

DIE VOGELWARTE

BERICHTE AUS DEM ARBEITSGEBIET DER VOGELWARTEN

Fortsetzung von: DER VOGELZUG, Berichte über Vogelzugforschung und Vogelberingung

BAND 19

HEFT 4

DEZEMBER 1958

Der Jahreszyklus des Zugvogels und seine Synchronisierung mit dem Jahreszyklus der Umwelt

Verhandlungen auf dem XII. Internationalen Ornithologischen Kongreß

Von Hans Schildmacher

(Vogelwarte Hiddensee, Abteilung der Biologischen Forschungsanstalt)

Der XII. Internationale Ornithologische Kongreß war für die Probleme des Jahreszyklus und seiner photoperiodischen Steuerung beim Zugvogel von besonderer Bedeutung insofern, als die gegenwärtigen Bearbeiter dieses Fragenkomplexes nahezu vollzählig zusammentrafen und die Gelegenheit wahrnahmen, in einer Reihe von Referaten über ihre neuen Ergebnisse zu berichten und auch in zahlreichen persönlichen Aussprachen und in einem internen Kolloquium ihre Meinungen auszutauschen, wobei sich eine erfreuliche Übereinstimmung in allen wesentlichen Punkten ergab. So ist ein Bericht über diese Verhandlungen geeignet, einen Überblick über den gegenwärtigen Stand dieser Forschungsrichtung zu geben.

Folgende Vorträge bezogen sich auf das zu besprechende Gebiet: D. S. FARNER, Metabolic adaptations in migration — FR. W. MERKEL, Zur Physiologie der Zugruhe nächtlich ziehender Kleinvögel: eine Arbeitshypothese — A. H. MILLER, Adaptation of breeding schedule to latitude — E. P. ODUM, Lipid deposition in nocturnal migrant birds — H. SCHILDMACHER, Über Hemmung der Mauser auslösenden Wirkung des Thyroxins durch Testosteronpropionat bei *C. chloris* — A. WOLFSON, Role of light and darkness in the regulation of the annual stimulus for spring migration and reproductive cycles. — Über die Vorträge, die den Vogelzug betrafen, sind die Kurzberichte hier Seite 212—216 aus den Abstracts of papers abgedruckt. An einem speziellen Kolloquium nahmen teil die Herren Professor ASCHOFF, Professor FARNER, Dr. FRANK, Dr. MERKEL, Dr. RAUTENBERG, Dr. SAUER, Professor SCHILDMACHER, Dr. WALLGREN und Professor WOLFSON.

Die physiologischen und die von ihnen geführten bzw. ermöglichten biologischen Ereignisse im Jahresablauf des Zugvogels verlaufen in einem Jahreszyklus, in einer festliegenden Reihenfolge, die allenfalls durch grobe Eingriffe geändert werden kann (z. B. künstliche Mauser durch Verabreichung von Thyroxin). A. WOLFSON zeigte überzeugend, daß es zweckmäßig ist, als Anfangspunkt dieser Reihenfolge die herbstliche „Vorbereitungsphase“ zu wählen, die mit dem Herbstzuge zusammenfallen kann und bei den untersuchten Arten in der ersten Novemberhälfte endet. Sie ist bekannt unter der Bezeichnung „Refraktärphase“. In dieser Phase spricht die Keimdrüse nicht auf künstliche Verlängerung der täglichen Helligkeitsdauer an, und zwar ist, wie H. SCHILDMACHER zeigte, nicht die Keimdrüse selbst refraktär, sondern die Hypophyse bzw. die ihr vorgeordneten nervösen Zentren, mit größter Wahrscheinlichkeit die des Hypothalamus, da zu dieser Zeit die Keimdrüse durch künstliche Zufuhr von Reifungshormon aktiviert werden kann.

Nach Beendigung der Vorbereitungsphase, also von Mitte November ab, ist der gesamte Fortpflanzungsapparat — von den leitenden nervösen Zentren über den Hypophysenvorderlappen bis zur Keimdrüse — entwicklungsbereit. Er beginnt jedoch mit der Reifung erst im Frühjahr, sicherlich vor Beginn des Heimzuges. In dieser Zeit folgt eine rapide Vergrößerung und Reifung der Keimdrüse, die bei der

