

Über die Gonadenentwicklung des Stars (*Sturnus vulgaris*) in Abhängigkeit von seinem Zugverhalten

Der Gonadenzyklus von Star-♂♂ wird in der Hauptsache photoperiodisch gesteuert¹, wie der vieler anderer Vogelarten höherer geographischer Breiten²⁻⁷. Daneben spielen in weit geringerem Masse klimatische und psychische Faktoren eine Rolle^{8,9}. Nun zeigen aber verschiedene europäische Starpopulationen wesentliche Unterschiede in ihren Gonadenzyklen^{9,10}, die sich nicht durch oben genannte Faktoren erklären lassen. Frühere Untersuchungen führten vielmehr zu der Hypothese, dass das unterschiedliche Zugverhalten der einzelnen Populationen die Zyklusunterschiede bedingt: Nichtziehen bzw. frühes Ziehen hat einen frühen, spätes Ziehen einen späten Zyklusablauf zur Folge. Mit folgendem Versuch, in dem das Gonadenwachstum im Brutgebiet festgehaltener, nicht ziehender Stare verfolgt wurde, sollte die Hypothese geprüft werden.

Methode. Anfang September 1966 wurden 25 nach Gefiedermerkmalen mindestens 2jährige Altstare an einem Schlafplatz bei Tübingen gefangen. Dabei handelte es sich – zumindest ganz überwiegend – um südwestdeutsche Vögel, da sich die Altstare östlicher und nördlicher Populationen zu dieser Zeit (Beginn der Herbstbalz) noch grösstenteils in ihrer Brutheimat befinden¹¹, ganz im Gegensatz zu Einjahresstaren, die sich stark am Zwischenzug der Jungstare beteiligen¹¹. Die Vögel wurden in zwei Gruppen (12 ♂♂, 7 ♀♀ und 3 ♂♂, 3 ♀♀) in zwei 21 bzw. 10 m² grossen und 2 m hohen Volieren im Freien unter natürlicher Photoperiode und natürlichen klimatischen Bedingungen bis Ende Februar 1967 in Stuttgart gehalten. Sie konnten sich so nicht am Herbst- und Frühjahrszug der südwestdeutschen Stare, die ausschliesslich ziehen, beteiligen. Als Futter diente eine Mischung von etwa 30% gemahlenen Eintagsküken, 30% Quark, 30% Kleie, Haferflocken, käuflichem Mischfutter für Weichfresser und 10% Obst und Beeren. Die Mischung wurde mit Vitamintropfen in physiologischer Dosis angereichert. Jeweils am Monatsende wurden bei 5 ♂♂ der 1. Gruppe mittels Laparotomie Länge und Breite des linken (bei jeweils 1-2 ♂♂ auch des rechten) Hodens gemessen und das Gesamthodenvolumen berechnet¹⁰. Drei ♂♂ dienten als Kontrollvögel und wurden nie laparotomiert. Ende Februar, zur Zeit der Ankunft der freilebenden Stare, wurden 8 ♂♂ der 1. Gruppe (5 Versuchs- und die 3 Kontrollvögel) getötet, ihre Gonaden vermessen und histologisch untersucht. Die gewonnenen Ergebnisse wurden verglichen mit den Werten von bei Radolfzell und Stuttgart gesammelten freilebenden Staren und mit den Werten britischer, nicht ziehender Stare (nach BULLOUGH⁸). Die 3 Paare der 2. Gruppe blieben unbeheiligt, an ihnen sollte der Brutbeginn unter den Versuchsbedingungen ermittelt werden.

