergs, Band 3.1: Singvögel 1. Stuttgart. MERKEL, R.W. (1963): Long-term effects of constant photoperiods on European robins and whitethroats. Proc. 13. Internat. Ornithol. Congr.: 950-959.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Berthold Peter

Artikel/Article: [Über Beziehungen der Jahresperiodik süddeutscher Rotkehlchen \(\*Erithacus rubeculä\*\) zur Fotoperiode 573-578](#)