Ankunft in der Brutheimat nahezu oder völlig aktivitätsreif ist. Währenddessen zeigt auch die Schilddrüse, die im Winter, praktisch seit der Vorbereitungsphase des Geschlechtsapparates, sich überwiegend im Speicherzustande befand (soweit nicht etwa Kältereize vorübergehende Ausschüttungen provozierten), eine leichte Aktivität, die sich steigert, wenn die Keimdrüse ihre volle Aktivität erreicht hat. Der Ruhestoffwechsel (= Umsatz des nachts völlig ruhenden Vogels bei etwa 20° C) ist im Herbst niedrig, im Winter kaum erhöht und auch im Frühjahr wieder niedrig; es tritt aber im Frühjahr noch eine Steigerung des Nahrungsverbrauches hinzu, und beides, zusammen mit einer entsprechenden Einstellung des intermediären Stoffwechsels, bewirkt den für den Zugvogel charakteristischen Fettanbau vor Beginn des Heimzuges und die Fähigkeit, auf dem Heimzuge Fettverluste schnell wieder zu ersetzen. A. WOLFSON und W. RAUTENBERG haben gezeigt, daß diese vernale Fettanlagerung nur beim Zugvogel erfolgt, nicht aber beim Standvogel, bei dem sie mindestens zum Teil durch den früheren Eintritt der Fortpflanzung verhindert wird, bei dem aber wahrscheinlich auch die entsprechende Einstellung des intermediären Stoffwechsels mehr oder weniger wegfällt. SCHILDMACHER und STEUBING konnten die vernale Fettanlagerung beim Zugvogel vorzeitig einleiten durch künstliche Aktivierung des Geschlechtsapparates, durch Reifungshormon des Hypophysenvorderlappens und durch Testosteron. SCHILDMACHER und RAUTENBERG zeigten, daß auch durch geringe Zufuhr des in größerer Menge fettkatabolen Thyroxins Fettanabolie erreicht werden kann: Es ist also die heranreifende Keimdrüse und wahrscheinlich zugleich die leicht aktive Schilddrüse, die das hormonale Milieu für den vernalen Fettansatz und die „Zugdisposition“ schaffen. Eine Beteiligung weiterer Organe ist nicht ausgeschlossen.

Sobald die Keimdrüse ihre volle Aktivität erreicht und zugleich die Schilddrüse eine stärkere Ausschüttung zeigt, steigt der Ruheumsatz, und der Vogel magert ab.

Wir wissen nun, daß die Mauser durch eine Ausschüttung der Schilddrüse ausgelöst wird, und können durch künstliche Zufuhr von Thyroxin (wenigstens 0,2 bis 0,25 mg je Tag intramuskulär bei etwa 25 g schweren Finken [*Fringilla coelebs*, *F. montifringilla* oder *C. chloris*]) jederzeit eine starke Mauser auslösen, die annähernd in normaler Reihenfolge verläuft. Es ist deshalb zu fragen, weshalb die Schilddrüsenausschüttung während der Keimdrüsenaktivität im Frühjahr keine Mauser auslöst. H. SCHILDMACHER zeigte nun, daß gleichzeitige Anwesenheit von Testosteronpropionat bei beiden Geschlechtern bzw. von Dienöstroldiazetat bei ♀♀ von *C. chloris* die Wirkung zugeführten Thyroxins bzw. einer Schilddrüsenausschüttung hinsichtlich der Mauser hemmen oder sogar verhindern. Demnach erfolgt also während der Fortpflanzung trotz aktiver Schilddrüse keine Mauser, weil diese durch das reichlich vorhandene Keimdrüsenhormon verhindert wird. Freilich sind nahezu alle bisherigen Untersuchungen über den Jahreszyklus der Schilddrüse und die Mauserauslösung an Körnerfressern gemacht worden. Beim Fleisch- bzw. Insektenfresser scheinen die Dinge etwas anders zu liegen. Dies könnte eine Erklärung für Beobachtungen R. VERHEYENS sein, der bei Kuckucken des äquatorialen Afrika mausernde Stücke mit aktiven Keimdrüsen fand. Es liegen auch noch keine Untersuchungen vor über den Jahreszyklus der Schilddrüse solcher Vögel, deren Vollmauser im Winterquartier erfolgt.

Auf die Keimdrüsenaktivität folgt die Regressionsphase, in der die Keimdrüse schnell in den Ruhezustand übergeht. Bei vielen Arten erfolgt nun nach einer Erholungsphase der Schilddrüse eine neue starke Ausschüttung, die in Versuchen SCHILDMACHERS bei *Ph. phoenicurus* den Ruheumsatz um 45% steigerte und die für die Auslösung der Spätsommermauser mit größter Wahrscheinlichkeit verantwortlich ist. Noch während der Mauser sinkt der Umsatz auf den niedrigen Herbstwert, die Keimdrüse geht in die Vorbereitungsphase (Refraktärphase) über, und