Zur Laparotomie sei bemerkt: Beiderseitige Laparotomie hemmt die Stare – zumindest am ersten Tage – stark in ihren Bewegungen, da sie infolge des Eingriffs beide Oberschenkel fest an den Körper angewinkelt halten, um die Schnittwunden zu schützen und schmerzhafte Bewegungen zu vermeiden. Daher empfiehlt es sich, möglichst nur einseitig zu laparotomieren, so dass die Vögel ein Bein frei beweglich behalten. Dennoch erlauben die so gewonnenen Messwerte eines Hodens einen Vergleich mit Angaben des Gesamt-Hodenvolumens, nämlich durch Berechnung der Grösse des zweiten Hodens: Bekanntlich ist der linke Hoden beim Star – wie bei den meisten Vogelarten – fast ausnahmslos grösser als der rechte^{9,12}. Das Verhältnis der beiden Hoden zueinander

ist nun, unabhängig von der jahreszeitlich stark wechselnden Grösse des Gesamt-Hodenvolumens, recht konstant und weist eine nur geringe Streuung auf. Das zeigte eine Untersuchung an 100 erlegten südwestdeutschen Staren, verteilt auf 8 Monate (Tabelle I). Somit ist es beim Star möglich, bei nur einseitiger Laparotomie und Messung von nur einem Hoden den anderen zu berechnen.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen (Tabelle II, Figur): (1) Das Gonadenwachstum der südwestdeutschen Versuchsstar-♂♂ verlief von September 1966 bis Ende Februar 1967 sehr ähnlich dem der unter natürlichen Bedingungen nicht ziehenden britischen Stare. (2) Ende Februar besass die Versuchsvögel mehr als 13mal so grosse Hoden wie die freilebenden südwestdeutschen Stare (der Unterschied ist signifikant: $t = 6,76$, $p < 0,001$). Freilebende südwestdeutsche Stare erreichen eine entsprechende Hodengrösse erst reichlich 3 Wochen später (nach Mitte März). (3) Die histologische Gonadenuntersuchung ergab, dass Ende Februar 7 Versuchsvögel bereits Spermatozoen gebildet hatten, ein weiterer Spermiden. Bei britischen Staren treten erste Spermien ebenfalls Ende Februar auf, bei freilebenden südwestdeutschen Staren (auf Grund 4jähriger Untersu-

Tabelle I. Grössenverhältnis der beiden Hoden südwestdeutscher Stare (nach Messung beider Hoden an erlegten Vögeln)

Zeit	n	Durchschnittliches Gesamthodenvolumen in mm ³	Rechter Hoden: linker Hoden	σ_x
Sept.	1. Hälfte	4	7,9	0,86
	2. Hälfte	–	–	± 0,091
Okt.	1. Hälfte	–	–	–
	2. Hälfte	6	7,8	0,88
Febr.	1. Hälfte	–	–	–
	2. Hälfte	10	28,7	0,83
März	1. Hälfte	10	56,5	0,87
	2. Hälfte	10	639,3	0,88
April	1. Hälfte	10	862,2	0,87
	2. Hälfte	10	1395,8	0,86
Mai	1. Hälfte	10	1586,8	0,88
	2. Hälfte	10	1332,5	0,86
Juni	1. Hälfte	5	350,6	0,91
	2. Hälfte	10	22,3	0,87
Juli	1. Hälfte	5	10,1	0,83
	2. Hälfte	–	–	± 0,129
Mittelwert	100	–	0,87	± 0,096

¹ J. W. BURGER, Wilson Bull. 61, 211 (1949).

² J. ASCHOFF, Studium gen. 8, 742 (1955).

³ D. S. FARNER, Am. Scient. 52, 137 (1964).

⁴ D. S. FARNER, Biol. Rundschau 4, 228 (1966).

⁵ D. S. FARNER und A. C. WILSON, Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole 113, 254 (1957).

⁶ K. IMMELMANN, Studium gen. 20, 15 (1967).

⁷ A. J. MARSHALL, *Biology and Comparative Physiology of Birds* (Academic Press, New York und London 1961), vol. 2.

⁸ J. W. BURGER, J. exp. Zool. 124, 227 (1953).

⁹ W. S. BULLOUGH, Phil. Trans. R. Soc. B, 231, 165 (1946).

¹⁰ P. BERTHOLD, Vogelwarte 22, 236 (1964).

