

Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

## Beobachtungen über die Wirkung von Hormonen auf das Zugverhalten bei Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*)

### I. Die Wirkung von Prolaktin (LtH = HPr) im Jahreszyklus

Von Vassilios Ieromnimon

#### 1. Einleitung und Aufgabenstellung

Die Mitwirkung von Hormonen bei der Auslösung des Vogelzugtriebs wurde schon lange vermutet. Die Diskussion ging zunächst um die Frage nach dem Einfluß von Sexualhormonen. Die ersten Experimente hat ROWAN (1926, 1932) an Winterammern *Junco hyemalis* mit künstlich verlängerter Photoperiodizität durchgeführt. Er fand, daß die zunehmende Tageslänge die Reifung der Gonaden und die Auslösung des Zugtriebs stimuliert. Auch SCHILDMACHER (1933) hatte die Vermutung geäußert, daß der Frühjahrs- und Herbstzug durch die Zu- und Abnahme des Gonadotropinspiegels zustande kommt. Es hat sich aber später gezeigt, daß der Zug- und Fortpflanzungstrieb mindestens in gewissem Grade voneinander unabhängige Prozesse sind (PUTZIG 1938a, FARNER & MEWALDT 1953, WOLFSON 1960, LOFTS & MARSHALL 1961, KING & FARNER 1963, BERTHOLD 1970, 1971). Andere Autoren wiesen darauf hin, daß die Aktivierung der Thyreoidea eine entscheidende Rolle bei der Auslösung und Regulation des Zugtriebs spielt (WAGNER 1930, KUECHLER 1935, MERKEL 1938, 1958, SCHILDMACHER 1952, ROBILLER & LAUTERBACH 1973). MERKEL (1958) stellte bei Rotkehlchen fest, daß kleine Dosen von Thyroxin Zugunruhe auslösen und größere sie herabsetzen. Er konnte ferner eine Unterdrückung der Zugunruhe nach Methylthiouracil (MTU) — eines Thyreostatikum — bei denselben Tieren erzielen. — In den späteren Jahren wurden die Hypophysenvorderlappenhormone (HVL) Prolaktin (LtH) und Corticotropin (ACTH) als wichtige Wirkstoffe in der Physiologie des Vogelzugs diskutiert (MEIER u. a. 1965). Danach soll LtH allein oder synergistisch mit ACTH den Zugtrieb von Weißkronensperlingen *Zonotrichia leucophrys gambelii* auslösen. Ferner haben diese Autoren über eine tagesrhythmische Ausschüttung des endogenen Prolaktin und über die Bildung von Fettreserven nach LtH mit Gonadotropin- oder nach Prolaktin- Prednison- und Gonadotropin-Gaben berichtet (s. a. MEIER & FARNER 1964).

Aufgrund der obenerwähnten Befunde werden in der vorliegenden Mitteilung die Ergebnisse der Behandlungen mit kleinen und großen Dosen Prolaktin, Corticotropin, Thyreotropin und dem Thyreostatikum Methylthiouracil (MTU) auf das Zugverhalten und den Appetit von Rotkehlchen berichtet.

#### 2. Material und Methode

Die Rotkehlchen wurden in Registrierkäfigen (50 cm x 22 cm) gehalten. Jeder Käfig besitzt zwei gefederte Sitzstangen, die an einen Mikroschalter mechanisch angeschlossen sind. Beim Aufspringen auf die Sitzstangen löst der Vogel Impulse aus, die auf ein Zählwerk übertragen werden. Zu jedem Käfig gehören entweder 24 Zählwerke, die entsprechend der Tageszeit durch eine elektrische Schaltuhr nacheinander mit dem Mikroschalter des Käfigs verbunden werden, oder 1 Zählwerk, das die gesamte Aktivität während einer Versuchsnacht registriert, die dann auf Sprünge pro Stunde umgerechnet wurden. Die Aktivität der Tiere wird in beiden Fällen bei Nacht (gerechnet 30 Min. nach dem kalendermäßigen Sonnenuntergang und 30 Min. vor dem Sonnenaufgang, s. PUTZIG 1938b) gemessen.

Alle Versuche wurden bei normaler Photoperiodizität und bei Zimmertemperatur durchgeführt. Die Messungen des Körpergewichts (KG) und des Futtermittelsverbrauchs (FV) erfolgten täglich. Die Tiere bekamen jeden Tag 15g Mischfutter und 6 Mehlwürmer vorgelegt. Der tägliche FV errechnete sich aus dem Restfutter im Napf und dem auf dem Käfigboden verstreuten Futter, das von einer auswechselbaren Papierunterlage aufgesammelt wurde. Die Injektionen erfolgten in die Brustmuskulatur, entweder vormittags (8.30—9.00 Uhr) oder nachmittags (14.00—14.30 Uhr). Die Kontrollen erhielten physiol. NaCl-Lösung (0,68%).

Folgende Hormone und Pharmaka kamen zur Anwendung: 1 — Prolaktin-FERRING, LtH (1000 I. E./5 ml), Luteomammotropes Hormon, isoliert aus Schaf-Hypophyse, gelöst in Aqua dest., 2 — Thyratrop-FERRING, TSH (10 I. E./5 ml), Thyreotropin, isoliert aus Schweine-Hypophyse, gelöst in Aqua dest., 3 — Acethropan-HOECHST, ACTH (80 I. E./ml), Corticotropin, isoliert aus tierischer Hypophyse, gelöst in Aqua dest., 4 — Methylthiouracil-BOEHRINGER, MTU, Thyreostatikum.

Zur statistischen Auswertung wurde der t-Test angewendet.

Herrn Prof. Dr. F. W. MERKEL danke ich sehr für die Anregung zu dieser Arbeit und für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Ferner bin ich dankbar Herrn Prof. Dr. K. FIEDLER für viele gute Ratschläge und der Firma HOECHST AG für die kostenlose Überlassung von Acethropan (ACTH).

