

## Zur Physiologie des Vogelzuges.

Von **Franz Groebbels**, Hamburg.

Das Problem des Vogelzuges zerfällt bekanntlich in zwei grofse und getrennte Fragen, in das **Wie** und **Wo**, den Verlauf der biologischen Erscheinung, und in das **Warum**, die Ursache. Wohl von allen, die sich mit diesem Problem praktisch oder theoretisch beschäftigt haben, sind die physiologischen Momente der ganzen Frage mehr oder weniger in Betracht gezogen worden. Wir finden in der einschlägigen Literatur die Nahrungsfrage, das Sexualleben, die Witterungseinflüsse mit dem Vogelzug in Zusammenhang gebracht, und der Unterschied der einzelnen Forscher besteht nur darin, dafs sie den einen oder anderen Faktor ablehnen oder anerkennen. Es hat nicht an Untersuchern gefehlt, welche die physiologische Seite des Problems stärker betonten und auf die Fortsetzung der Vogelzugforschung gerade in dieser Richtung mit Nachdruck hinwiesen. So hob, — um nur einige Beispiele zu nennen, — Bretscher<sup>1)</sup> die Wichtigkeit histologischer Untersuchungen hervor, im Anschlufs an experimentelle Untersuchungen über den Stoffwechsel der Vögel wies ich<sup>2)</sup> darauf hin, dafs der Vogelzug in engstem kausalen Zusammenhang mit Wärmeregulation und Stoffwechsel stehen könne, Schenk<sup>3)</sup> brachte in seiner Arbeit über den Zug der Waldschnepfe als weiteren Gesichtspunkt die Hormone. In neuerer Zeit hat dann Wachs<sup>4)</sup> in einer ausführlichen und kritischen Aufrollung der ganzen Frage gezeigt, dafs das eigentliche Wesen des Zuges im inneren, also physiologischen Geschehen der Vögel liegen müsse.

Der heutige Stand der Frage legt uns also die physiologische, bisher stark vernachlässigte Forschungsrichtung als die wesentlich weiterführende nahe, und es scheint darum berechtigt, wenn wir einmal, all unserer hier noch bestehenden Unkenntnis

---

1) K. Bretscher, Biol. Blatt **36**, 303. 1916.

2) Zschr. f. Biologie **70**, 477. 1920.

3) J. Schenk, Aquila **XXX/XXXI**, 75. 1923/24.

4) H. Wachs, Die Wanderungen der Vögel. Ergebnisse der Biologie I. **479**. 1926.

zum Trotz und vorerst nur nach positiven Tatsachen tastend, eine Physiologie des Zugproblems in kurzen Umrissen entwickeln.

In meiner Arbeit: Die Vogelstimme und ihre Probleme<sup>1)</sup>, habe ich zwischen Gesangesstimmung und Gesangesdisposition unterschieden. Die Gesangesstimmung resultiert aus den Beziehungen zwischen Rezeptionsorganen des Tieres und Gesangesäußerung, sie ist reizphysiologisch, die Gesangesdisposition ist stoffwechselphysiologisch und vor allem innersekretorisch bedingt. Ich glaube, daß uns der Vogelzug ein noch viel besseres Beispiel für diese beiden Begriffe abgibt und möchte darum von Zugstimmung und Zugdisposition sprechen. Während erstere vor allem den Verlauf des Zuges mannigfach beeinflusst, hemmt oder fördert, erklärt uns die Zugdisposition die Ursache des Zuges, soweit sie physiologisch und nicht psychologisch ist.

Betrachten wir nun die Physiologie der Zugserscheinungen unter diesen Gesichtspunkten etwas näher.

I. In allen Arbeiten, vor allem in den Arbeiten unserer Vogelwarten, nimmt die Erörterung der Beziehungen zwischen Zug und meteorologischen Faktoren einen breiten Raum ein. Immer wieder wird die Frage aufgeworfen, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen Zugzeit und Zugverlauf einerseits, Luftdruck, Außentemperatur, Niederschlagsmenge, Bewölkung, Windrichtung und Windstärke andererseits besteht. Dieser Zusammenhang wird von den einen als bewiesen angesehen, von den anderen wiederum geläugnet.

Wenn man die gesammelten Daten verfolgt, so hat man bei der außerordentlichen Willkür der gefundenen Beziehungen zunächst nicht den Eindruck, daß sie tatsächlich und in allgemein geltender Gesetzmäßigkeit bestehen. So kommt Bretscher<sup>2)</sup> auf Grund von Beobachtungen über den Frühlingzug in Elsaß-Lothringen und dem Schweizerischen Mittelland zu der Feststellung, daß der Zug unabhängig von Lage und Tiefe der Depression, Luftdruck, Windrichtung und Wetter erfolge. Ein Zusammenhang mit der Außentemperatur besteht nicht; denn bei den untersuchten

---

1) Biol. Zblatt **45**, 231, 1925.

2) K. Bretscher, Biol. Zblatt **36**, 303, 1916 und **38**, 296, 1918; der Vogelzug in Mitteleuropa. Innsbruck 1920.

Arten beginnt der Einzug zu einer bestimmten Zeit, wächst an und flaut ab, während die Aufsentemperatur gleichzeitig immer weiter ansteigt. Die Wetterlage, — und dies scheint mir besonders unterstrichen werden zu müssen, — wirkt nur indirekt, über die Nahrungswelt, ein. So erklärt sich ja auch die Verlangsamung des Zuges, sein Zessieren, die Erscheinung der Rückwanderung bei Unwetter, Sturm, Schnee und Frost im Frühling. Nach von Lucanus<sup>1)</sup>, der in gleicher Weise eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Zug und Witterung ablehnt, ist die eben genannte Erscheinung die einzige, die einen solchen Zusammenhang nach dem Stand unserer heutigen Kenntnisse erkennen läßt. Aber so einfach liegen die Verhältnisse doch sicher nicht. Vor allem nicht für einen Faktor, den Wind. Nach Marek<sup>2)</sup> wandern im Frühling die Zugvögel aus den Gebieten hohen nach denen niedrigen Luftdrucks und zwar mit dem Wind. Vor allem gilt das für den Frühjahrszug der Waldschnepfe. In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung stehen die Untersuchungen von Tratz<sup>3)</sup>, der für den zeitlichen Verlauf des Herbstzuges der Waldschnepfe auf Helgoland sowohl eine Abhängigkeit von der Luftdruckverteilung in den Abwanderungsgebieten nachwies wie auch feststellte, daß die Schnepfe gewöhnlich mit dem Winde zieht und nur aus besonderen Ursachen bei starkem oder Gegenwind. Es gibt noch viele Feststellungen, welche für eine Abhängigkeit des Zuges von Windrichtung und Windstärke sprechen. Es sei hier nur daran erinnert, daß in Ungarn die Schwalben und viele andere Vögel bei Südwind erscheinen. Wer Gelegenheit hatte, den Herbstzug auf Helgoland zu beobachten, kann sich nicht des Eindrucks erwehren, daß die über Helgoland kommenden Vögel eine bestimmte Windrichtung bevorzugen oder ausschließlichs benützen. Ich glaube, es ist dies vor allem ein aerodynamisches Thema. Die Waldschnepfe gehört sowohl nach Flügelbau wie nach der Morphologie ihres Gehirns<sup>4)</sup> zu den mittelguten Fliegern. Sie wird ebenso wie die kleinen und schlechten Ruderflieger z. B. unsere Singvögel, den Zug leichter bei Rücken- und Seitenwind bewältigen, vor allem

1) Fr. v. Lucanus, Die Bätsel des Vogelzuges II. Aufl. Langensalza 1923.

2) M. Marek, Orn. Jahrbuch XVII. 81. 161. 1906.

3) E. P. Tratz, Veröffentlichungen des Instituts für Jagdkunde. Bd. II. H. 2. Neudamm 1913.

4) siehe Pflügers Archiv 187, 299. 1921.

auch schneller. Gegen Stirnwind bestimmter Stärke können schlechtere, ja selbst bessere Flieger überhaupt nicht ankämpfen, wenn es sich um kleine leichte Vögel handelt. So konnte ich auf Helgoland öfters beobachten, wie Laubsänger und auch Rauchschwalben vergeblich gegen stärkeren Gegenwind kämpften. Immer wieder wurden sie vom Wind mitgerissen und gerieten in die an den Felswänden sich bildenden aufsteigenden Luftwirbel. Anders dürften hier die Verhältnisse bei den Segelfliegern liegen, die, wie wir aus den Untersuchungen G. Lilienthals<sup>1)</sup> wissen, sich gerade den Stirnwind, auch solchen von größerer Stärke, aerodynamisch dienstbar machen können. Beobachtungen an Möwen auf Helgoland bestätigten mir diesen Unterschied vollkommen.

In einer Reihe von Arbeiten hat Häcker<sup>2)</sup> darauf hingewiesen, daß die im Frühjahr erfolgende Ankunft einiger Arten in Süddeutschland durch föhnige Wetterlage stark beeinflusst wird. Für die Vögel soll der Föhn einen Reiz, ein Signal zum Aufbruch aus den Mittelmeergegenden darstellen. Häcker läßt es dahingestellt, welche physikalische Faktoren hierbei eine Rolle spielen, Luftfäden oder Luftsäulen am Südabhang der Alpen, Temperaturveränderungen oder die für den Föhn charakteristischen luftelektrischen Erscheinungen. Vom Standpunkt der Physiologie müssen wir uns nun fragen, welche Rezeptionsorgane denn eigentlich für diese Beeinflussung des ziehenden Vogels durch die Witterungsfaktoren in Frage kommen könnten; denn daß solche Beeinflussung zum Teil doch vorhanden ist, dürfte nicht zu leugnen sein. Man könnte hier an die Organe der Tast-, Druck- und Temperaturempfindung denken, die sich in der Haut, aber auch am Schnabel finden. Es ist auch denkbar, daß der Vogel die Änderung der Wetterlage, des Luftdrucks, der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe der Luftsäcke spürt und dann in bestimmter Weise, in diesem Falle mit Zugbewegungen oder zeitlicher Änderung des Zuges, darauf reagiert. Wissen wir ja auch, daß bestimmte Arten wie Seevögel<sup>3)</sup> und Rabenkrähen<sup>4)</sup> vor einem Wetterumschlag

1) G. Lilienthal, Die Biotechnik des Fliegens. Leipzig 1925.