¹¹ E. SCHÜZ, Vogelzug 13, 99 (1942).

¹² E. STRESEMANN, Aves, in *Handbuch der Zoologie von Kükenthal* (W. de Gruyter, Berlin und Leipzig 1927-34).

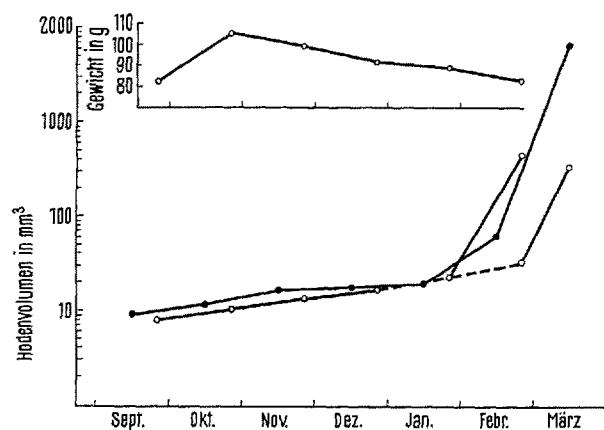
chungen) erst ab 17. März; Ende Februar besitzen sie erst Spermatozyten 1. Ordnung. (4) Die Käfigstare begannen bereits am 10. April mit der Eiablage, die freilebenden erst am 20. April. Demnach war auch der Gonadenzyklus der Versuchsstar-♀ gegenüber freilebenden Vögeln verfrüht. In früheren Versuchen¹³ war das noch viel mehr der Fall. (5) Es ergaben sich keinerlei Hinweise dafür, dass die Laparotomie die Gonadenentwicklung der Versuchsstare beeinträchtigt hätte.

Die Ergebnisse zeigen, dass die südwestdeutschen Versuchsstare gegenüber freilebenden Vögeln ihren Gonadenzyklus erheblich verfrüht haben, auch brüteten sie früher. Sie haben ihren Zyklus – bei Wegfall von Herbst- und Frühjahrszug – dem britischer Stare angeglichen, die auch – und zwar unter natürlichen Bedingungen – nicht ziehen. Dabei waren die Versuchsvögel zur Zeit ihres starken Gonadenwachstums (ab Ende Januar) in Stuttgart ($48^{\circ} 46' N$) einer Photoperiode ausgesetzt, die etwa

Tabelle II. Hodenvolumina südwestdeutscher Versuchs-Stare bei Wegfall von Herbst- und Frühjahrszug und freilebender Stare.

	Zeit	n	Durchschnittliches Gesamthodenvolumen in mm ³	σ_x
Versuchs-vögel	Sept.	10	8,0	$\pm 1,62$
	Okt.	5	10,4	$\pm 2,50$
	Nov.	5	13,3	$\pm 3,17$
	Dez.	5	16,2	$\pm 1,50$
	Jan.	5	22,9	$\pm 2,49$
	Febr.	5	472,7	$\pm 130,38$
Kontroll-Vögel	Febr.	3	412,2	$\pm 65,43$
Freilebende Vögel	Febr.	7	33,1	$\pm 7,61$
	März	19	332,9	$\pm 134,32$

Zeile 1-5: Werte von laparotomierten Vögeln, Zeile 6-9: Werte von getöteten, beziehungsweise erlegten Vögeln.



Hodenvolumina britischer Stare (ausgefüllte Kreise) nach BULLOUGH⁹, südwestdeutscher Stare bei Wegfall von Herbst- und Frühjahrszug (leere Kreise) und südwestdeutscher freilebender Stare (die beiden leeren Kreise rechts der gestrichelten Linie). Die gestrichelte Linie deutet die teilweise Gonadenentwicklung südwestdeutscher Stare im Winterquartier bzw. auf dem Frühjahrszug an. Die obere Kurve gibt die Gewichte der südwestdeutschen Versuchsvögel wieder.