### 3. Versuche und Ergebnisse

#### 3.1. Prolaktin (LtH)-Versuche

##### 3.1.1. LtH-Gaben im Anfangsstadium der Zugdisposition des Frühjahrszuges

Für dieses Experiment standen 10 Versuchs- und 9 Kontrollvögel zur Verfügung. In der Zeit vom 2. bis 11. Jan. 1974 (10 Tage) wurden täglich vormittags 0,3 I. E./KG LtH injiziert. Am 14. Jan. wurde den Kontrollvögeln eine einmalige Dosis von 2,0 I. E./KG LtH vormittags verabreicht. Nachtaktivität, FV und KG wurden schon ab 24. Dez. 1973 kontrolliert. Die Rotkehlchen zeigten in dieser Jahreszeit eine schwache Nachtaktivität.

Sieben Tage (8/9. Jan.) nach der ersten Injektion verringerte sich die Nachtaktivität der Versuchstiere von 81,1 auf 19,1 ( $p < 0,001$ ). In den folgenden Nächten traten Aktivitätsschwankungen auf. — Nach der einmaligen Injektion von 2,0 I. E./KG LtH am 14. Jan. sank die Nachtaktivität (165,6) der Kontrollvögel in der folgenden Nacht auf einen minimalen Wert (12,7) herab ( $p < 0,02$ ), stieg dann jedoch wieder an und erreichte am 21./22. Jan. einen stat. schwach zu sichernden Wert (von 12,7 auf 117,0,  $p < 0,05$ ). — Ein Einfluß des Prolaktin auf den FV und das KG der Versuchstiere konnte nicht festgestellt werden.

##### 3.1.2. LtH-Gaben während der Zugdisposition des Frühjahrszuges

Diese Untersuchung wurde mit 10 Versuchs- und 10 Kontrollvögeln durchgeführt. Die LtH-Injektionen (1,0 I. E./KG) erfolgten täglich nachmittags vom 22. Febr. bis 1. März 1973 (8 Tage). Die Messungen für die Nachtaktivität begannen in der Nacht zum 17./18. und für den FV sowie für das KG am 20. Febr. 1973.

Die erste LtH-Gabe unterdrückte die schon schwach vorhandene Nachtaktivität gleich in der ersten Nacht (22./23. Febr. von 38,1 auf 6,3,  $p < 0,01$ ). Diese verminderte Aktivität blieb auch während der weiteren Behandlung mit LtH erhalten. Wie Abb. 1 darstellt, war der einsetzende Anstieg der Zugenruhe bei den Versuchstieren am zehnten Tag (11./12. März) — nach Absetzen der LtH-Gaben — zu sichern (von 6,3 auf 124,2,  $p < 0,02$ ). Die Zugenruhe der Kontrollvögel setzte in der Versuchszeit ein und steigerte sich signifikant bis zum 3./4. März (von 22,0 auf 421,8,  $p < 0,01$ ).

Der FV der Versuchsvögel wurde durch die tägliche Dosis Prolaktin nicht gesteigert. Trotzdem nahm das KG derselben Tiere während der LtH-Gaben von 16,3 g auf 19,0 g (2. März) zu ( $p < 0,001$ ). Es ging aber nach Absetzen der Injektionen sofort wieder zurück. Am sechsten Tag (7. März) nach der letzten Injektion erreichte das KG einen Wert von 16,3 g und unterschied sich gesichert zu dem vom 2. März ( $p < 0,001$ ). Der FV und das KG der Kontrolltiere zeigten während des ganzen Versuches keine Änderungen.

Die Ergebnisse dieser und der vorangegangene Versuch zeigen, daß exogenes LtH den Frühjahrszug bei Rotkehlchen nicht auslöst, ja im Gegenteil vorhandene schwache Nachtaktivität herabsetzt.

##### 3.1.3. LtH-Gaben während der Zugphase des Frühjahrszuges

Die Versuchs- ( $n = 7$ ) und die Kontrollvögel ( $n = 3$ ) befanden sich in der Phase der Zugenruhe. Vom 3. bis 12. April 1971 (10 Tage) wurden täglich vormittags 12,0 I. E./KG LtH verabreicht. Die wenigen Kontrollvögel wurden nicht behandelt.

Die Zugenruhe der Versuchsvögel nahm während der Behandlung ab und erreichte in der Nacht nach der letzten Injektion den niedrigsten Stand (298,1) im Gegensatz zu dem Wert bei Versuchsbeginn (580,1,  $p < 0,02$ ). Nach dem Absetzen der Injektion erhöhte sie sich schon in der ersten Nacht und erreichte elf Tage später (23./24. April) einen stat. gesicherten Wert (von

298,1 auf 846,1,  $p < 0,01$ ). Der Futterverbrauch und das Körpergewicht dieser Tiere nahmen in derselben Zeit zu. Am letzten Injektionstag (12. April) zeigte der FV eine Steigerung um 2,7 g ( $p < 0,0027$ ) und das KG eine Zunahme um 4,4 g ( $p < 0,0027$ ).

Diese Resultate zeigen, daß große Dosen exogenes Prolaktin die Zugruhe der Rotkehlchen im Frühjahr abschwächten, jedoch nur im Zeitraum der Behandlung. Sofort nach Absetzen der Injektionen nimmt die Zugruhe wieder zu.

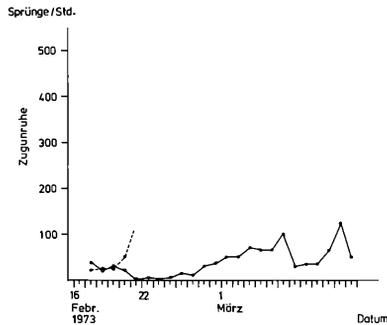


Abb. 1: Wirkung von prolaktin (LtH) auf die nächtliche Zugruhe (Mittelwerte) bei Rotkehlchen.