auch die Schilddrüse wird zur Speicherdrüse. Die katabolen Prozesse sind also weitgehend ausgeschaltet, und dies dürfte die wesentliche Ursache der starken herbstlichen Fettanlagerung sein, die dem Wegzuge vorausgeht und während desselben die rasche Ergänzung verbrauchter Vorräte erlaubt. In diese Zeit fällt der Wegzug. Auch die Standvögel bauen im Herbst Fett an; doch konnte RAUTENBERG an *Passer domesticus* zeigen, daß hier die Kurve des Fettansatzes früher einsetzt und weniger steil verläuft. Der Grad der Stoffwechsellanpassung und des Fettansatzes scheint auch bei verschiedenen Zugvögeln unterschiedlich zu sein, entsprechend der Anpassung an den Zugweg der Art. E. P. ODUM berichtete, daß von den an einem Punkt der Nordküste des Golfs von Mexiko verunglückten Zugvögeln diejenigen, deren Winterquartiere in der Nähe lagen, nur etwa 2% des Lebendgewichtes an Fett besaßen, während die, die weiter zu ziehen hatten, bis zu 64% des Lebendgewichtes aus Fett bestanden! Bei den letzteren scheint eine weitere Differenzierung insofern zu bestehen, als die über Land wandernden Populationen weniger Reservefett besitzen als diejenigen, die einen weiten Nonstopflug über See vor sich haben.

Es wechseln also, wie F. MERKEL zeigte, im Jahreszyklus des Zugvogels ergotrope (Arbeits-) Phasen mit trophotropen (Spar-) Konstellationen ab, wobei dann die trophotropen Phasen den Fettansatz in den Zugzeiten ermöglichen. (Vergleiche MERKELS Arbeit hier S. 173—185.)

D. S. FARNER gab eine sehr klare Übersicht darüber, daß der Zug nur auf Grund bestimmter physiologischer Anpassungen möglich sei: Es müsse der Jahreszyklus so ablaufen, daß Perioden hohen Energiebedarfes (z. B. Zug, Mauser, Fortpflanzung) einander gegenseitig ausschließen; der intermediäre Stoffwechsel müsse an lange Flugperioden angepaßt sein, wobei als Energiereserve verstärkt das energiereichere Fett an Stelle von Glykogen angelagert wird. Ferner muß ein Mechanismus vorhanden sein, der periodisch den Rhythmus der Tagesaktivität ändere (z. B. Nachtaktivität nächtlicher Zugvögel), und schließlich müssen Navigationsmechanismen entwickelt worden sein, die das Finden des Winterquartiers und das Heimfinden gewährleisten. Das Ganze aber muß mit dem Jahreszyklus der Umwelt synchronisiert sein, damit der Zug jeweils zur passenden Zeit erfolgt und die Jungen ihre Jugendentwicklung in der ökologisch günstigsten Zeit durchmachen.

Einziger experimentell darstellbarer Faktor für die Synchronisierung des Jahreszyklus ist die Photoperiode, d. h. das Längerwerden der täglichen Helligkeitsdauer im Frühjahr. In zahlreichen Experimenten gelang es bei den verschiedensten Vogelarten, im Winter (nach Beendigung der Vorbereitungsphase) und Vorfrühling durch künstliche Verlängerung der Tageshelligkeit beschleunigte Keimdrüsenreifung und Fettansatz zu erzeugen, wobei im männlichen Geschlecht in allen Fällen volle Spermienreife erfolgte, während im weiblichen Geschlecht die Reifung des Ovariums nur bis zu einem gewissen Grade durch die Tagesverlängerung allein ermöglicht wird und zu ihrer Vollendung weiterer psychischer Faktoren (Stimulation durch das andere Geschlecht usw.) bedarf.

A. WOLFSON zeigte in sehr instruktiver Weise, daß es nicht die Verlängerung der Helligkeitsperiode allein ist, die die genannten Prozesse auslöst, sondern daß das gegenseitige Verhältnis von Dunkelheit und Helligkeit bestimmend ist. Vor allen Dingen ist es wichtig, daß in der Vorbereitungsphase täglich eine ununterbrochene Dunkelperiode von wenigstens 12 Stunden gegeben ist. Alle gegenwärtigen Untersucher sind sich darin einig, daß bei der Aktivierung der Keimdrüse durch Helligkeit das Licht nicht als physikalische Energie in die Vorgänge im Körper eingreift, sondern als Signal über das Auge und das Zentralnervensystem wirksam ist, wobei dann über Erregungsvorgänge im Hypothalamus die Hypophyse angeregt wird, die hormonal das übrige System in Tätigkeit setzt. Es wurde oben schon

gesagt, daß die vernale Fettanlagerung mindestens im Experiment über die Gonade und die Schilddrüse erfolgt, wobei die Mitwirkung weiterer Systeme nicht ausgeschlossen ist. Ob nun der Fettansatz Auslöser des Zugtriebes ist, oder aber, ob beide unabhängig voneinander durch einen übergeordneten Faktor ausgelöst werden, bleibt noch nachzuprüfen.