$\frac{1}{2}$ h kürzer war als die, die auf südwestdeutsche Stare in deren südeuropäischen und nordafrikanischen Winterquartieren (um $35-40^{\circ} N$) einwirkte. Daraus lässt sich schliessen, dass die Unterschiede im Gonadenzyklus von Population zu Population beim Star ganz offenbar nicht (wie das beim Buchfink, *Fringilla coelebs*, und bei *Leucosticte* – Formen der Fall ist^{14,15}) von unterschiedlicher Reaktion der einzelnen Populationen auf die Photoperiode abhängen. Es wäre möglich, dass gerade die kürzere Photoperiode, unter der die Versuchsvögel ab 23. September, besonders aber im zeitigen Frühjahr lebten, deren relativ starkes Gonadenwachstum bedingte, nämlich derart, dass dadurch die Refraktärperiode der Versuchsvögel früher endete¹⁶. Dagegen spricht jedoch, dass die Refraktärperiode beim Star schon im Spätherbst (bald nach Versuchsbeginn) endet¹. Vielmehr weisen die Ergebnisse auf einen Zusammenhang zwischen dem unterschiedlichen Zugverhalten verschiedener europäischer Starpopulationen und ihrer Gonadenentwicklung hin. Ein entsprechender Zusammenhang wurde früher für die Brutreife von Einjahresstaren gefunden¹⁰. Und zwar haben offenbar Nichtziehen, beziehungsweise frühes Ziehen und frühe Rückkehr ins Brutgebiet einen frühen Gonadenzyklus (und viele brütende Einjahresstare), spätes Ziehen und späte Rückkehr ins Brutgebiet einen späten Zyklus (und wenig brütende Einjahresstare) zur Folge. Für diese Deutung sprechen die Beobachtungen, dass die britischen, nicht ziehenden Stare den frühesten Gonadenzyklus aufweisen⁹, die südwestdeutschen hingegen – obwohl südlicher lebend, aber ziehend! – einen späteren¹⁰, die finnischen (soweit bekannt) als am spätesten ziehende Population den spätesten (in Ausarbeitung). Die Frage nach den unmittelbar steuernden Faktoren eines Zusammenhangs von Gonadenzyklus und Zug bleibt vorläufig offen. Denkbar sind: (a) Eine Hemmwirkung der Zugdisposition auf die Gonadenentwicklung, (b) ein Nachwirken der physiologischen Belastung durch den Herbstzug (der Frühjahrszug wirkt sich in dieser Hinsicht nicht entscheidend aus, da eine Verzögerung des Gonadenzyklus z.B. bei nordosteuropäischen Staren bereits vor deren Abzug aus dem Winterquartier in England zu beobachten ist⁹), (c) das Fehlen eines Stimulus, solange das Brutgebiet nicht erreicht ist, (d) ein Zusammenwirken mehrerer Faktoren. Beobachtungen am Buchfinken, *F. coelebs*, deuten darauf hin, dass das «Im-Brut-Biotop-Sein» möglicherweise einen wesentlichen Faktor für die Gonadenentwicklung darstellt. Die Zusammenhänge werden in weiteren Untersuchungen verfolgt¹⁷.

Summary. Starlings kept in outdoor aviaries and therefore not migrating in autumn and spring showed a significantly premature gonadal cycle compared with migrating birds of their population. A possible relationship between gonadal development and migration is discussed.

P. BERTHOLD

Vogelwarte Radolfzell am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie und Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart (Deutschland), 13. Juni 1967.

¹³ W. RÜPPELL und W. SCHEIN, Vogelzug 12, 49 (1941).

¹⁴ V. R. DOLNIK, Dokl. Akad. Nauk. SSSR 149, 191 (1963).

¹⁵ J. R. KING, Physiol. Zoöl. 38, 49 (1965).

¹⁶ A. WOLFSON, Adv. Neurophysiol. 12, 402 (1963).

¹⁷ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei gedankt, dass sie durch ihre Unterstützung die Durchführung der Untersuchungen ermöglichte.