2) V. Häcker, Verh. Deutsch. zool. Ges. Leipzig 1904. S. 202; Biol. Zblatt. 36, 403. 1916 und 44, 337, 1924; Verh. Orn. Ges. Bayern 916. 1928; Der Ornithol. Beobachter H. 9. 1926.

3) W. Sachse, Orn. Mb. 1898 S. 105.

4) Wunderlich in Meyer-Helm, III. Jahresbericht d. Orn. Beobstat. im Kgr. Sachsen. Berlin 1888 S. 58.

zwecks Nahrungssuche bestimmte Flugmanöver ausführen. Hier fehlen uns freilich noch alle positiven Daten.

Uebrigens hat die neuere klimatologische Forschung gezeigt, daß gerade auch föhniges Wetter einen besonderen Einfluß auf den menschlichen Organismus ausübt, doch bleibt es vorerst dahingestellt, welche Faktoren hier eine Rolle spielen, ob Stoffe, die sich dann in der Luft befinden, ob Temperatur und Feuchtigkeitgehalt wie elektrische Ladung der Luft. Für den Menschen spricht vieles dafür, daß es sich bei den eintretenden Erscheinungen (Müdigkeit, Kopfschmerz, Blutdrucksenkung, Aenderung der Leitfähigkeit der Haut) um vom sympathischen Nervensystem ausgehende Reflexe handelt.

II. Ein zweites Problem, das mit der Physiologie in engstem Zusammenhang steht, ist das der Orientierung auf dem Zuge. Das Orientierungsvermögen ist ja nun keineswegs eine Domäne der Vögel. Wissen wir doch aus den Untersuchungen von Fabre Bethe u. a., daß es den Bienen in gleicher Weise zukommt, in derselben Weise zeigt es uns der wandernde Lachs, der bekanntlich dorthin zurückfindet, wo er geboren wurde. Kein geringerer als Ch. Darwin dachte bei der Orientierung der Insekten an einen Magnetsinn, Viguier<sup>1)</sup> nahm für die Orientierung der Brieftaube magnetische Ströme an, welche die Bogengänge des Labyrinthorgans treffen sollten. Andere sprechen von einem sechsten Sinn, Schenk<sup>2)</sup> stellt die Hypothese der Innervierung besonderer Sinneszellen auf. Ich glaube, daß bei der Orientierung Sinnesorgane irgendwie eine Rolle spielen, darüber kann kein Zweifel bestehen, wir wollen deshalb die uns bekannten Sinnesapparate in Betracht ziehen. Wenn man das Labyrinth einer Brieftaube untersucht, so fällt einem die verhältnismässig starke Entwicklung auf. Einige Forscher haben deshalb daran gedacht, daß dieses Organ, das eigentliche Gleichgewichtsorgan des Fluges<sup>3)</sup>, bei der Orientierung der Tiere eine besondere Rolle spielen könnte. Experimente konnten nun freilich diese Annahme nicht bestätigen. Versuche von Exner<sup>4)</sup>

1) C. Viguier, Revue philosophique I. 1882.

2) l. c.

3) siehe meine Arbeiten: Zschr. f. Biologie 76. 83 und 127. 1922; Naturwissenschaften 46. 988 1922; Pflügers Archiv 214, 721. 1926 und 216, 507. 1927; Journ. f. Ornith. 3. 62, 1926.

4) S. Exner. Sitzber. Akad. Wiss. Wien V. 102. Abt. 3. 318. 1893.

ergaben, daß Tauben trotz Narkose, Galvanisierung und Reizung des Organs die Orientierung nicht verloren. Von Cyon<sup>1)</sup> cocainisierte und ätherisierte die Bogengänge von Tauben ohne Erfolg. Eine Taube mit zugestopften Gehörgängen kam praktisch in derselben Zeit zum Schlage zurück wie eine normale, eine Taube mit verschlossenen Nasenlöchern hingegen erst nach 4 Tagen anstatt in 1 1/2 Stunden. Der Forscher nimmt auf Grund dieser doch keineswegs ausreichenden Experimente einen speziellen Spürsinn in Nasenschleimhaut und Stirnhöhle an, der die Richtung, Stärke und Temperatur des Windes vermitteln sollte.

In einer Reihe von Arbeiten hat Vitali<sup>2)</sup> ein kleines Organ im Mittelohr der Vögel beschrieben, das er bei den guten Fliegern besonders entwickelt fand und unter den Säugetieren nur bei der Fledermaus feststellen konnte. Da Zerstörung des Organs nach ihm Störungen des Fluges hervorrufen sollte, bezeichnete er es als ein Flugorgan und stellte sich vor, daß es durch Druckschwankungen im Mittelohr erregt werden sollte. Das Vorhandensein des Organs wurde in der Folgezeit zwar von Ruffini<sup>3)</sup>, Oldenstam<sup>4)</sup> und Benjamins<sup>5)</sup> bestätigt, van Wijhe<sup>6)</sup> konnte indessen zeigen, daß homologe Organe auch bei den niederen Wirbeltieren, wie z. B. Selachiern und Dipnoern vorkommen. Auf Grund genauer embryologischer und morphologisch-histologischer Untersuchungen kommt Oldenstam<sup>4)</sup> zu einer Ablehnung der von Vitali für das Organ angenommenen Funktion. Experimentelle Untersuchungen von Benjamins<sup>5)</sup> ergaben nach Zerstörung des fraglichen Organs nicht nur keinerlei Störung des Fluges, drei Brieftauben, denen die Vitali'schen Organe vorher ausgebrannt waren, legten ohne irgend eine Störung der Orientierung eine Reise von 70 km zurück. Mit dem Orientierungsproblem hat dieses Organ also sicher nichts zu tun.

Jeder, der sich mit dem Aufbau des Zentralnervensystems der Vögel vertraut macht, wird erstaunt darüber sein, welch ge-

---

1) E. v. Cyon, Pflügers Archiv **79**, 211. 1900.

2) G. Vitali, Anat. Anz. 39. 1911 und 40. 1912; Intern. Monschr. f. Anat. und Physiol. 30, 1914; Atti d. R. Accad. d. Fisiocritici in Siena 1915; Ricerche Morfologia 3, 1923 und 4, 1924; Monitore Zoologico Italiano XXXVI. 122. 1925.

3) A. Ruffini, Arch. Italiano di Otologia 1920.

4) R. A. Oldenstam, Proefschrift Groningen 1925.

5) C. E. Benjamins, Archives Néerlandaises de Physiologie XI, 215, 1926.

6) J. W. von Wijhe, Koninkl. Akademie v. Wetensch. Amsterdam 1922.

waltigen zentralen Sehapparat diese Tiere besitzen<sup>1)</sup>. Vögel sind Gesichtstiere in ausgesprochenem Mafse, und es liegt darum nichts näher, als für das Orientierungsproblem den Gesichtssinn in erster Linie in Frage zu ziehen.

Neuere Untersuchungen von Zimmer<sup>2)</sup>, Häcker<sup>3)</sup>, Schwan<sup>4)</sup> und Dorno<sup>5)</sup> zur Reizphysiologie des Vogelgesangs haben gezeigt, daß Morgen- und Abendgesang in engster Beziehung zur Helligkeit stehen, und daß die Empfindungsschwelle für diese Helligkeit, die Reaktion auf bestimmte Helligkeit offenbar bei den einzelnen Arten verschieden ist. Ich glaube, dieses Problem ist auch mit der Frage des Zuges aufs engste verknüpft. Man sollte einmal zur Zugszeit auf den Vogelzugstationen systematisch photometrische und photochemische Bestimmungen der zeitlichen Helligkeit vornehmen, Versuche, die uns positiv sicher weiter bringen würden. Wie fein der Zugvogel auf Helligkeitsunterschiede reagiert, konnte ich oft genug auf Helgoland beobachten. Es ist sicher ein eindrucksvoller Anblick, wenn in dunkler Zugsnacht Scharen von Vögeln um den Leuchtturm schwirren, es ist aber noch eindrucksvoller, wenn man sieht, wie diese Vögel alle plötzlich verschwunden sind und beim Blick nach dem Himmel, vielleicht für das menschliche Auge eben sichtbar, ein kleiner Stern herunterleuchtet, für den ziehenden Vogel Reiz genug, die ganze Zugsituation, den Reizeffekt, die relative Helligkeit der vom Leuchtturm ausgehenden Lichtkegel zu verändern.

Daß bei der Orientierung auf dem Zuge das Auge eine Rolle spielt, ist oft genug ausgesprochen worden, der ganze Verlauf der Zugbilder, der Küste, den Flüssen, den Tälern und Pässen folgend, spricht hinreichend dafür. In diesem Zusammenhang sei auch auf die berühmten Versuche Rodenbachs<sup>6)</sup> an Brieftauben hingewiesen. Sie ergaben, daß die Tiere bei Nacht nicht zurückfanden, hingegen bei Mondschein; Schnee und Nebel störte die Orientierung sehr. Einseitig geblendete Tauben fanden schwerer zurück, doppelseitig geblendete überhaupt nicht.