- ┌ ─ ─ = Beginn, Dauer und Ende der LtH-Injektionen (1,0 I.E./KG)
- — ● = Versuchstiere (n = 10)
- - - - ● = Kontrolltiere (n = 10)

### 3.1.4. LtH-Gaben während der Zugdisposition/Zugphase des Herbstzuges

a) Mit 10 Versuchs- und 10 Kontrollvögeln untersuchte ich nun die Wirkung von Prolaktin auf das Zugverhalten der Rotkehlchen im Herbst. Die Ausgangswerte (G) der Nachtaktivität (NA), des FV und des KG sind Mittelwerte, die aus 10 Tagen vor Beginn des Versuches gebildet wurden. Die LtH-Injektionen erfolgten nachmittags an den folgenden Tagen:

- |                   |              |                  |              |
|-------------------|--------------|------------------|--------------|
| 1) 1. Sept. 1972  | 0,1 I.E./KG  | 6) 7. Okt. 1972  | 0,15 I.E./KG |
| 2) 8. Sept. 1972  | 0,1 I.E./KG  | 7) 14. Okt. 1972 | 0,2 I.E./KG  |
| 3) 15. Sept. 1972 | 0,15 I.E./KG | 8) 21. Okt. 1972 | 0,25 I.E./KG |
| 4) 22. Sept. 1972 | 0,15 I.E./KG | 9) 28. Okt. 1972 | 0,3 I.E./KG  |
| 5) 29. Sept. 1972 | 0,15 I.E./KG |                  |              |

Die erste LtH-Gabe (1. Sept.) bewirkte eine Herabsetzung der vorhandenen Nachtaktivität (von 191,4 auf 73,4,  $p < 0,001$ ). In der 4. Nacht (4./5. Sept.) stieg sie wieder auf 210,6 ( $p < 0,01$ ) und erreichte nach der zweiten Gabe (8./9. Sept.) einen Wert von 223,1. Die NA fiel dann signifikant auf 118,5 in der fünften Nacht (12./13. Sept.) ab ( $p < 0,02$ ). Die nachfolgenden LtH-Gaben hatten keine signifikante Wirkung auf die NA. Die Kontrollen zeigten besonders ab Mitte Oktober einen Anstieg der NA (von 91,6 auf 245,0 am 19./20. Okt. bzw. auf 328,1 am 30./31. Okt., jeweils  $p < 0,02$ ). — Der Futterverbrauch und das Körpergewicht wurden durch die einzelnen und niedrigen LtH-Gaben nur geringfügig beeinflusst.

Die Ergebnisse zeigen, daß die kleinen und in Abständen verabreichten LtH-Dosen den Zugtrieb der Rotkehlchen im Herbst nicht auslösen und die vorhandene NA reduzieren.

b) Für die Aktivitätsmessungen, die am 9./10. Sept. begannen, standen 10 Versuchs- und 10 Kontrollvögel und für die Messungen des FV und des KG je 15 Tiere zur Verfügung. Die Injektionen fanden vom 13. bis 23. Sept. 1971 (11 Tage, 6,0 I.E./KG) und vom 3. bis 11. Okt. 1971 (9 Tage, 12,0 I.E./KG), täglich vormittags statt. Die Kontrollen wurden nicht mit physiol. NaCl-Lösung behandelt. Für die Messungen des FV und des KG wurden Mittelwerte aus zehn Tagen errechnet, die als Ausgangswerte (G = Gesamtwerte) dienen.

Im ersten Teil des Versuches erhöhte exogenes LtH die vorhandene NA von 42,9 (Wert am 12./13. Sept.) auf 246,5 (Wert am 23./24. Sept.) ( $p < 0,02$ ), doch war diese Erhöhung nicht

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Versuche<sup>1)</sup>

J	T	H	V(n)	K(n)	S	D
2.—11. 1. 1974		t	10	9	LtH	0,3
22. 2.—1. 3. 1973		t	10	10	LtH	1,0
3.—12. 4. 1971		t	7	3	LtH	12,0
1. 9.—28. 10. 1972		u	10	10	LtH	0,1—0,3
13.—23. 9. 1971		t	10 <sup>x</sup>	10 <sup>x</sup>	LtH	6,0
3.—11. 10. 1971		t	10 <sup>x</sup>	10 <sup>x</sup>	LtH	12,0
11.—23. 11. 1972		t	6	6	LtH + ACTH	4,0 + 0,2
7.—16. 12. 1972			6	6	LtH + ACTH	6,0 + 0,2
24. 11.—8. 12. 1973		t	10	10	LtH + ACTH	0,2 + 0,1
23. 12. 1973 — 6. 1. 1974			8	6	TSH	0,001—0,4
17. 3.—8. 6. 1972			10	10	LtH MTU	0,1—1,0 0,06 und 0,2

<sup>1)</sup> Erläuterungen: J = Jahreszeit bzw. Injektionsstage; T = Tageszeit; n = nachmittags; v = vormittags; H = Häufigkeit der Injektionsgabe; t = tägliche Injektionsgabe; u. = unregelmäßige Injektionsgabe (alle 2—3 Tage); V(n) = Anzahl von Versuchstieren; K(n) = Anzahl von Kontrolltieren; S = Substanz; D = Dosis in I.E./KG. Nur bei MTU-Gaben in ml./KG; LtH = Prolaktin; ACTH = Corticotropin; TSH = Thyreotropin; MTU = Methylthiouracil; X = Für die Messungen des Futtermittelsverbrauchs und des Körpergewichts je n = 15.

dauerhaft und klang nach Absetzen der Injektionen ab. Die LtH-Gaben des zweiten Versuchsteils konnten die Aktivität weder erhöhen noch herabsetzen. In der Nacht zum 4./5. Okt. erreichte die NA den Wert 24,3, der den Abfall (246,5) von der Nacht vom 23./24. Sept. deutlich macht ( $p < 0,02$ ). Dagegen stieg die NA der Kontrollen während der ganzen Zeit ständig an (von 226,6 auf 663,1,  $p < 0,01$ ).

