

Aus dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie
Vogelwarte Radolfzell

Über die photoperiodische Synchronisation circannualer Rhythmen bei Grasmücken (*Sylvia*)¹⁾

Von Peter Berthold

1. Einleitung

Circannuale Rhythmen (endogene Jahresperiodik, „innere Jahreskalender“) als Grundlage jahresperiodischen Verhaltens sind inzwischen bei 12 Vogelarten nachgewiesen (Übersicht: BERTHOLD 1979). Über die Synchronisation dieser Rhythmen, die regelmäßig Periodenlängen von weniger als 12 Monaten aufweisen mit dem Kalenderjahr, liegt bei Vögeln bisher nur eine Untersuchung am Star *Sturnus vulgaris* vor: GWINNER (1977) konnte zeigen, daß sich bei dieser Art die endogenen Mauser- und Gonadenzyklen in einem weiten Mitnahmebereich (bis zu fünf Zyklen pro Jahr) durch die Photoperiode synchronisieren lassen. In der vorliegenden Arbeit wird die Synchronisation circannualer Rhythmen bei Grasmücken behandelt. Bei Garten- und Samtkopfgrasmücke *Sylvia borin* und *melanocephala* wurde geprüft, ob sich auch Vorgänge des Zuges, nämlich die nachgewiesenermaßen endogen gesteuerten Zyklen der Zugunruhe und der Fettdeposition (Übersicht: z. B. BERTHOLD 1974) durch die Photoperiode synchronisieren lassen.

2. Material und Methodik

Für die Versuche wurden 1976 5 SW-deutsche Gartengrasmücken im SW-deutschen Naturtag aufgezogen; 5 weitere wurden 1976 zu Beginn der Jugendmauser in SW-Deutschland gefangen. Alle 10 Vögel wurden im Naturtag gehalten und zunächst bis Februar 1977 zu Studien der Fettdeposition verwendet (BERTHOLD 1977). Ab März 1977 standen sie für den hier behandelten Synchronisationsversuch zur Verfügung. Dasselbe gilt für 8 S-französische Samtkopfgrasmücken, die 1976 im LD 10:14 aufgezogen und darin bis Februar 1977 zunächst zu Studien der Zugunruhe (unveröffentlicht) gehalten wurden. Ab März 1977 wurden diese Vögel zusammen mit den Gartengrasmücken 13 Monate lang in Lichtbedingungen gehalten, die die natürlichen der Breite von 47,5° N im Hinblick auf ihren sinusförmigen Verlauf simulierten, sich aber doppelt so schnell änderten, so daß die Vögel zwei Photoperiodezyklen während eines Jahres ausgesetzt waren (Abb. 1). Von den Versuchsvögeln wurden Mauser, Körpergewicht und Zugunruhe wie früher (BERTHOLD *et al.* 1970, 1972b) registriert. Es wurde geprüft, ob die Vögel in Mauser-, Körpergewichts- und Zugunruhezyklen der experimentell veränderten Photoperiode zu folgen vermögen und ihr normales Jahresperiodik-Muster (Abschn. 3) zweimal pro Jahr produzieren.

3. Das normale Jahresperiodik-Muster der Versuchsvögel

Unter natürlichen Bedingungen im Freileben und unter natürlichen, simulierten oder konstanten Lichtbedingungen im Laboratorium mausern Gartengrasmücken regelmäßig zweimal jährlich ihr Gefieder (postnuptiale Kleingefieder-, praenuptiale Vollmauser), ziehen zweimal jährlich bzw. werden zweimal im Jahr zugunruhig (während des Wegzugs im Sommer/Herbst und während des Heimzugs im Winter/Frühjahr) und erhöhen zweimal jährlich während der Zugzeiten ihr Körpergewicht stark (um nahezu 100 Prozent) infolge von umfangreicher Fettdeposition (z. B. BERTHOLD *et al.* 1970, 1972a, 1972b, KLEIN *et al.* 1973, BERTHOLD 1975, 1976a, b, 1977 und unveröffentlicht). Bei den untersuchten teilziehenden Samtkopfgrasmücken wandern die Zieher im Herbst/Winter ab und kehren im Frühjahr in die Brutgebiete zurück bzw. entwickeln entsprechend Zugunruhe. Regelmäßige mit dem Zug in Verbindung stehende Körpergewichtsänderungen treten bei diesen Kurzstreckenziehern nicht auf. Kleingefiedermauser geringer Intensität wird in fast allen Monaten des Jahres beobachtet; deutlich ausgeprägt ist eine jährliche Mauser (postnuptiale Vollmauser mit starker Kleingefiedermauser; z. B. BERTHOLD 1974).