1) Siehe meine Arbeit Anat. Anz. **57**, 385. 1924.

2) C. Zimmer, Verh. Orn. Ges. Bayern XIV. 1919.

3) V. Häcker, Biol. Zblatt. **36**, 403 1916 und Pflügers Archiv **204** 718 1924.

4) A. Schwan, Pflügers Archiv 180, 1920 u. Verh. Orn. Ges. Bayern XV. 1921/22.

5) C. Dorno, Pflügers Archiv **204**, 645 1924.

6) F. Rodenbach, Zschr. f. Brieftaubenkunde Nr. 33—37, 1895.

Welche Bedeutung das Auge hier hat, geht auch aus neueren Untersuchungen Rivieres<sup>1)</sup> hervor.

Diese Frage steht in engster Beziehung zu dem Problem der Höhe des Zuges. Es wird wohl heute allgemein angenommen, daß die alten Angaben Gätkes unrichtig sind. Versuche von Helm<sup>2)</sup>, Loos<sup>3)</sup> und von v. Lucanus<sup>4)</sup> haben gezeigt, daß man Vögel in der Luft schon in recht geringer Höhe aus dem Auge verliert. Der Vogelzug dürfte im allgemeinen niedrig erfolgen, nie höher als in 2000 Meter. Dafür sprechen ja auch die Beobachtungen unserer Flieger. Die Fernrohrbeobachtungen Spills<sup>5)</sup>, welche zwar nicht widerlegt sind, sind aus diesem Grunde mit großer Skepsis zu betrachten. Freilich, wenn wir einen Vogel, der sich in bestimmter Höhe befindet, aus dem Auge verlieren, so beweist das an und für sich nur, daß wir die Vögel, die eventuell höher ziehen, nicht sehen. Es käme auf die Frage des zum Teil für uns unsichtbaren Zuges heraus, die aber sehr problematisch ist. Wenn wir die Leuchttürme und die an der Küste befindlichen für die Zugvögel gewissermaßen traditionellen Rastpunkte allein in Betracht ziehen, so muß bedacht werden, daß die Vögel an diesen Punkten doch niedriger fliegen könnten als an anderen Stellen ihrer Wanderung; denn sie werden durch die betreffenden Punkte angelockt und senken sich zu ihnen nieder.

Zu einem Punkt, den v. Lucanus<sup>6)</sup> anführt, möchte ich als Physiologe Stellung nehmen. v. Lucanus führt als Beweis dafür, daß die Vögel in großen Höhen nicht ziehen könnten, Experimente Berts<sup>7)</sup> an, die die große Empfindlichkeit des Vogels gegen Sauerstoffmangel beweisen. Vögel vertragen die Luftpumpe schlecht. Aus Untersuchungen Aggazzottis<sup>8)</sup> geht hervor, daß Tauben zwischen 394 und 276 mm Hg Symptome von Bergkrankheit zeigen,

---

1) B. B. Riviere, *British Birds* XVII. 118. 1923.

2) F. Helm, *Orn. Mb.* 1902 S. 151.

3) K. Loos, *Orn. Mb.* 1903 S. 49.

4) Fr. v. Lucanus, V. Intern. Zool.kongress Berlin 1901 u. V. Intern. Ornithkongress Berlin 1910; *Die Rätsel des Vogelzuges* II. Aufl. Langensalza 1923. Siebenter Abschnitt.

5) Spill, *Naturw. Wsch.* 1907 Nr. 19.

6) l. c.

7) P. Bert, *La pression barométrique.* Paris 1870.

8) A. Aggazzotti, *Rend. Accad. Lincei Cl. Sc. fis. anat. nat.* Vol. 17. 1908.



Rassetauben sind hier am empfindlichsten. Experimente von Kronecker <sup>1)</sup> zeigen, dafs, wenn man einen Sperling, eine Ratte und einen Frosch unter die Luftpumpe setzt, der Sperling zuerst umfällt, bei etwa 250 mm Hg. Die Barometerdrucke, die in diesen Experimenten eine sichtbare Schädigung hervorrufen, entsprechen sehr grofsen Höhen, die über 5000 Meter liegen, also weit über der für den Zug im allgemeinen angenommenen Grenze. Aber das nicht allein. Schon Strohl <sup>2)</sup> betonte, dafs man solche am ruhig mit angelegten Flügeln sitzenden Vogel angestellten Experimente nicht auf den fliegenden Vogel übertragen kann. Die Nasenlöcher und Nasenhöhlen der Vögel sind so eingerichtet, dafs sie ohne Hindernis die Luft passieren lassen. Das ist für den fliegenden Vogel, der anscheinend keine Atembewegungen ausführt, auferordentlich wichtig. Während des Fluges kommt aber, wie Marey <sup>3)</sup> mit bestimmter Methode gezeigt hat, beim Niederschlag des Flügels eine Expiration, beim Aufschlag eine Inspiration von Luft zu Stande. Der fliegende Vogel leistet eine ungeheure Arbeit, dazu braucht er viel mehr Sauerstoff als wenn er ruhig säfsse. Bei einer Amsel, die während des Versuchs herumflatterte, fand ich den Sauerstoffverbrauch schon um 50 % gegenüber dem Ruhewert gesteigert <sup>4)</sup>. Wieviel mehr dürfte er gesteigert sein, wenn das Tier fliegt. Die Natur hat nun gerade in der Flügelbewegung im Fluge einen Apparat geschaffen, der für die nötige Sauerstoffzufuhr bei dieser mit starkem Sauerstoffbedürfnis einhergehenden Tätigkeit sorgt. Nehmen wir z. B. einen konkreten Fall, die Haus- taube. Bei 17 Grad zeigen die ruhig sitzenden Tiere etwa 36 Atemzüge pro Minute. Eine Taube macht aber im Fluge 8 Flügel- schläge pro sec. das wären 480 pro Minute.

Die Ventilation ist also im Fluge um mehr als das 13fache erhöht, und es kann mit Bestimmtheit angenommen werden, dafs diese Ventilation auch ausreichen würde, bei einem in grofser Höhe ziehenden Vogel trotz des nun stark gesunkenen Partiardrucks des Sauerstoffs die Erscheinungen des Sauerstoffmangels hint-

---

1) H. Kronecker, Biol. Zblatt. 31. 1911.

2) J. Strohl, Zool. Jahrbücher, Abt. f. allg. Zool. u. Physiol. der Tiere 80, 1. 1911.

3) E. J. Marey, Le vol des oiseaux. Paris 1890.

4) Pflügers Archiv. 218. 98. 1927.

anzuhalten: Umsomehr, da er immer neue, frische Luft sich zuführen kann, und durch die dauernd vorhandenen Luftströmungen die Ventilation noch gefördert wird. Man kann jederzeit beobachten, daß Vögel, in einem kleinen Zimmer herumgehetzt, bald dyspnöisch werden. Sie können ihr Flugvermögen nicht richtig entfalten und deshalb ihre Lungen- und Luftsackventilation nicht richtig bewerkstelligen.

An und für sich kann der fliegende Vogel auch große Höhen vertragen. Das beweisen die in größerer Höhe über die Gebirge fliegenden Vögel. Wollaston<sup>1)</sup> beobachtete auf der ersten Mt. Everest Expedition in Höhen bis zu 6500 Meter wandernde Pieper und Rotschwänze, Raben sah er noch in 7000 Meter, Lämmergeier in 7800 Meter. Das würde einem Luftdruck entsprechen, bei dem die Tiere, wenn sie unter der Luftpumpe gesessen hätten, sicher Erscheinungen von Sauerstoffmangel gezeigt hätten. Aber sie zeigten sie nicht, weil sie den Sauerstoffmangel durch Erhöhung der Ventilation kompensierten. Es sei hier eine Erfahrung der Bergsteiger angeschlossen. In größeren Höhen kann man beobachten, daß man in Ruhe, wenn die Atmung flach ist, den Sauerstoffmangel empfindet, hingegen nicht, wenn man marschiert, weil dann die Atmung vertieft ist.

Es ist wohl sicher anzunehmen, daß der Vogel beim Zuge die Höhe einnimmt, aus der er sich optisch orientieren kann. Wir wissen freilich nicht, aus welcher Höhe er das noch kann, wie groß seine Sehschärfe ist. Aber wir können beobachten, daß bei klarem Wetter und weiterer Sicht der Zug in größeren Höhen erfolgt als bei schlechtem, wir dürfen auch annehmen, daß die Orientierung der Zugvögel wie bei den Brieftauben leiden würde, wären sie gezwungen, längere Zeit über Nebel und Wolken schichten zu ziehen. Wenn wir diesen Einfluß der optischen Orientierung näher präzisieren, so wäre neben dem allgemeinen hemmenden oder fördernden Reiz bestimmter Helligkeit daran zu denken, daß die optischen Merkmale einer durchflogenen Landschaft im Vorder- oder Mittelhirn assoziativ verankert werden und beim Wiederpassieren dieser Landschaft dann insgesamt wieder anklingen, wenn nur eine Erscheinung dieser Landschaft einwirkt. In diesem Zusammenhang sei folgende interessante Zeitungsnotiz des Ham-

---

1) N. B. Kinnear, Ibis IX. 495. 1922.

burger Korrespondenten vom 25. III. 27 angeführt. In Diepholz konnte beobachtet werden, wie Kraniche auf dem Frühjahrszug über einer Stelle, an der seit Jahren eine vor kurzem abgerissene alte Bockmühle gestanden hatte, wild durcheinander flogen und dann erst nach einiger Zeit ihre Wanderung fortsetzten. Es spricht dies wohl für eine associative Verankerung von optischen Eindrücken. Eine solche Verankerung kann bei solchen Arten, die, wie das Beringungsexperiment zeigt, immer wieder dieselben Zugwege einschlagen, ja auch leicht zu Stande kommen. Und handelt es sich hier um junge Vögel, so ist daran zu denken, daß sie sich vielleicht den Alten, welche die Zugwege kennen, anschließen und gewissermaßen durch Nachahmung getrieben mitfliegen.