Wie Abb. 2 zeigt, haben die hohe LtH-Dosen die Zunahme des KG gefördert. Einen Tag nach der letzten LtH-Gabe (24. Sept.) im ersten Versuchsteil fand eine Steigerung des KG um 1,8 g statt ( $p < 0,001$ ). In der zweiten Behandlungszeit war dieser Einfluß des Hormons auf das KG noch größer. Es bewirkte am fünfenten Tage nach Injektionsbeginn (3. Okt.) einen Gewichtsanstieg von 2,2 g ( $p < 0,001$ ). Nach Absetzen der Injektionen fiel das KG signifikant ab. Die undeutliche Zunahme des KG der Kontrollvögel kann ebenfalls aus Abb. 2 entnommen werden. Der FV der Versuchsvögel entsprach dem der Kontrolltiere.

Die Versuche zeigen, daß hohe und täglich verabreichte LtH-Gaben auch im Herbst hemmend auf die NA der Rotkehlchen wirken.

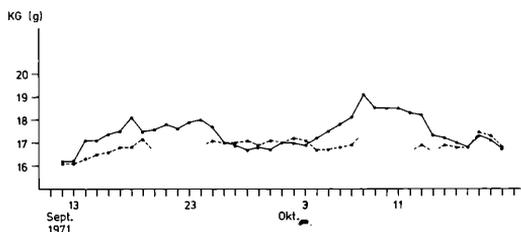


Abb. 2: Wirkung von Prolaktin (LtH) auf das Körpergewicht (KG) (Mittelwerte) bei Rotkehlchen.

- □ = Beginn, Dauer und Ende der LtH-Injektionen  
 (13.—23. Sept., 6,0 I.E./KG, 3.—11. Okt., 12,0 I.E./KG)  
 ●—● = Versuchstiere (n = 10)  
 ●---● = Kontrolltiere (n = 10)

### 3.2. Prolaktin (LtH) und Corticotropin (ACTH)-Versuche

#### 3.2.1. Kombinierte LtH und ACTH-Gaben während der Winterruhepause 1972

6 Versuchs- und 6 Kontrollvögel wurden während zweier verschiedener Wintermonate benutzt, um die Wirkung gleichzeitiger Gaben von Prolaktin und Corticotropin auf das Zugverhalten dieser Tiere zu prüfen. Die Injektionen fanden von 11. bis 23. Nov. 1972 (13 Tage) mit 4,0 I.E./KG LtH und 0,2 I.E./KG ACTH und von 7. bis 16. Dez. 1972 (10 Tage) mit 6,0 I.E./KG LtH und 0,2 I.E./KG ACTH täglich nachmittags statt.

Die vorhandene NA erhöhte sich erst nach der fünften Injektion (15./16. Nov.) von 24,5 auf 232,9 ( $p < 0,01$ ). Sie ging dann wieder zurück, um am 29./30. Nov., in der sechsten Nacht nach Absetzen der Injektionen den niedrigen Wert von 7,9 zu erreichen (Abfall von 232,9 auf 7,9,  $p < 0,01$ ). Die zweite kombinierte Behandlungsserie von 7.—16. Dez. konnte die fast erloschene NA (1,3) nur wenig, auf 54,3 am 9./10. Dez., erhöhen ( $p < 0,001$ ). Bei den Kontrollen konnten keine Aktivitäts-, FV- und KG-Änderungen festgestellt werden. Auch wurde in beiden Behandlungsperioden kein Einfluß der Hormone auf den FV der Versuchstiere beobachtet.

Das Körpergewicht der Versuchsvögel stieg am 5. Injektionstag (15. Nov.) des ersten Versuchsabschnittes von 15,2 g auf 16,3 g an ( $p < 0,02$ ). Ein erneuter Gewichtsanstieg um 1,0 g fand am 6. Injektionstag (12. Dez.) des zweiten Versuchsabschnittes statt ( $p < 0,01$ ). Nach Absetzen der Injektionen fiel das KG ab ( $p < 0,01$ ).

Der geringe und vorübergehende Anstieg des KG und der NA nach kombinierten LtH und ACTH-Gaben deuten auf eine Wechselbeziehung zwischen diesen Hormonen und dem Fettstoffwechsel. Es ist aber festzustellen, daß eine Aktivierung des Zugtriebes auch durch Kombination der beiden Wirkstoffe in dieser Zeit nicht möglich ist.

#### 3.2.2. Kombinierte LtH und ACTH-Gaben während der Winterruhephase 1973

Im Winter 1973 wiederholte ich die eben geschilderten Versuche mit niedrigeren LtH- und ACTH-Dosen und mit 10 Versuchs- und 10 Kontrollvögeln. Die LtH (0,2 I.E./KG) und ACTH (0,1 I.E./KG)-Injektionen wurden vom 24. Nov. bis 8. Dez. 1973 (15 Tage) täglich nachmittags verabfolgt. Die Aktivitätsmessungen begannen in der Nacht von 5./6. Nov. 1973, die Messungen für den FV und das KG am 21. Nov. 1973. Die Ausgangswerte für den Futterverbrauch und das Körpergewicht wurden aus zehn Tageswerten (12.—21. Nov.) gemittelt. Auch jetzt ließen Aktivitätsmessungen erkennen, daß die Hormone LtH und ACTH keine Wirkung auf die Zugstimmung dieser Tiere haben. Nach Absetzen der Injektionen blieb die Intensität der Aktivität unverändert. Der Futterverbrauch und das Körpergewicht ließ keine Änderung erkennen. Aus dem Versuch ist zu schließen, daß LtH und ACTH in den verabreichten Mengen während der Winterruhephase den Zugtrieb der Rotkehlchen nicht stimulieren.

### 3.3. Versuche mit Prolaktin (LtH), Thyreotropin (TSH) und Methylthiouracil (MTU)

#### 3.3.1. TSH-Gaben in der Phase der Winterruhe und der Zugdisposition vor dem Frühjahrzug

In der zweiten Winterhälfte befindet sich die Schilddrüse in einem Zustand zunehmender Aktivität. TSH könnte diesen Prozeß beschleunigen und eventuell einen Einfluß auf die bis dahin geringe Nachtaktivität der Rotkehlchen haben.