Es darf nicht vergessen werden, daß die Photoperiode ein wirksamer Faktor zur Synchronisierung des Jahreszyklus mit der Umwelt ist, daß aber auch weitere jahreszyklisch verlaufende Umweltfaktoren mindestens in Betracht gezogen werden müssen. A. H. MILLER machte es deutlich, daß in den höheren geographischen Breiten, vom Äquator polwärts, die Photoperiode in immer stärkerem Maße hervortrete und die Wirkung möglicher anderer Faktoren maskiere bzw. übertöne. Vom Pol zum Äquator schreitend, beginnen aber bei 38° Breite andere ökologische Faktoren deutlicher zu werden, und bei 26° Breite kann die Photoperiode gegenüber anderen ökologischen Faktoren völlig zurücktreten. (Es ist dabei z. B. an den Wechsel trockener und feuchter Jahreszeiten usw. zu denken.) Umgekehrt freilich lassen sich noch bei 10° und wahrscheinlich sogar bei 5° in manchen Fällen photoperiodische Einflüsse nachweisen, die darauf zurückzuführen sind, daß die Sonne ja jahreszeitlich zwischen den Wendekreisen pendelt.

Noch unentschieden ist die Frage, ob man beim Jahreszyklus des Zugvogels von einem Jahresrhythmus („innerem“ oder gar „angeborenem“ Rhythmus) reden könne. J. ASCHOFF definierte den Begriff des Rhythmus und stellte klar, daß von einem Rhythmus nur dann die Rede sein könne, wenn die periodischen Vorgänge unabhängig von Umweltvorgängen, d. h. auch unter völlig konstant bleibenden Umweltfaktoren und ohne äußere Zeitgeber, weiterlaufen. Das ist aber durch die bisherigen Untersuchungen am Vogel noch keineswegs erwiesen, da noch keine Versuche unter völlig konstanten Bedingungen über eine Reihe von Jahren durchgeführt worden sind. In einem zweijährigen Versuch F. MERKELS unterblieb zwar ein neuer Zyklus, jedoch genügt dieser Versuch allein weder zahlenmäßig noch hinsichtlich der Dauer als Grundlage für weitergehende Folgerungen, ebenso wie einige frühere Beobachtungen anderer Autoren an blinden Säugetieren usw. Es ist durchaus noch damit zu rechnen, daß der Jahreszyklus immer wieder, wenigstens von Zeit zu Zeit, neu angestoßen werden muß, und es bedarf noch eingehender Untersuchungen, wieweit von einem Rhythmus geredet werden kann. Falls ein „innerer Rhythmus“ vorhanden ist, dürfte er auf jeden Fall so schwach ausgeprägt sein, daß er nur unter bestimmten Helligkeitsbedingungen ablaufen kann.

Bei der großen Bedeutung des Lichtes als Signal, das durch das Auge (mindestens zum überwiegenden Teile, vgl. die Untersuchungen von J. BENOIT) aufgenommen wird, ist es verständlich, daß Wellenlängen, die nicht gesehen werden (z. B. Ultraviolett), sich bisher als unwirksam erwiesen haben. Auch die Mißerfolge früherer Untersucher mit Blaulicht und Grünlicht können hierdurch wenigstens zum Teil ihre Erklärung finden. Immerhin sind die früher von BISSONNETTE durchgeführten Versuche mit verschiedenfarbigen Lichtern hinsichtlich der Vergleichbarkeit der angewandten Lichtintensitäten noch nicht völlig überzeugend. Auch hier sind weitere Untersuchungen noch durchaus erwünscht.

Vergleichen wir den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse mit demjenigen noch vor wenigen Jahren, so ist ein Fortschritt nicht zu leugnen, wengleich von einem Abschluß der Untersuchungen noch keine Rede sein kann. Gefördert wurde dieser Fortschritt durch den während der letzten Jahre ständig gepflegten Kontakt zwischen den Bearbeitern in den verschiedenen Nationen, und es muß hier gesagt werden, daß das persönliche Zusammentreffen in Helsinki für alle anregend und richtungweisend war.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1957/58

Band/Volume: [19_1957](#)

Autor(en)/Author(s): Schildmacher Hans Egon Wilhelm

Artikel/Article: [Der Jahreszyklus des Zugvogels und seine Synchronisierung mit dem Jahreszyklus der Umwelt 229-232](#)