¹⁾ 27. Mitteilung aus dem Grasmückenprogramm des Instituts.

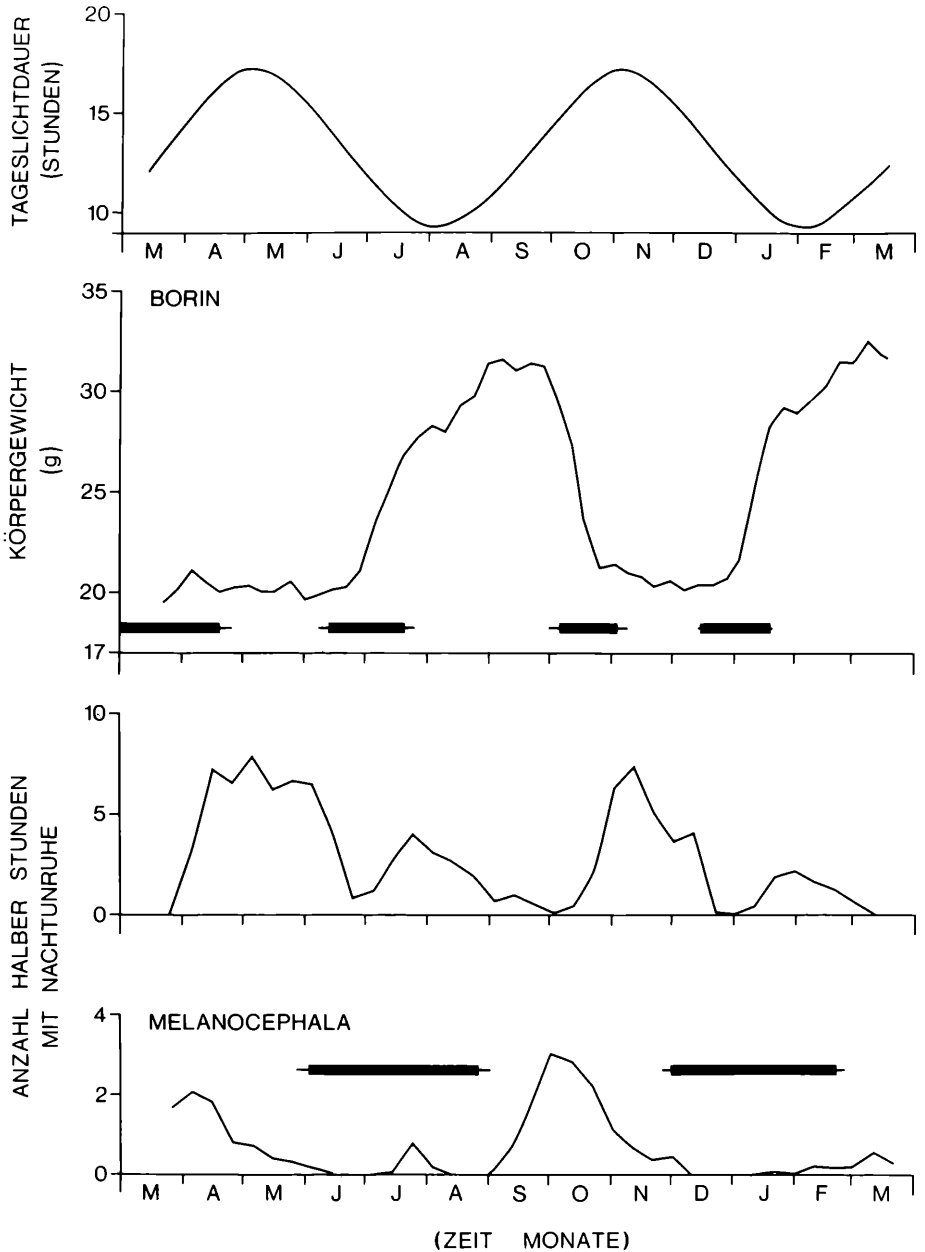


Abb. 1: Photoperiode (oben) und jahresperiodische Daten der Versuchsvögel im Synchronisationsversuch; Näheres s. Text. Schwarze Balken: Mauderdauer, mit mittlerem Fehler des Mittelwertes. — Fig. 1: photoperiod (above) and data of processes with annual periodicity of the experimental birds in the synchronization experiment; for details s. text. Black bars: duration of molt, with standard errors of means.

4. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, mausernten die Gartengrasmücken viermal innerhalb des Versuchsjahres, die Samtkopfgrasmücken zweimal. Wie beim normalen Jahresperiodik-Muster entwickelten beide Arten zwischen den Mauserzeiten Zugunruhe (die Samtkopfgrasmücken in einem Fall auch während der zweiten Hälfte einer — der ersten — Mauserperiode), so daß beide Arten viermal im Versuchsjahr Zugunruhe produzierten. Soweit sind beide Arten dem experimentellen Photoperiode-Muster gefolgt: Verdoppelung des Photoperiodezyklus bewirkte eine Verdoppelung der normalen Mauser- und Zugunruhefrequenz. Die endogen gesteuerten Mauser- und Zugunruhezyklen ließen sich somit durch die gebotene Photoperiode synchronisieren; die Photoperiode ist damit Zeitgeber für sie.

Ganz anders verhielt es sich mit dem Körpergewicht der Gartengrasmücken: Ungeachtet der veränderten Photoperiode kam es bei den Versuchsvögeln innerhalb des Versuchsjahres nur zu zwei Fettdepositionen; d.h., der Körpergewichtszyklus verlief somit wie unter natürlicher Photoperiode. Daraus ist verschiedenes zu schließen. Erstens: Der Körpergewichtszyklus kann von der gebotenen Photoperiode offenbar — wenn überhaupt — dann nur im Verhältnis 1:2 synchronisiert werden. Sein Mitnahmebereich ist demnach als kleiner anzunehmen als der der Mauser- und Zugunruhe-Rhythmik. Er läßt sich vielleicht nur von Photoperiodezyklen im Verhältnis 1:1 synchronisieren, deren Periodenlängen näher bei einem Jahr liegen. Das sollte in einem weiteren Versuch geklärt werden. Zweitens: Die drei jahresperiodischen Prozesse Mauser, Zugunruhe und Fettdeposition können nach den Versuchsergebnissen an den Gartengrasmücken auch dann auftreten, wenn ihre Zyklen mit verschiedener Frequenz ablaufen und die normalerweise unter natürlichen Bedingungen zu beobachtenden zeitlichen Beziehungen untereinander zum Teil vollständig verloren gehen. Das ist besonders bei Zugunruhe und Fettdeposition der Fall: Während unter natürlichen Bedingungen Zugunruhe dann auftritt, wenn das Körpergewicht durch Depotfett stark erhöht ist, entwickelten die Versuchstiere im hier behandelten Fall auch zu solchen Zeiten Zugunruhe, in denen das Körpergewicht noch nicht erhöht war. Ferner beendeten sie ihre Zugunruhe auch bei Beginn der Fettdeposition und begannen selbst dann wieder welche zu entwickeln, als das Gewicht gerade wieder abfiel. Die Beziehungen zwischen Mauser und Zugunruhe sowie zwischen Mauser und Fettdeposition waren weniger abweichend: Wie auch unter natürlichen Bedingungen mausernten die Vögel im wesentlichen außerhalb der Zugunruheperioden und nicht während starker Körpergewichtserhöhungen. Was die Anlagerung von Depotfett und die Entwicklung von Zugunruhe anbelangt, so macht der hier behandelte Versuch noch mehr als vorangehende (z. B. BERTHOLD 1976b) deutlich, daß beide Vorgänge weitgehend unabhängig voneinander ablaufen können.

Bei den Gartengrasmücken, die unmittelbar vor dem hier behandelten Versuch unter natürlichen photoperiodischen Bedingungen gehalten und untersucht wurden (Abschn. 2), lassen sich die Phasenbeziehungen zwischen den untersuchten Rhythmen und den beiden Zeitgeberbedingungen normale Photoperiode — Periodenlänge 12 Monate — und veränderte Photoperiode — Periodenlänge 6 Monate — vergleichen. Wird die Periodenlänge des Zeitgebers gleich 360° gesetzt und die Differenz zwischen dem kürzesten Tag und dem Beginn der Mauser in Winkelgraden ermittelt, so ergeben sich folgende Werte:

Sommermauser: — $50,3^\circ$ bzw. — 120°

Wintermauser: — $170,6^\circ$ bzw. — 257°

Die Werte zeigen, daß die Mausern bei kleinerer Zeitgeberperiode relativ verspätet auftreten. Dieses stärkere Nachhinken in der Phasenlage entspricht Voraussagen der allgemeinen Oszillator-Theorie (z. B. GWINNER 1977) und unterstreicht, daß es sich bei den beschriebenen Vorgängen um Synchronisationen endogener Rhythmen handelt.