8 Versuchs- und 6 Kontrollvögel standen zur Verfügung. Die Injektionen fanden an folgenden Tagen jeweils nachmittags statt:

am 23. Dez. 1972	0,001 I.E./KG TSH	am 2. Jan. 1973	0,002 I.E./KG TSH
am 28. Dez. 1972	0,001 I.E./KG TSH	am 6. Jan. 1973	0,4 I.E./KG TSH

Ab 9. Dez. 1972 registrierte ich die nächtliche Aktivität, ab 22. Dez 1972 den FV und das KG. Die statistischen Ausgangswerte für den FV und das KG (am 22. Dez. 1972) sind Mittelwerte, die aus zehn Tageswerten vor Beginn der Injektionen gebildet wurden.

Erst die zweite TSH-Gabe (28. Dez.) erhöhte die vorhandene Nachtaktivität von 37,7 auf 115,1 in der folgenden Nacht ( $p < 0,02$ ). Sie nahm aber nach einigen Tagen wieder ab. Die beiden späteren TSH-Injektionen konnten sie nicht mehr erhöhen. Parallel zu diesem NA-Anstieg

nahm auch der FV der Versuchstiere zu. Nach der dritten Injektion registrierte ich am 3. Jan. eine Zunahme von 1,4 g ( $p < 0,0027$ ). Der erhöhte FV blieb auch weiter erhalten. Auch das Körpergewicht zeigte eine Zunahme um 1,4 g (von 16,6 g auf 18,0 g,  $p < 0,001$ ). Dagegen zeigten die Kontrollen in der gleichen Zeit keine bedeutenden Aktivitäts-, FV- und KG-Veränderungen. Diese Ergebnisse machen deutlich, daß die kleinen TSH-Gaben in dieser Phase eine geringe Erhöhung der NA, des FV und des KG bewirken.

### 3.3.2. L<sub>t</sub>H- und MTU-Gaben während der Zugphase des Frühjahrszuges und der Brutperiode

Das Experiment wurde mit 10 Versuchs- und 10 Kontrollvögeln durchgeführt. Die Injektionen erfolgten nachmittags an den folgenden Tagen:

- |  |  |
|--|--|
| 1) 17. März 1972 mit 0,1 I.E./KG L <sub>t</sub> H  | 7) 23. April 1972 mit 0,2 I.E./KG L <sub>t</sub> H |
| 2) 24. März 1972 mit 0,15 I.E./KG L <sub>t</sub> H | 8) 27. April 1972 mit 0,3 I.E./KG L <sub>t</sub> H |
| 3) 7. April 1972 mit 0,15 I.E./KG L <sub>t</sub> H | 9) 4. Mai 1972 mit 1,0 I.E./KG L <sub>t</sub> H    |
| 4) 12. April 1972 mit 0,06 ml/KG MTU               | 10) 16. Mai 1972 mit 2,0 I.E./KG L <sub>t</sub> H  |
| 5) 14. April 1972 mit 0,2 ml/KG MTU                | 11) 27. Mai 1972 mit 1,0 I.E./KG L <sub>t</sub> H  |
| 6) 18. April 1972 mit 0,1 I.E./KG L <sub>t</sub> H | 12) 8. Juni 1972 mit 1,0 I.E./KG L <sub>t</sub> H  |

Die Aktivitätsmessungen begannen in der Nacht zum 17. März 1972 und die Messungen für den FV und das KG am 16. März 1972. Wie schon früher, wurden die statistisch verwendeten Ausgangswerte aus je zehn Tageswerten gemittelt.

Wie Abb. 3 zeigt, stieg die NA nach der am 17. März verabfolgten ersten Dosis von Prolaktin an, erreichte in der fünften Nacht (21./22. März) einen Wert von 822,0 ( $p < 0,02$ ), und behielt diese Höhe etwa bis in die Nacht zum 24. März (759,5, siebten Nacht). Der Anstieg ließ sich gegenüber der ersten Injektionsnacht (479,8) stat. sichern ( $p < 0,02$ ). Nach der zweiten L<sub>t</sub>H-Gabe (24. März) fiel diese Aktivität ab und erreichte in der vierten Nacht danach einen Wert von 296,3. Die Zugunruhe stieg dann plötzlich wieder an und erreichte in der Nacht zum 30. März (6. Nacht nach der Injektion) einen Wert von 872,8 ( $p < 0,02$ ).

Da die dritte L<sub>t</sub>H-Injektion (7. April) erst vierzehn Tage nach der zweiten erfolgte, konnte die Wirkung der letzteren über längere Zeit beobachtet werden. Es konnte festgestellt werden, daß die Zugunruhe größer war als bei den Kontrollen. In der Nacht von 6./7. April wurde ein gegenüber der Nacht nach der zweiten Injektion schwach gesicherter Wert registriert (von 593,3 auf 760,9,  $p < 0,05$ ). Die dritte Injektion hatte eine nur geringe Wirkung.

Futtermittelverbrauch und Körpergewicht wurden durch die verabreichten L<sub>t</sub>H-Gaben nicht signifikant beeinflusst.

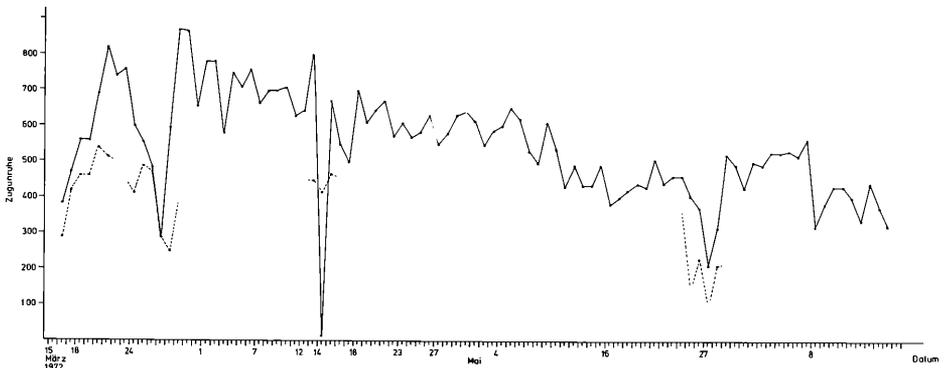


Abb. 3: Wirkung von Prolaktin (L<sub>t</sub>H) und Methylthiouracil (MTU) auf die Nachtaktivität (Mittelwerte) bei Rotkehlchen.