Freilich muß hier angenommen werden, daß z. B. beim Herbstzug die Associationen in umgekehrter Richtung ablaufen wie beim Frühjahrszug. Schwieriger liegen die Verhältnisse aber bei solchen Arten, welche wie z. B. der amerikanische Goldregenpfeifer im Frühling und Herbst verschiedene Wanderwege benutzen. Wenn wir auch hier optisch bedingte Associationen zu Grunde legen wollen, müssen sie ungeheuer sein, und diese Vögel, welche ja in jedem Jahr nur einmal eine bestimmte Landschaft durchfliegen, müssen ein ausgezeichnetes Gedächtnis haben. So kommen wir über Vermutungen nicht heraus. Ebenso schwierig ist die Angabe von Dewitz<sup>1)</sup> zu beurteilen, daß Zugvögel die Tendenz haben, sich nach den vier Himmelsrichtungen zu orientieren. Auch hier könnte eine optische Orientierung vorliegen. Es gibt Fälle, die wohl klar beweisen, daß Vögel durch Landschaften zu ihrem Standort zurückfinden, die sie nie vorher gesehen haben, ich denke hier z. B. an die interessanten Experimente von Loos<sup>2)</sup>. Auch viele junge Zugvögel, die zum ersten Mal ihre Herbstreise antreten und doch in ihre Winterquartiere finden, gehören hierher. Man hat darum von einem nicht näher definierbaren Orientierungs- und Richtungssinn gesprochen; für den Physiologen bleiben diese Tatsachen jedenfalls ein ungelöstes Rätsel.

Es gibt noch so manche Frage, welche unter den Gesichtspunkt der Orientierung fällt, z. B. das Ziehen bei Tag oder bei Nacht. Auf Helgoland haben wir ausgesprochene Nachtzüge,

---

1) J. Dewitz, Arch. f. Anat) u. Physiol. S. 89. 1901.

2) C. Loos, Orn. Mb. 1907 S. 17.

vor allem der Singvögel, und zwar nicht nur solche, welche durch den Leuchtturm beeinflusst zu sein scheinen. Nimmt doch auch Weigold<sup>1)</sup> an, daß der Leuchtturm nur zu etwa  $\frac{1}{3}$  am Helgoländer Vogelzug Schuld ist. Anläßlich eines Herbstaufenthaltes auf St. Peter konnte ich beobachten, wie an mehreren Abenden viele Zugvögel, die sich in Scharen auf der Düne sammelten, mit Beginn der Dämmerung weiterzogen und zwar gerade in der Richtung, in welcher der Schimmer des Helgoländer Leuchtturms zu sehen war.

III. Wenden wir uns nun zur zweiten Frage, zur Ursache des Zuges überhaupt, so können wir auch hier vom physiologischen Standpunkt aus zunächst an bestimmte Reize denken, welche den Zug auslösen. Es besteht die Möglichkeit, daß die Luftsäcke eine Rolle spielen, indem sie eine bestimmte für den Zug günstige Wetterlage, bestimmten Luftdruck, als Reiz dem Vogel vermitteln, ein Gedanke, der schon von v. Madarasz<sup>2)</sup> ausgesprochen worden ist. Eine viel größere Rolle dürfte aber auch hier der Sehapparat spielen. Schon v. Homeyer<sup>3)</sup> hielt es für wahrscheinlich, daß das schwindende und kommende Licht und die damit verbundene Beschaffenheit der Luft für die Zugzeiten von Einfluß seien. Licht, Witterung und Nahrung, so glaubte er, seien die drei Momente, die als Motoren berücksichtigt werden müßten. Betrachten wir die Brutgebiete der Zugvögel, die im Herbst über Deutschland kommen, so herrscht in einem Teil dieser Gebiete im August eine größere Helligkeitssumme der Tage als bei uns, im September nimmt die Helligkeit stark ab, im Oktober ist sie geringer als bei uns.

Von den früh abziehenden Arten abgesehen, so könnte daran gedacht werden, daß diese Aenderung der Helligkeit ein reizauslösendes Moment für den Herbstzug der nordischen Vögel darstellt. Darüber können natürlich nur photometrische und photochemische Untersuchungen der zeitlichen Helligkeiten an den Orten des Abzugs entscheiden.

---

1) H. Weigold, *Aquila* XXX/XXXI. S. 129. 1923/24.

2) S. v. Madarasz, *Orn. Mb.* 1899 S. 160.

3) E. F. v. Homeyer, *Die Wanderungen der Vögel.* Leipzig 1881 S. 320/321.

Diese Frage ist nun auf das engste mit einer zweiten verknüpft, der wir im Problem des Vogelzuges eine wesentlich bestimmende Rolle zuschreiben dürfen, mit der Frage der Nahrung. Für die meisten Vögel ist die Möglichkeit der notwendigen Nahrungszufuhr an eine bestimmte Helligkeit geknüpft. Aus Untersuchungen Rörigs<sup>1)</sup> wissen wir, daß Weichfresser im Winter relativ weniger fressen als im Sommer, das tägliche Nahrungsquantum ist abhängig von der Belichtungszeit in den einzelnen Tagen des Jahres. Das Webervögelchen *Estrilda astrild* L. kann nach Lapicque<sup>2)</sup> in den kurzen Wintertagen bei 15 Grad Außentemperatur nicht soviel fressen, daß es sich im Stoffwechselgleichgewicht erhält; wird hingegen durch künstliche Beleuchtung die Fresszeit um 2—3 St. verlängert, dann verträgt es ohne Schaden selbst Außentemperaturen von 13 Grad. In diesem Zusammenhang sei auch daran erinnert, daß Hühner in künstlich beleuchteten Ställen mehr Eier legen, weil die Nahrungsaufnahme, von der die Eiproduktion abhängt, dann gesteigert ist. Für die Zugvögel des Nordens werden wir annehmen dürfen, daß sie, wenn die Tageshelligkeit auf eine gewisse Zeit beschränkt und die Außentemperatur, welche den Stoffwechsel mit ihrem Absinken steigert, auf ein bestimmtes Niveau gefallen ist, ihre Körperbilanz nicht mehr in Gleichgewicht halten können. Das mag dann ein inneres Signal zum Zuge sein. Daß bei der Frage der Wanderungen Nahrungsmangel und Nahrungsüberfluß eine Rolle spielen können, ist bekannt. Es sei hier nur an die Wanderungen des Tannenhähers, des Rosenstars, des Bergfinken, des Kreuzschnabels, des Steppenhuhns, des Habichtskauzes und der Sumpfohreule erinnert. Heuschreckenschwärme haben das Auftreten des Rosenstars im Gefolge, Heuschreckennahrung wirkt auf die Zugwege des weißen Storches mit bestimmend. Mangel an Mäusen treibt manche Eulenarten aus bestimmten Gegenden, Mäuseplage in anderen Gegenden lockt manche Eulenarten her. Haffmückenschwärme ziehen nach Thienemann<sup>3)</sup> Schwärme von Staren herbei. Ich glaube, auch die Frage, Zugstrafse oder Zug in breiter Front, die Zugsdauer der Arten in einem Gebiete,

---

1) G. Rörig, Arbeiten a. d. Biol. Abt. f. Land- und Forstwirtschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt. Berlin IV. 1. 1903.

2) L. Lapicque, Bull. Mus. d'hist. nat. Paris 2. 1911.

3) J. Thienemann, Rossitten. Neudamm 1927.

der ganze Verlauf der Wanderwege unserer Zugvögel, wie ihn uns das Beringungsexperiment erschlossen hat, sowie die Umwandlung von Zug- zu Strich- und Standvögel stehen mit der Nahrungsfrage in engstem kausalen Zusammenhang. Vögel, die auf die Nahrungswelt der Küste, des Meeres eingestellt sind, werden andere Wanderwege einschlagen müssen wie z. B. auf Binnenlandnahrung eingestellte Vögel. Im Rahmen der Frage: Nahrung und Zug, haben wir das Körpergewicht der Zugvogel, das Problem, ob sie mit leerem oder vollem Magen ziehen, die Körpertemperatur und das Fettwerden im Herbst näher zu betrachten. Die Ornithologen haben sich bis heute zumeist darauf beschränkt, Vögel zu messen und nicht zu wiegen; die ganze etwas einseitige Einstellung auf die Systematik brachte das mit sich. Viel wertvolles Material ist durch diese Einstellung nicht voll ausgenützt worden. Darum verdienen die wenigen Untersuchungen über das Körpergewicht der Vögel von Thienemann<sup>1)</sup>, Krohn<sup>2)</sup>, Heinroth<sup>3)</sup>, Graf Zedlitz<sup>4)</sup> und Weigold<sup>5)</sup> unsere besondere Beachtung. Die ausgedehnten Untersuchungen Weigolds<sup>5)</sup> an Helgoländer Zugvögeln zeigen, daß das Körpergewicht auf dem Zuge außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist, die mehr als 30 % betragen können.

Hier ist natürlich einmal der Ernährungszustand maßgebend. Daß bei der Wägung ein voller Magen u. U. eine recht erhebliche Gewichtssteigerung geben kann, ist sicher, zumal, wenn der betr. Vogel Sand und Steinchen aufgenommen hat. Für das Minimalgewicht können wir mit Weigold das Gewicht der verhungerten Tiere heranziehen. Wie aus älteren Untersuchungen von Kuckein<sup>6)</sup>, Schimanski<sup>7)</sup> und E. Voit<sup>8)</sup> hervorgeht, ist bei Hühnern die Lebensdauer abhängig vom Eiweißzerfall im Hunger und dieser wieder-

---

1) J. Thienemann, Journ. f. Orn. S. 384. 1909.