5. Zusammenfassung

1. Bei Garten- und Samtkopfgrasmücken wurde geprüft, ob sich Zugvorgänge wie die endogen gesteuerten Rhythmen der Fettdeposition und der Zugunruheproduktion sowie die Mauser durch die Photoperiode synchronisieren lassen.
2. Beide Arten folgten einer künstlichen Photoperiode mit nur sechs Monaten Periodenlänge (zwei Photoperiodezyklen/Jahr) sowohl in der Zugunruheproduktion als auch in der Mauser durch Verdop-

pelung des normalen Jahresperiodik-Musters innerhalb eines Versuchsjahres. Für beide Vorgänge ist die Photoperiode somit Zeitgeber.

3. Die Fettdeposition der Gartengrasmücke ließ sich nicht mit der gewählten experimentellen Photoperiode synchronisieren, sondern lief mit normaler Frequenz ab. Dadurch kam es zur Entwicklung von Zugunruhe auch vor und nach der Anlagerung von Depotfett, was beweist, daß beide Vorgänge weitgehend unabhängig voneinander ablaufen können.
4. Unter der experimentell verkürzten Photoperiode traten die untersuchten Vorgänge relativ später auf, was Voraussagen der allgemeinen Oszillator-Theorie entspricht.

6. Summary

On the photoperiodic synchronization of circannual rhythms in warblers (*Sylvia*)²⁾

1. In garden and Sardinian warblers it has been tested as to whether the endogenously controlled rhythms of molt, fat deposition and migratory restlessness can be synchronized by the photoperiod.
2. In the production of migratory restlessness as well as in the molt both species followed an artificial photoperiod with a period length of six months only (two cycles per year) and doubled their normal annual patterns within the experimental year. Hence, photoperiod is a Zeitgeber for both events.
3. Fat deposition in the garden warbler could not be synchronized with the experimental photoperiod, but occurred with normal frequency. Thus migratory restlessness was also developed before and after the period of fat deposition indicating that both events can be largely independent of each other.
4. Under the experimentally shortened photoperiod the investigated events occurred relatively late. This is in agreement with predictions derived from general oscillator theory.

7. Literatur

Berthold, P. (1974): Endogene Jahresperiodik — Innere Jahreskalender als Grundlage der jahreszeitlichen Orientierung bei Tieren und Pflanzen. Konstanzer Universitätsreden Nr. 69. Universitätsverlag, Konstanz. ● Ders. (1975): Migratory fattening: endogenous control and interaction with migratory activity. *Naturwiss.* 62: 399. ● Ders. (1976a): Animalische und vegetabilische Ernährung omnivorer Singvogelarten: Nahrungsbevorzugung, Jahresperiodik der Nahrungswahl, physiologische und ökologische Bedeutung. *J. Orn.* 117: 145—209. ● Ders. (1976b): Über den Einfluß der Fettdeposition auf die Zugunruhe bei der Gartengrasmücke *Sylvia borin*. *Vogelwarte* 28: 263—266. ● Ders. (1977): Über die Entwicklung von Zugunruhe bei der Gartengrasmücke (*Sylvia borin*) bei veränderter Fettdeposition. *Vogelwarte* 29: 113—116. ● Ders. (1979): Die endogene Steuerung der Jahresperiodik: Eine kurze Übersicht. *Proc. XVII Internat. Orn. Congr., Berlin, 1978* (im Druck). ● 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. ● Dies. (1972a): Circannuale Periodik bei Grasmücken I. Periodik des Körpergewichtes, der Mauser und der Nachtunruhe bei *Sylvia atricapilla* und *S. borin* unter verschiedenen konstanten Bedingungen. *J. Orn.* 113: 170—190. ● Berthold, P., E. Gwinner, H. Klein & P. Westrich (1972b): Beziehungen zwischen Zugunruhe und Zugablauf bei Garten- und Mönchsgrasmücke (*Sylvia borin* und *S. atricapilla*). *Z. Tierpsychol.* 30: 26—35. ● Gwinner, E. (1977): Photoperiodic synchronization of circannual rhythms in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Naturwiss.* 64: 44—45. ● Klein, H., P. Berthold & E. Gwinner (1973): Der Zug europäischer Garten- und Mönchsgrasmücken (*Sylvia borin* und *S. atricapilla*). *Vogelwarte* 27: 73—134.

Anschrift des Verfassers: Vogelwarte Radolfzell, Schloß, D-7760 Radolfzell 16

²⁾ 27th paper of the warbler program of the institute.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [30_1979](#)

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

Artikel/Article: [Über die photoperiodische Synchronisation circannualer Rhythmen bei Grasmücken \(Sylvia\) 7-10](#)