† = Tage der L<sub>t</sub>H- und MTU (am 12. und 14. April) - Gaben

●—● = Versuchstiere (n = 10)

●---● = Kontrolltiere (n = 10)

Wie Abb. 3 erkennen läßt, beeinflusste 0,06 ml./KG MTU am 12. April die Zugunruhe nicht. Eine größere Dosis MTU (0,2 ml./KG) unterdrückte sie hingegen schon in der folgenden Nacht (von 800,0 auf 17,1,  $p < 0,001$ ). Die Zugunruhe stieg dann in der nächsten Nacht sofort wieder auf 699,9 an ( $p < 0,0027$ ). Erneute L<sub>t</sub>H-Gaben, die im Verlauf der Monate April bis Juni verabfolgt wurden, hielten die Zugunruhe etwa auf dem gleichen Niveau.

Die Befunde zeigen, daß L<sub>t</sub>H-Gaben in der Zugphase die Zugunruhe verstärken und bestätigen, daß MTU dieselbe unterdrückt (MERKEL 1958).

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben gezeigt, daß exogenes Prolaktin im zeitigen Frühjahr bei Rotkehlchen keine Zugunruhe auslöst, ja den Zügeinsatz hinauszögert. Große Dosen des Hormons regen den Appetit (Hyperphagia) der Tiere an, erhöhen das Körpergewicht und setzen vorhandene Nachtaktivität bzw. Zugunruhe herab.

In einer frühen Phase der Zugdisposition (2.—11. Jan.) vermindert täglich (vormittags) verabreichtes L<sub>t</sub>H (0,3 I.E./KG) die vorhandene Nachtaktivität ( $p < 0,001$ ). In einer späteren Phase (22. Febr.—1. März) verzögerten, die täglich (nachmittags) erfolgten L<sub>t</sub>H-Gaben (1,0 I.E./KG) offensichtlich die Auslösung der Zugunruhe ( $p < 0,02$ ). Ferner hat täglich (vormittags) injiziertes Prolaktin (12,0 I.E./KG) im Frühjahr (3.—12. April) die vorhandene Zugunruhe abgeschwächt. Unregelmäßig (alle 2—3 Tage) nachmittags injiziertes L<sub>t</sub>H (0,1—0,3 I.E./KG) erbrachte während der Zugdisposition und Zugphase auch im Herbst keine deutlichen Veränderungen der Nachtaktivität. Diese Ergebnisse entsprechen nicht denen von MEIER et al. (1965), die herausgefunden hatten, daß exogenes L<sub>t</sub>H sowohl bei photosensiblen als auch bei photorefraktären Ammern Zugunruhe auslöst. Die bei den Rotkehlchen beobachtete Wirkung könnte dafür sprechen, daß exogenes Prolaktin eine Inaktivierung anderer endokriner Drüsen herbeiführt, die synergetisch mit L<sub>t</sub>H die Auslösung des Zugtriebs veranlassen. Exogenes Prolaktin könnte aber auch die endogene L<sub>t</sub>H-Sekretion hemmen. In beiden Fällen kann eine Desensibilisierung höherer nervöser Zentren im Hypothalamus einsetzen, die für die Auslösung und Aufrechterhaltung des Zugtriebs verantwortlich sind. Da sich nach Absetzen der L<sub>t</sub>H-Gaben die vorher herabgesetzte nächtliche Aktivität wieder erhöhte, wäre denkbar, daß die Blockierung der L<sub>t</sub>H-Sekretion zu einer Stauung des Hormons in den Prolaktin-Zellen der Hypophyse geführt hatte. — Eine Verminderung der L<sub>t</sub>H-Sekretion nach Prolaktin-Gaben wurde experimentell bei Säugetieren nachgewiesen (DONOVAN 1973). SINHA & TUCKER (1968) stellten fest, daß die Menge des endogenen L<sub>t</sub>H in der Ratten-Hypophyse nach L<sub>t</sub>H-Behandlung verringert wird.

Bei der Diskussion des „Syndroms“ Zugunruhe dürfte weiterhin die Frage nach den Wechselbeziehungen zwischen den Hormonen der Nebennierenrinde (NNR) und der Schilddrüse, sowie der NNR und dem L<sub>t</sub>H eine Rolle spielen. Der Einfluß des Thyroxins auf die NNR-Aktivität wurde bereits an Staren (BURGER 1938) und auch an anderen Tieren von einigen Autoren bestätigt (BOCK 1938, DEANE & GREEP 1947, BROWN-GRANT 1956, EVANS et al. 1956). MEIER et al. (1965) fanden ferner, daß eine Hemmung der NNR-Aktivität den Zugtrieb von *Zonotrichia* blockiert, während eine Behandlung mit L<sub>t</sub>H und ACTH denselben auslöst. Bei Rotkehlchen konnte dieser Effekt von Prolaktin und Corticotropin nicht deutlich demonstriert werden. Während in einem Versuch mit 6,0 I.E./KG L<sub>t</sub>H und 0,2 I.E./KG ACTH-Gaben eine geringe Erhöhung der Nachtaktivität in den Wintermonaten erzielt werden konnte ( $p < 0,001$ ), ergab ein anderes Experiment mit 0,2 I.E./KG L<sub>t</sub>H und 0,1 I.E./KG ACTH-Gaben in der gleichen Jahreszeit keine Änderung der Nachtaktivität. Für dieses Ergebnis ist wohl die unterschiedliche Höhe der Dosis verantwortlich zu machen. Ob nun im ersten Versuch die beiden Hormone synergetisch oder allein das L<sub>t</sub>H diese schwache NA ausgelöst haben, läßt sich nicht feststellen.