2) H. Krohn, Orn. Mb. 1915 S. 137 u. 147.

3) O. Heinroth, Journ. f. Orn. 1922 S. 172.

4) O. Graf Zedlitz, Journ. f. Orn. 1924 S. 243 u. 1926 S. 296.

5) H. Weigold, Wissensch. Meeresuntersuhungen. Abt. Helgoland. XV. Bd. Neue Folge. Abh. No. 17. Oldenburg 1926.

6) Kuckein, Zschr. f. Biologie 18, 19. 1882.

7) H. Schimanski, Zschr. f. physiol. Chemie 3. 396. 1879.

8) E. Voit, Zschr. f. Biologie 41. 113, 169. 1901.

um vom Fettgehalt des Körpers. Fette Vögel können länger hungern, weil ihr Fett, das zuerst im Hunger verbrannt wird, das lebenswichtige Eiweiß einspart. Es ist dies auch ein wichtiger Gesichtspunkt für die Beurteilung des Körpergewichts der Zugvögel, vor allem für die Erklärung der Bedeutung des Fettwerdens im Herbst.

Wenden wir uns zu der Frage, ob unsere Zugvögel mit leerem oder vollem Magen ziehen, so ist sie bereits mehrfach, so von Thienemann<sup>1)</sup> und Weigold<sup>2)</sup> angeschnitten worden. Von 173 Zugvögeln, die Thienemann untersuchte, hatten 40% leere Mägen. Nach Weigold ist der Prozentsatz leerer Mägen gerade bei den kleinen Weichfressern besonders groß. Ich glaube die Frage des Mageninhalts ist insofern für das Zugproblem von besonderer Bedeutung, weil sie uns u. U. darüber Aufschluss geben kann, wie lange vorher ein Zugvogel ohne Nahrungsaufnahme geflogen ist. Man muß aber zur Beurteilung dieser Frage die Verdauungsgeschwindigkeit kennen und Ernährungszustand sowie Körpertemperatur berücksichtigen. Bei Vögeln mit schneller Verdauung wie z. B. unseren kleinen Weichfressern werden mehr leere Mägen zu erwarten sein und der Einfluss des leeren Magens auf Körperzustand und Eigentemperatur wird mehr hervortreten. Hinzukommt noch die Möglichkeit, daß die Verdauung auch beim Vogel durch die Bewegung des Fluges verzögert wird, wie wir dies für Pferd, Schwein und Meerschweinchen wissen. Daß sie auch während des Fluges vor sich geht, beweisen die Möwen, die während längerer Flüge, wenn sie z. B. einem Schiffe folgen, Harn und Kot entleeren.

Im Rahmen der Frage, wie lange ein leerer Magen bereits leer war, scheint es mir naheliegend, mit physiologischen Methoden den Gehalt der Drüsenmägen an Pepsinorstufe bei frisch gefangenen Zugvögeln zu untersuchen. Daß die Verdauung bei vielen Vogelarten eine außerordentlich rasche ist, lehrt jede Beobachtung. Sie ist ja schon eine Forderung des intensiven Stoffwechsels und der Aufrechterhaltung der Wärmeregulation<sup>3)</sup>. Wenn Braun<sup>4)</sup> ein-

1) J. Thienemann, Journ. f. Ornith. II. 1917 S. 239.

2) l. c.

3) Vgl. meine Arbeiten Pflügers Archiv **218**. 98. 1927 u. Biol. Zblatt **47**. 344. 1927.

4) F. Braun, Orn. Mb. 1918 S. 67.

mal bemerkt, theoretisch dürfte eine Nahrungsaufnahme täglich für das Leben eines Finken, einer Ammer ausreichen, so ist das praktisch sicher unrichtig. Wie schnell die Verdauung erfolgt, erhellt aus folgendem Versuch, den ich an einer Mönchgrasmücke ♂ anstellte.

Das Tier bekam im Anschluß an Mischfutter und Mehlwürmer frische Fliederbeeren.

11.58—12.10. 7 Fliederbeeren gefressen (1,190 g).

12.10 d. h. nach 12 min. erscheint der erste violett gefärbte Kotballen.

2.38. d. h. 2 St. 28 min. später erscheint der letzte violett gefärbte Kotballen.

Das Tier hatte von 11.58—2.38 17 braune + 49 violett gefärbte Entleerungen!

Wir kommen zur Körpertemperatur. Ihre Messung bei Zugvögeln scheint mir ein gutes und den Vogel nicht schädigendes Mittel zu sein, über den Zustand der Verdauung und Ernährung Aufschlüsse zu gewinnen.

Während über die Körpertemperatur der Vögel überhaupt eine ganze Reihe Untersuchungen vorliegen (Monin<sup>1)</sup>, Simpson und Galbraith<sup>2)</sup>, Löer<sup>3)</sup>, Hildén und Stenbäck<sup>4)</sup>, Wetmore<sup>5)</sup>), ist diese Erscheinung für das Zugproblem bis heute nicht herangezogen worden. Die Körpertemperatur schwankt bekanntlich während 24 St. in bestimmter Weise und ist ein feines Reagens auf Ruhe und Bewegung, Nahrungsaufnahme und Hunger. Da wir all diese Momente bei Beurteilung der Körpertemperatur von Zugvögeln mit berücksichtigen müssen, so sei einiges hierüber erwähnt. Monin<sup>1)</sup> fand beim Hausgeflügel, bei Wildente, Rebhuhn, Raufußbussard, Saatkrähe und Dohle das Maximum der Körper-

1) Monin, Arch. f. Veterinärwissenschaften, Petersburg 1894.

2) G. Simpson and Galbraith, Journ. of physiology 33. 225, 1905.

3) Löer, Die normale Körperwärme, Atem- und Pulszahl der Vögel. Berlin 1909.

4) A. Hildén und K. S. Stenbäck, Skandinavisches Arch. f. Physiol. 34. 832. 1916.

5) A. Wetmore, Smithsonian Collections, Washington 1921.

8) l. c.



temperatur zwischen 10 a. m. und 4 p. m, Simpson und Galbraith<sup>1)</sup> fanden das Maximum bei der Drossel um 12 und 1 p. m, beim Star um 3 und 6 p. m.

Hildén und Stenbäck<sup>2)</sup>, stellten bei einer ganzen Reihe verschiedener Vogelarten das Maximum auf 9 a. m. bis 3 p. m. fest. Es muß betont werden, daß es sich bei allen diesen Untersuchungen zumeist um eingewöhnte, gefangene Vögel handelte. Bei Vögeln in der freien Natur können die Maxima vielleicht anders liegen. Daß bei Ruhe die Körpertemperatur sinkt, geht vor allem aus den Versuchen von Hildén und Stenbäck<sup>3)</sup> hervor, daß sie bei Bewegung z. B. vorherigem Herumfliegen steigt, lehrt jedes Experiment. Was schließlich den Einfluß des Hungers betrifft, so seien hier folgende Daten aus meiner letzten Arbeit über den Stoffwechsel der Vögel<sup>3)</sup> wiedergegeben. Rotkehlchen ♂: Körpertemperatur bei guter Ernährung 44,2—44,4° bzw. 43,6—43,8° C. Nach 4 St. Hunger untersucht bei 15,8° C Außentemperatur 37,2° C. Singdrossel ♂: bei guter Ernährung 43,2—44,3° C, nach 6 1/2 St. Hunger untersucht bei 16° C Außentemperatur 41,4° C. (Beide Untersuchungen im Mai.) Buchfink ♂: untersucht im Februar, Körpertemperatur nach 23 St. Hunger von 44,8° auf 44,3° C gesunken. Haustaube: Körpertemperatur 43,3° C, nach 8 Tagen Hunger auf 40,7° C gesunken.

Wie ich an gleicher Stelle ausführte, müssen wir stoffwechselphysiologisch zwei Kategorien Vögel unterscheiden, einmal solche, welche im Stande sind, auch in Ruhe und Nüchternheit ihre Eigentemperatur bei wechselnder Außentemperatur längere Zeit konstant zu halten und solche, welche das nicht können. Die erste Kategorie ist charakterisiert durch geringeren Bewegungsdrang, geringeres Nahrungsbedürfnis, geringere Verdauungsgeschwindigkeit, größere Hungerresistenz, niedrigere Eigentemperatur und relativ niedrigen Sauerstoffverbrauch.

Die zweite Kategorie hingegen bedarf zur Konstanthaltung ihrer Eigenwärme eines fortlaufenden Nebeneinanders von Be-

---

1) l. c.

2) l. c.

3) Pflügers Archiv 218. 98, 1927.

wegung und Nahrungsaufnahme, die Vertreter dieser Gruppe fallen uns durch große Lebhaftigkeit, relativ großes Nahrungsbedürfnis, schnelle Verdauung, geringe Hungerresistenz, hohe Eigenwärme und relativ hohen Gaswechsel auf.

Diese Unterschiede spielen nun sicherlich eine bedeutsame Rolle auch im Zugproblem. Und zwar in verschiedener Hinsicht. Wir sahen bereits, daß bei Bewegung die Eigentemperatur des Vogels und sein Gaswechsel ansteigt. In besonderem Maße wird dies der Fall sein bei längeren Zugleistungen, zumal wenn sie wie bei unseren Ruderfliegern mit erheblicher Anstrengung verbunden sind. Die im Fluge freiwerdenden Energien treten als mechanische Arbeitsleistung und Wärme in Erscheinung.

Aus welchen Quellen schöpft aber der ziehende Vogel diese Energie?