Von verschiedenen Autoren wurde die Vermutung geäußert, daß die Thyreoidea bei der Auslösung der Vogelwanderung eine wichtige Rolle spielt (RIDDLE et al. 1932, KÜCHLER 1935, MERKEL 1938, SCHILDMACHER 1952, ROBILLER & LAUTERBACH 1973, u. a.). MERKEL (1958) berichtet, daß kleine Dosen Thyroxin Zugunruhe auslösen, während größere Dosen sie herabsetzen. Auch meine Experimente mit dem Thyrotropin haben die Bedeutung der Schilddrüse deutlich gezeigt. Einzeln verabreichte TSH-Injektionen (0,001 I.E./KG) lösten in der Winterruhephase (Dez.) eine geringe Nachtaktivität aus ( $p < 0,02$ ). Sie blieb aber nicht konstant, wenn das TSH nicht täglich verabreicht wurde. Ferner konnte die Rolle der

Thyreoidea im Zugverhalten von Rotkehlchen durch die pharmakologische Blockierung ihrer Aktivität demonstriert werden. Mit einer Dosis von 0,2 ml/KG Methylthiouracil, einem Thyreostatikum, wurde die starke Zugruhe im Frühjahr bereits in der der Behandlung folgenden Nacht reduziert ( $p < 0,001$ ).

Alle diese Befunde zusammen lassen den Schluß zu, daß LtH, ACTH und Thyroxin bzw. Thyreotropin zusammen bei den Rotkehlchen zugauslösend wirken. Dieser Effekt stimmt auch mit den histologischen Veränderungen dieser Drüsen im Jahresablauf überein (KÜCHLER 1935, FROMME-BOUMAN 1962).

Kleine LtH-Gaben hatten keinen Einfluß auf den Futterverbrauch und das Körpergewicht der Rotkehlchen gezeigt. Dagegen ergaben die beiden Behandlungen mit den kombinierten LtH und ACTH-Gaben in den Wintermonaten eine Erhöhung des KG. Diese Befunde stimmen mit denen von MEIER & MARTIN (1971) überein, die gefunden hatten, daß die Lipogenese, die die Zugdisposition charakterisiert (FARNER 1955, KING 1961, NAIK 1963, DOLNIK & BLYUMENTAL 1967, u. a.) durch die synergetische Einwirkung von Prolaktin und ACTH ausgelöst wird. Es konnte aber kein Hinweis für eine tagesrhythmische Ausschüttung dieser Hormone bei Rotkehlchen erbracht werden.

Daß das exogene Prolaktin den FV und den Fettstoffwechsel der Vögel anregt, ist experimentell bewiesen (MEIER & DAVIS 1967, MEIER et al. 1971). Wir wissen aber nicht, ob dieses Hormon direkt über die Appetitzentren im Hypothalamus wirkt oder ob es eine indirekte Wirkung über den Fettstoffwechsel ausübt. Eine Erhöhung der Futtermittelaufnahme und des Körpergewichts konnte nicht nur nach LtH und ACTH-Gaben, sondern auch nach TSH-Injektionen bei Rotkehlchen beobachtet werden.

In einer weiteren Veröffentlichung werde ich über pharmakologische Untersuchungen an Rotkehlchen berichten, die geeignet sind, die obige Vorstellung über die Auslösung der Zugruhe weiter zu stützen.

## 5. Zusammenfassung

Exogenes Prolaktin (LtH) setzte in jedem Versuch die vorhandene Nachtaktivität (NA) bei Rotkehlchen herab. Für eine ausgesprochene Tagesrhythmik endogener LtH-Sekretion ergaben sich keine deutlichen Hinweise. Kleine Thyreotropin (TSH)-Gaben lösten in den Wintermonaten eine geringe NA und eine Zunahme des Körpergewichts (KG) aus. Das Thyreostatikum, Methylthiouracil (MTU) setzte die Zugruhe herab. Kombinierte LtH und Corticotropin (ACTH)-Injektionen erbrachten in den Wintermonaten keine deutliche Aktivierung des Zugtriebs. Die Resultate nach MTU und TSH bestätigen die Beteiligung der Schilddrüse bei der Regulation des Rotkehlchenzugs. Die möglichen Wechselbeziehungen zwischen LtH, TSH und ACTH beim Zustandekommen der Zugruhe und der Lipogenese bei Rotkehlchen werden diskutiert.

## 6. Summary

Investigations concerning the effect of hormones on migratory behaviour in Robins (*Erithacus rubecula*).

### 1. Effect of prolactin (LtH = HPr) in annual cycle

Prolactin decreased the nocturnal restlessness in caged Robins. A diurnal rhythm of prolactin release from the pituitary couldn't be observed. Low doses of thyreotropine induced a low nocturnal activity and increased body weight during winter. Methylthiouracil strongly decreased the nocturnal locomotor activity (Zugruhe). Combination of prolactin and corticotropine injections didn't release a really migratory behaviour during winter. The results of Methylthiouracil and thyreotropine treatments confirm the involvement of thyroid gland with the physiologic events of migration in Robins. The possibility of interrelation between prolactin, thyreotropine and corticotropine in releasing the Zugruhe and the Lipogenesis are discussed.

## 7. Literatur

Berthold, P. (1970): Über Populationsunterschiede im Gonadenzyklus europäischer *Sturnus vulgaris*, *Fringilla coelebs*, *Erithacus rubecula* und *Phylloscopus collybita* und deren Ursachen. Zool. Jb. Syst. 96: 491—557. • Ders. (1971): Physiologie des Vogelzuges. In: E. Schüz, Grundriß der Vogelzugkunde: 257—299. Parey, Berlin & Hamburg. • Bock, K. A. (1938): Einwirkung von NNR-Extrakt auf den Ablauf der Thyroxinmetamorphose bei Froschlarven und beim Axolotl. Klin. Wschr. 17: 1311—1314. • Brown-Grant, K. (1956): The effect of ACTH and adrenal steroids on thyroid activity with observations on the

adrenal thyroid relationship. *J. Physiol.* 131: 58—69. ● Burger, W. (1938): Cyclic changes in the thyroid and adrenal cortex of the male starling and their relation to the sexual cycle. *Am. Nat.* 72: 562—570. ● Deane, H. W., & R. O. Greep (1947): A cytological study of the adrenal cortex in hypo- and hyperthyroidism. *Endocr.* 41: 243ff. ● Dolnik, V. R., & T. I. Blyumental (1967): Autumnal premigratory and migratory periods in the chaffinch (*Fringilla c. coelebs*) and some other temperate-zone passerine birds. *Condor* 69: 435—468. ● Donovan, B. (1973): Neuroendokrinologie der Säugetiere. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ● Evans, E. S., G. A. Berry & M. E. Simpson (1956): The influence of adrenal cortical function on thyroid activity in the hypophysectomized rat. *Anat. Rec.* 124: 399—400. ● Farner, D. S., & L. R. Mewaldt (1953): The relative roles of diurnal periods of activity and diurnal photoperiod in gonadal activation in male *Zonotrichia leucophrys gambelii* (Nuttall). *Experientia* 9: 219—221. ● Farner, D. S. (1955): The annual stimulus for migration: experimental and physiologic aspects. Recent studies in avian Biology, Press Urbana 7: 198—237. — Fromme-Bouman, H. (1962): Jahresperiodische Untersuchungen an der Nebennierenrinde der Amsel. *Vogelwarte* 21: 188—198. ● King, J. R. (1961): The bioenergetics of vernal premigratory fat deposition in the White-Crowned Sparrow. *Condor* 63: 128—142. ● King, J. R., & D. S. Farner (1963): The relationship of fat deposition to Zugunruhe and migration. *Condor* 65: 220—223. ● Kuehler, W. (1935): Jahreszyklische Veränderungen im histologischen Bau der Vogelschilddrüse. *J. Orn.* 3: 414—461. ● Lofts, B., & A. J. Marshall (1961): Zugunruhe activity in castrated Bramblings *Fringilla montifringilla*. *Ibis* 103: 189—194. ● Meier, A. H., & K. B. Davis (1967): Diurnal variations of the fattening response to prolactin in the White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*). *Gen. and Com. Endocr.* 8: 110—114. — Meier, A. H., & D. S. Farner (1964): A possible endocrine basis for premigratory fattening in the White-Crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys gambelii* (Nuttall). *Gen. and Com. Endocr.* 4: 584—595. — Meier, A. H., D. S. Farner & J. R. King (1965): A possible endocrine basis for migratory behaviour in the White-Crowned Sparrow (*Zonotrichia leucophrys gambelii*). *Anim. Behav.* 13: 453—465. — Meier, A. H., T. M. John & M. M. Joseph (1971): Corticosterone and the circadian pigeon cropsac response to prolactin. *Comp. Bioch. Physiol.* 40 A: 459—465. ● Meier, A. H., & D. D. Martin (1971): Temporal synergism of corticosterone and prolactin controlling fat storage in the White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*). *Gen. and Com. Endocr.* 17: 311—318. ● Merkel, F. W. (1938): Zur Physiologie der Zugunruhe bei Vögeln. *Ber. Ver. Schlesischer Ornith.* 23: 1—72. ● Ders. (1958): Untersuchungen zur künstlichen Beeinflussung der Aktivität gekäfigter Zugvögel. *Vogelwarte* 19: 174—185. ● Naik, D. V. (1963): Seasonal variation in the metabolites of the liver of the Rosy Pastor, *Sturnus roseus*. *Pavo* 1: 44—47. ● Putzig, P. (1938a): Beobachtungen über Zugunruhe beim Rotkehlchen (*Erithacus rebeccula*). *Vogelzug* 9: 10—14. ● Ders. (1938b): Weitere Versuche über die Beziehungen der Keimdrüsen zum Zugverhalten. *Vogelzug* 9: 189—200. ● Riddle, O., G. C. Smith & F. G. Benedict (1932): The basal metabolism of the Mourning Dove and some of its hybrids. *Amer. J. Physiol.* 101: 260—267. ● Robiller, F., & H. Lauterbach (1973): In-vitro-Funktionsuntersuchungen der Schilddrüsen von Girlitzen (*Serinus serinus*) während der Zugzeiten. *Naturwiss.* 60: 522. ● Rowan, W. (1926): On photoperiodism, reproductive periodicity and the annual migration of birds and certain fishes. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.* 38: 147—189. ● Ders. (1932): Experiments in bird migration. III. The effects of artificial light, castration and certain extracts on the autumn movements of the American crow (*Corvus brachyrhynchos*). *Proc. Nat. Acad. Sci.* 18: 659—664. ● Sinha, Y. N., & H. Tucker (1968): Pituitary prolactin content and mammary development after chronic administration of prolactin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 128: 84—88. ● Schildmacher, H. (1933): Zur Physiologie des Zugtriebes. I. Versuche mit weiblichem Sexualhormon. *Vogelzug* 4: 21—24. ● Ders. (1952): Stoffwechselfysiologische Studien an männlichen Gartenrotschwänzen, *Phoenicurus ph. phoenicurus*. *Biol. Zentr.* 71: 238—251. ● Wagner, H. O. (1930): Über Jahres- und Tagesrhythmus bei Zugvögeln (I. Mitteilung). *Zf. vergl. Physiol.* 13: 704—724. ● Wolfson, A. (1960): Role of light and darkness in the regulation of the annual stimulus for spring migration and reproductive cycles. *Proc. XII. Int. Orn. Congr. (Helsinki)*: 758—789. ● Ders. (1966): Environmental and neuroendocrine regulation of annual gonadal cycles and migratory behaviour in birds. *Rec. Progr. Hormone Research* 22: 177—244.

Anschrift des Verfassers:

Dr. V. Ieromnimon, Main-Straße 121, D—6050 Offenbach/Main.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [29\\_1977](#)

Autor(en)/Author(s): Ieromnimon Vassilios

Artikel/Article: [Beobachtungen über die Wirkung von Hormonen auf das Zugverhalten bei Rotkehlchen \(Erithacus rubecula\) 126-134](#)