Es kommen hier die Betriebsstoffe Glykogen, Fett und Reserveeweiß in Betracht.

In erster Linie natürlich das Glykogen. van 't Hoff<sup>1)</sup> konnte feststellen, daß in der Hand gehaltene Tauben, wenn sie Flatterbewegungen ausführen, für 4000 Flügelschläge etwa 60 mg Glykogen im Brustmuskel verbrauchen. Das entspräche einer Arbeitsleistung von 36 kgm. Beide Brustmuskeln zusammen leisten bei 4000 Flschl. aber nur eine Arbeit von 21,6 kgm. Es würde also die Menge des verbrannten Glykogens vollauf genügen, die betreffende Arbeit zu bestreiten.

Bei der viel größeren Arbeit, die der Vogel periodenweise beim Zuge leistet, haben wir wohl einen viel größeren Glykogenverbrauch anzunehmen. Die Betriebsquellen werden sich hier aber nicht auf das Glykogen allein beschränken. Auch das Fett des Körpers wird zur Bestreitung der Flugleistung herangezogen. Auf das mit dieser Frage aufs engste in Verbindung stehende Problem des Fettwerdens im Herbst soll weiter unten eingegangen werden. Hier sei nur auf eine neuere Feststellung von Hoffmann und Wertheimer<sup>2)</sup> hingewiesen, die meiner Meinung geeignet ist, auch das Interesse der Vogelzugforschung zu erwecken. Die

---

1) H. van 't Hoff, Sitzber. d. Gesellsch. Naturf. Freunde zu Berlin 1909 S. 437 und Arch. f. (Anat.) u. Physiol. 1910 S. 85.

2) A. Hoffmann und E. Wertheimer, Pflügers Archiv 217. 728, 1927.

Autoren wiesen nach, daß nach Hungern und darauffolgender Mast als erstes Zeichen einer neuen Fettablagerung Glykogen im Fettgewebe abgelagert wird. Diese Glykogenmengen können dann die Glykogenwerte des Muskels unter gleichen Bedingungen % übertreffen. Wäre es nach dem Gesagten nicht möglich, daß das Fettwerden der Zugvögel eine neue und wichtige stoffwechselphysiologische Bedeutung erhält? Nicht nur das Fett wäre es, das dem ziehenden Vogel als Betriebsstoff dient, sondern vor allem auch das Glykogen, dessen Ablagerung zugleich im Fett erfolgt.

Auf diese Weise könnte ein Vogel über größere Glykogenreserven verfügen, um unbeschadet einen längeren ununterbrochenen Flug zu vollführen. Als dritte Betriebsstoffquelle haben wir schließlich das Reserveeiweiß in Betracht zu ziehen.

Es kann nun kein Zweifel darüber bestehen, daß bei den sehr lebhaften Verbrennungsprozessen, wie sie im Flug eintreten, die Gefahr besteht, daß die Energiequellen trotzdem versiegen, zumal bei solchen Vögeln, die oben als zweite Kategorie charakterisiert sind. Und hier öffnen sich, wie ich glaube, weitere Perspektiven zum physiologischen Verständnis einiger Zugscheinungen. Der Zugvogel bewerkstelligt seine Wanderung bekanntlich nicht in einer ununterbrochenen Flugleistung. Er schaltet in seine Reise Pausen ein, Perioden der Rast und der Nahrungsaufnahme zur Auffüllung seiner Betriebsstoffreserven. Er strebt, durch seine Rezeptionsorgane geleitet, dahin, wo er die Nahrungsquellen findet. Denken wir hierbei auch an die Erscheinung des Rückzuges. Die Natur kommt ihm dabei aber nicht immer entgegen, und es entsteht allzuoft, vielleicht öfter, als wir wissen, ein kritisches Stadium, in dem die Betriebsstoffe verbraucht sind und nicht ergänzt werden können, das Körpereweiß herangezogen werden muß, der Vogel magert ab, wird matt und geht auf dem Zuge zu Grunde. Das hängt nun wiederum, artlich ganz verschieden, von dem inneren Stoffwechselgetriebe ab. Und letzteres ist es denn auch, das die je nach der Art ganz verschiedene Gesamtdauer der Reise mitbestimmt, und das uns auch eine Erklärung dafür abgibt, warum manche Vögel bei Nacht, andere bei Tag ziehen. Es gibt Vögel, welche ihre Nahrung im Fluge zu sich nehmen, sie können fliegen und gleichzeitig fressen, denken wir an die Schwalben und Segler. Diese Arten ziehen bei Tage. Andere Vögel wie die Raubvögel, welche schnell aus der Luft stösend

ihre Beute erhaschen und gegen Hunger recht widerstandsfähig sind, ziehen gleichfalls am Tage. Andere Arten ziehen aber, wie Helgoland zeigt, dort gerade bei Nacht. Ich denke an die Singvögel, Austernfischer, Strandläufer, Regenpfeifer, Bekassinen, Brachvögel. Nicht umsonst, glaube ich, gehören diese Arten gerade zu der zweiten Kategorie, der Vögel mit schlechter Wärmeregulierung. Sie fliegen bei Nacht, weil sie bei Nacht nicht fressen können, — sehen sie bei Nacht die Nahrung doch nicht, — und verlegen ihre Nahrungsaufnahme auf den Tag. Sie bedürfen der Nahrung mehr als die erste Kategorie und müssen sie am Boden sich suchen. Gerade Helgoland spricht, wie ich glaube, für meinen Erklärungsversuch. Nach jeder größeren Zugsnacht wimmelt das Eiland und der Fanggarten von kleinen Singvögeln, die eifrig nach Nahrung suchen. Dafs sie, ohne Frefspausen in ihren Zug einzuschalten, eine grofse Strecke ihres Wanderweges zurücklegen, halte ich auf Grund meiner experimentellen Untersuchungen für ausgeschlossen. Dafs ein so empfindlicher Vogel wie das rotsternige Blaukehlchen, wie Gätke meint, in einer Nacht von Aegypten nach Helgoland fliegt, ist eine physiologische Unmöglichkeit. Es waltet also, wie wir sahen, im Vogelzug eine Stoffwechselökonomie, deren Erforschung uns freilich noch vorbehalten bleibt. Auf einen Punkt möchte ich hier anschliessend hinweisen. Die Wärme, die der fliegende Vogel entwickelt, reicht sicher aus, der niedrigen Aufsentemperatur, die auf ihn einwirkt, zu begegnen. Und wenn v. Lucanus<sup>1)</sup> als weiteren Beweis dafür, dafs Vögel nicht in grossen Höhen ziehen könnten, die Gefahr der Kälte anführt, so kann ich ihm hier nicht beistimmen. Da der ziehende Vogel sich ausgiebig bewegt, und dadurch viel Wärme bildet, erfriert er auch nicht in Temperaturen, die weit unter dem Nullpunkt liegen.

Wir wenden uns schliesslich zum letzten Punkt, zu dem Problem des Fettwerdens der Zugvögel im Herbst. Es handelt sich hier nicht, wie ich glaube, um eine primäre Mastfettsucht, die Graf Zedlitz<sup>2)</sup> annimmt, ebensowenig können

---

1) Fr. v. Lucanus. Die Rätsel des Vogelzuges. II. Aufl. Langensalza 1923. Siebenter Abschnitt.

2) O. Graf Zedlitz, Journ. f. Ornith. 1926. S. 296.

wir zur Erklärung mit Wachs<sup>1)</sup> eine bessere Ausnutzung der Nahrung heranziehen. Die Erscheinung steht vielmehr mit dem Einfluß der Inkretdrüsen auf den Stoffwechsel in Zusammenhang. Wir haben dabei in erster Linie die Geschlechtsdrüsen in Betracht zu ziehen. Sie wirken auf den Stoffwechsel in dem Sinne, daß sie den Abbau im Verhältnis zum Anbau steigern. Wir können dies auch am Vogel beobachten. Gerhartz<sup>2)</sup> konnte zeigen, daß beim Haushuhn in der Legeperiode der Stoffwechsel gesteigert ist, ich konnte nachweisen<sup>3)</sup>, daß bei Täubern die Brütigkeit den Stoffwechsel bis zu 30 % erhöht. In diesem Zusammenhang scheinen mir Versuche von Stieve<sup>4)</sup> an Mastgänsen besonders bedeutungsvoll. Nach ihnen verliert der Gänser zur Zeit der Vorbrunst und Brunst etwa 25 % seines Körpergewichts, indem Körpersubstanz zum Aufbau der Geschlechtsdrüsen verwandt wird. Eine Mast gelingt hier nur zur Zeit der Geschlechtsruhe, Fettansatz und Keimzellenentwicklung schliessen sich aus. Wenn wir Vögel kastrieren, werden wir im Stoffwechsel ein Ueberwiegen des Anbaus gegenüber dem Abbau erhalten, eine Kastrationsfettsucht. Versuche von Heymans<sup>5)</sup> an kastrierten Hähnen und eigene Untersuchungen an kastrierten Buchfinkemännchen<sup>6)</sup> beweisen dies. Das Körpergewicht steigt nach der Kastration an, der Gaswechsel sinkt. Nach dem Gesagten bin ich der schon mehrfach<sup>7)</sup> ausgesprochenen Auffassung, daß das Fettwerden der Zugvögel im Herbst eine Art physiologischen Kastrationseffektes ist, die Folge guter Ernährung bei eingetretener Geschlechtsruhe. Dieser Fettansatz ist aber durchaus ökonomisch; denn einmal bildet das Fett, das wir im Abdomen und um die großen Flugmuskeln angehäuft finden, einen Wärmeschutz, und zweitens bildet es ein Reservedepot für die beim Fliegen nötige Arbeitsleistung. Doch nicht nur dies. Das Fett wird auch, da es zuerst

---

1) l. c.

2) H. Gerhartz, Pflügers Archiv **156**, 1. 1914.

3) Pflügers Archiv **219**, 98. 1927.

4) H. Stieve, Arch. f. Entwicklungsmechanik **52**, 313, 1922 u. Zeitschr. f. mikr.-anat. Forschung **V**, 463. 1926.

5) C. Heymans, Journ. de physiol. et de pathol. gén. **19**, 323. 1921.

6) Biol. Zblatt **47**, 344. 1927.

7) 43. Jahresvers. d. Deutsch. Orn.-Gesellsch. Berlin 1925 u. Pflügers Archiv **212**, 215. 1926.

verbrannt wird und den Eiweißbestand des Körpers einspart, die Hungerempfindlichkeit herabsetzen und damit den Zugvogel gegen den möglichen Nahrungsmangel besser schützen. Der Einfluss der Geschlechtsdrüsen dürfte sich noch in manch anderer Erscheinung des Zuges dokumentieren. Ich denke dabei an die Untersuchungen Rendahls<sup>1)</sup> über den Zug des weißen Storches in Schweden. Ich glaube, dass seine Ansicht, für die Erscheinung, frühzeitigere Ankunft — frühzeitigerer Abzug, spätere Ankunft, — späterer Abzug käme der Sexualitätszyklus in Frage, sehr viel für sich hat.

Ich denke dabei auch an die Gätkesche Regel, die von Weigold<sup>2)</sup> neuerdings kritisch geprüft worden ist und an die Regel von Kolthoff.<sup>3)</sup>

Ich möchte glauben, dass die Vorgänge im generativen Anteil der Geschlechtsdrüsen, der mit dem hormonalen in direkter Beziehung steht, sich durch diesen auf den ganzen Stoffwechszustand des Tieres auswirken und dadurch ein inneres Signal für den Zug bilden. Und wenn Vögel einer Art nach Alter und Geschlecht zu verschiedenen Zeiten wandern, so muss man daran denken, dass dies auf dem zeitlich verschiedenen Auftreten dieses Signals beruht.

Auf jedenfall wird die ganze Frage uns mehr als bisher veranlassen müssen, bei Zugvögeln auf den Zustand der Geschlechtsdrüsen zu achten, und dies vor allem auch während des Zugs im Frühjahr. Ist doch mehrfach beobachtet worden, dass auch im Frühjahr die Zugvögel in recht gutem Ernährungszustand ankommen. Wenn es sich auch hier um eine Fettsucht handelt, so ist sie viel schwieriger zu erklären; denn die Reifung der Geschlechtsprodukte ist hier schon im Gange. Es müssten zur Beurteilung der Frage solche Arten, welche nach ihrer Ankunft nicht sofort zum Brutgeschäft schreiten mit denen, die sofort mit dem Brutgeschäft beginnen, verglichen werden.

Die neueren Forschungen über den Gesang der Vögel in der Frühdämmerung haben ergeben, dass zur Zeit der Brunst die Empfindlichkeit gegen die Weckhelligkeit erhöht ist. Das weist

---

1) H. Rendahl, *Aquila* XXIX, 85. 1922.

2) l. c.

3) S. Kolthoff, *Zool. Anz.* 24, 53. 1901.

an und für sich auf eine Beziehung zwischen Geschlechtsdrüsenfunktion und Licht hin. Ganz in diesem Sinne sprechen Versuche von Stieve<sup>1)</sup>, aus denen hervorgeht, daß bei in Dunkelkäfigen gehaltenen Hähnen die Hoden und die sekundären Geschlechtsmerkmale sich nur kümmerlich entwickeln, die Samenbildung leidet. Wenn die abnehmende Helligkeit irgendwie als Ursache des Zuges in Betracht kommt, so könnte sie vielleicht auch auf das innere hormonale Signal des Geschlechtsdrüsenzustandes Einfluß gewinnen.

Die neue Forschung legt uns nahe, eine weitere Inkretdrüse mit dem Zugproblem in Verbindung zu bringen, die Schilddrüse. Häcker<sup>2)</sup> hat an Krähen nachgewiesen, daß die Schilddrüsen dieser Tiere in den Herbst- und Wintermonaten fast durchweg ein hohes, im Frühjahr und Frühsommer hingegen ein niedriges Volumen aufweisen; die Sommerdrüse zeigt minimale, die Winterdrüse hingegen maximale Kolloidproduktion. Untersuchungen von Zawadovsky<sup>3)</sup>, Zawadovsky und Rochlin<sup>4)</sup> und Podhradsky<sup>5)</sup> haben übereinstimmend ergeben, daß Fütterung mit Schilddrüse eine vorzeitige Mauser und eine Depigmentierung der Federn zur Folge hat. Hinzu kommt der von Zawadovsky<sup>6)</sup> beobachtete depressive Einfluß auf die Tätigkeit der Geschlechtsdrüsen. Eine ganze Reihe von Ornithologen, z. B. Götz<sup>7)</sup> haben nun aber die Mauser in kausalen Zusammenhang mit dem Vogelzug gebracht. Auf Grund des Gesagten liefse sich ein solcher Zusammenhang innersekretorisch erklären und rechtfertigen. Wir sehen also, in welchem Maße gerade die innere Sekretion bei dem Problem des Zuges herangezogen werden kann und Forschungen in dieser Richtung werden noch weitere Perspektiven eröffnen, wenn wir

---

1) l. c.

2) V. Häcker, Schweizerische Medizinische Wochsch. 1926 No. 2. 15. S. 1.

3) B. M. Zawadovsky, Endocrinology 9, 1925; Arch. f. Entwicklungsmechanik 107, 329. 1926.

4) B. M. Zawadovsky u. M. Rochlin, Arch. f. Entwicklungsmechanik 109, 188. 1927.

5) J. Podhradsky, Arch. f. Entwicklungsmechanik 107, 407. 1927.

6) B. M. Zawadovsky, Arch. f. Entwicklungsmechanik 110, 149. 1927.

7) W. Götz, Vortrag auf dem VI. Internat. Ornith.-Kongress Kopenhagen 1926.

noch andere Inkretdrüsen wie Hypophyse und Nebenniere in den Bereich unserer Untersuchungen ziehen. Schenk<sup>1)</sup> hat davon gesprochen, daß als auslösendes Moment der Zugerscheinungen ein Hormon in Frage kommen könnte, das in seiner Ausscheidung von verschiedenen Aufsentemperaturen abhängig ist. Eine solche Möglichkeit besteht vielleicht, nicht aber glaube ich, daß für den Herbstzug ein anderes Hormon in Frage kommt als für den Zug im Frühjahr. Ganz von der Hand weisen möchte ich die Annahme eines besonderen Zughormons; die uns bekannten Hormone, deren Bedeutung für den Zug wir noch garnicht kennen, werden uns einmal hinreichend die physiologischen Erscheinungen des Zuges erklären. Darum halte ich auch das von Thienemann<sup>2)</sup> vorgeschlagene Experiment, den Zugtrieb künstlich zu erzeugen, für aussichtslos; lassen sich doch die in Betracht kommenden mannigfachen Einzelveränderungen im Organismus, welche den Zugtrieb erst als letztes Ziel aufrollen, nicht summarisch hervorrufen. Es bleibt uns nur der Weg, diese Einzelercheinungen in ihrer kausalen, inneren und äußeren Bedingtheit zu analysieren, der Begriff Zugtrieb wird sich dann als letztes Ziel der Forschung ganz von selber aufrollen, wobei freilich nicht vergessen sei, daß er zum Teil doch psychisch bedingt ist. Eine Möglichkeit ist freilich vorhanden. Wir können durch Einspritzung oder Verfütterung von Inkretstoffen das innere Getriebe verändern, wir können auch durch Entfernung innersekretorischer Drüsen z. B. der Geschlechtsdrüsen, der Schilddrüse das innersekretorische Gleichgewicht beeinflussen. Solche Versuche, mit dem Beringungsexperiment kombiniert, würden wohl neue Tatsachen bringen. Man müßte als Versuchsobjekte aber die Vögel wählen, welche in größerem Prozentsatz zurückgemeldet werden, weiße Störche, Krähen, Lachmöven. Möge in der Zukunft dieser Gedanke feste Form gewinnen.

Unter Zugrundelegung der vorausgehenden Erörterungen dürfte sich ein Programm, das sich die Erforschung der Physiologie des Vogelzuges zur Aufgabe stellt, folgendermaßen gestalten:

1. Berücksichtigung der meteorologischen Faktoren, wie das bisher in ausgiebiger Weise geschehen ist.

---

1) l. c.

2) J. Thienemann, Rossitten. Neudamm 1927 S. 272.



2. Photometrische und photochemische Bestimmungen in den Abzugsgebieten und Durchzugsgebieten. Da nun aber die meisten Vögel, wie wir wissen, die kurzwelligen Strahlen, vom Blau des Spektrums an, nicht sehen, sie darum wohl auch nicht als Reizquelle in Frage kommen, müßten die betreffenden Apparate aus gelbem Glas sein, das die Strahlen von Blau ab absorbiert.
3. Histologische und chemische Untersuchungen über den Ernährungszustand.  
Feststellung des Körpergewichts.  
Prüfung der Frage, ob der Magen leer ist. Bestimmung der Verdauungsgeschwindigkeit für die einzelnen Arten im Käfig, Bestimmung des Gehalts der Magenschleimhaut an Pepsin-vorstufe bei Zugvögeln. Bestimmung des relativen Lebergewichts, chemische und histologische Analyse der Leber auf Glykogen, Fett und Eiweiß. Bestimmung des Gesamtfettgehaltes des Körpers.
4. Histologische und chemische Bestimmung des Glykogengehaltes in den Flugmuskeln.
5. Bestimmung der Körpertemperatur bei Zugvögeln, die Messung sofort nach dem Einfangen, weitere Messungen bei gekäfigten gut gefütterten Tieren derselben Art zum Vergleich. Messungen im Hunger und nach Herumfliegen.
6. Histologische Untersuchungen der innersekretorischen Drüsen namentlich der Geschlechtsdrüsen, der Schilddrüse, der Hypophyse, der Nebenniere.

In den Jahren 25 und 27 hatte ich Gelegenheit, mit Unterstützung der Deutschen Notgemeinschaft und der Hamburger Hochschulbehörde die Untersuchung einiger Punkte des vorgenannten Programms in Angriff zu nehmen. Ich wählte dazu Helgoland, das mir zu derartigen Untersuchungen umso geeigneter scheint, als es ein ungeheures Material frisch am Leuchtturm gefangener Vögel bietet, das z. T. dann mit dem reichen Material des Fanggartens verglichen werden kann. Herrn Kustos Dr. Drost, der mir in jeder Weise entgegenkam, sei auch an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen.

Ueber die histologischen Befunde werde ich später an anderer Stelle berichten. Hier seien nur einige Ergebnisse mitgeteilt,

welche sich auf den Ernährungszustand, den Mageninhalt und die Körpertemperatur beziehen. Material aus den Monaten August und September.

Dorngrasmücke (*Sylvia c. communis* Lath.): 4 am Leuchtturm gefangene Tiere 14,7--19,6 g, davon 3 fett, 1 wenig fett. Die Mägen von 9 am Leuchtturm gefangenen Tieren alle leer, von 4 im Fanggarten gefangenen Tieren alle voll.

Gartengrasmücke (*Sylvia h. hippolais* L.): 3 am Leuchtturm gefangene Tiere 1 ♀ 22,7 g, 2 ♂ 18,3 u. 20,1 g. 1 Magen leer, 2 Mägen voll. Alle 3 z. fett.

2 im Fanggarten gefangene Tiere mit vollen Mägen.

Fitislaubsänger (*Phylloscopus tr. trochilus* L.): 7 am Leuchtturm gefangene Tiere Mägen leer, davon 1 Tier matt und sehr mager, ♂ ad, 6,6 g. 2 Tiere vom Fanggarten mit vollen Mägen.

Steinschmätzer (*Oenanthe oen. grisea* Br.): 8 am Leuchtturm gefangene Tiere, 2 ♂ 24,9 u. 25,1 g, 6 ♀ 20,7—24,7 g. 7 Tiere haben leere Mägen, in einem Magen Insektenreste. Das Gewicht der frischen Leber der 8 Tiere beträgt % zum Körpergewicht: 3,13, 3,19, 3,26, 3,34, 3,44, 3,67, 3,83, 4,15.

*Oenanthe oen. leucorrhoa* Gm.: 1 ♂ am Leuchtturm gefangen, 23,4 g, Magen leer.

Gartenrotschwanz (*Phoenicurus ph. phoenicurus* L.): 7 Tiere am Leuchtturm gefangen, 5 ♂ 14—17,5 g, 2 ♀ 11,8 und 13,5 g. 6 Mägen leer, 1 voll, 6 Tiere fett, 1 mager. 3 Tiere vom Fanggarten, 2 ♂ 14,6 und 15,8 g, 1 ♂ 16,7 g. Mägen voll, 2 Tiere fett, 1 z. fett.

Trauerfliegenschnäpper (*Muscicapa hypol. hypoleuca* Pall.): 2 Tiere vom Leuchtturm ♂ 11,35 und 13,3 g. Mägen leer, z. fett.

Ein weiteres vom Leuchtturm ♀ Magen leer, wenig fett.

Von den nicht am Leuchtturm gefangenen Tieren seien noch erwähnt:

Rotkehlchen (*Erithacus rub. rubecula* L.): Fanggarten ♀ 15,9 und ♂ 18,3 g, im Magen Sand bzw. Insekten.

Braunkehlchen (*Saxicola rub. rubetra* L.): ♀ Fanggarten 19,5 g. Im Magen Insekten.

Heckenbraunelle (*Prunella mod. modularis* L.): Fanggarten 20,5 g. Im Magen Sand und Pflanzenteile.

Zaungrasmücke (*Sylvia curr. curruca* L.): ♂ Fanggarten 12,3 g, im Magen Fliederbeeren, z. fett.

Singdrossel (*Turdus ph. philomelos* Br.): 1 ♂, 2 ♀, 2 Mägen leer, einer voll.

Rauchschnalbe (*Hirundo rust. rustica* L.): ♀ 16,5 g, Magen leer, ganz mager.

Wiesenpieper (*Anthus pratensis* L.): 17,5 g. Magen voll, wenig fett.

Spornpieper (*Anthus richardi richardi* Vieill.): ♀ juv. 32,5 g, Magen voll.

Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus* L.): ♀ Fanggarten, Magen leer.

Kohlmeise (*Parus maj. major* L.): ♀ 17,8 g, Magen voll.

Es hatten demnach von 38 am Leuchtturm gefangenen Singvögeln 89% einen leeren Magen, von 24 nicht direkt während des Ziehens gefangenen nur 16, 6%. Die % Zahlen der leeren Mägen sind höher als die, welche Thienemann für die bei Rossitten ziehenden Singvögel ermittelte. Freilich werden sich entscheidende Ergebnisse nur aus Hunderten von Untersuchungen ermitteln lassen.

Bei einer Reihe von Vögeln, die teils am Leuchtturm, teils im Fanggarten gefangen wurden, habe ich dann fortlaufende Körpertemperaturmessungen vorgenommen. Tabelle I. gibt solche Befunde wieder. Es zeigt sich, dafs bei einigen Tieren, wie Steinschnäpfer, Halsbandregenpfeifer und Flusssuferläufer die Eigentemperatur am Tage, der der Zugnacht folgte, recht niedrig ist und schon am nächsten Tag nicht unerheblich ansteigt. Es spricht dies für einen vorübergehenden Hungereffekt, für einen stärkeren Verbrauch von Stoffen in den Zugperioden. Bei einem Trauerfliegenfänger (Tabelle II), den ich direkt am Leuchtturm gemessen habe, ist in gleicher Weise trotz vorhergehender Bewegung die Körpertemperatur ganz auffallend niedrig, viel niedriger wie das Minimum der zum Vergleich herangezogenen 19 im Fanggarten gemessenen Tiere.

Wenn man frisch am Leuchtturm oder im Fanggarten gefangene Tiere käftigt, so hängt ihre Körpertemperatur natürlich von der nun erfolgenden Nahrungsaufnahme ab. Viele Vögel nehmen, wie ich feststellte, trotz reichlichen Futterangebots dann keine Nahrung auf, sie werden matt, die Eigentemperatur sinkt immer weiter, und schliesslich mufs man sie wieder fliegen lassen. Es bestehen hier aber recht grosse individuelle Unterschiede bei einer Art. So brachte ich von 4 am Leuchtturm gefangenen Stein-

schmätzern nur einen durch, der Vogel befindet sich jetzt noch in meinem Besitz. Jedenfalls sind auch solche Versuche recht geeignet, uns an frisch gefangenen Vögeln einen Einblick in die die Eigentemperatur bestimmenden Faktoren zu verschaffen, eine Grundlage, die wir ja für unsere Messungen am Leuchtturm haben müssen.

Tabelle II. zeigt schliesslich, wie man diese Versuche noch auf eine weitere Frage ausdehnen kann, auf die der Schwankungen der Eigentemperatur im Verlaufe des Tages. Die Versuche sind in der Weise vorgenommen, dass zu verschiedenen Tagesstunden Vögel im Fanggarten gefangen und gemessen wurden. Nach der Messung und gleichzeitigen Beringung wurden sie sofort wieder in Freiheit gesetzt. Nicht selten hat man dabei Gelegenheit, einen beringten Vogel mehrmals zu fangen, also bei völlig normalen Verhältnissen Einblick in die Schwankungen seiner Körpertemperatur zu gewinnen.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Eigentemperatur bei verschiedenen Arten verschieden liegt (z. B. Fitislaubsänger mit den anderen angeführten Arten verglichen). Und ferner, dass das Maximum in die Nachmittagsstunden fällt. Wenn man jede Stunde fängt und misst, so bekommt man noch einen viel genaueren Einblick. Verfolgt man gleichzeitig die Nahrungsaufnahme der betr. Tiere im Freien, so hat man entschieden den Eindruck, dass sie gerade in den Stunden, in welche die Maxima fallen, am grössten ist; gerade in den Nachmittagsstunden tritt auch die Insektenwelt des Fanggartens in Flug und Bewegung besonders in Erscheinung. Die hier wiedergegebenen Untersuchungen bilden einen bescheidenen Anfang von Versuchen, welche in größerem Umfang im nächsten Jahre fortgesetzt werden sollen.

Tabelle I.

Vogelart	No.	Datum	Aftertemperatur ° C			
			10 h a. m.	6 h p. m.	9 h p. m.	
Steinschmätzer ( <i>Oenanthe oen. grisea</i> Br.) gefangen am Leuchtturm in der Nacht vom 24./25. VIII.	1.	25. VIII.		42,2		
		26. VIII.	43,1	43,3	41,2	
		27. VIII.	43	42,5		
		28. VIII.	43,7			
		30. VIII.	42,7			
	ebenso	2.	25. VIII.		42,5	
			26. VIII.	41,8	42,7	41,4
	ebenso	3.	27. VIII.	40,3	39,4	(in Freih. gesetzt)
			25. VIII.		42,8	
	ebenso	4.	26. VIII.	42,7	42	41,3
25. VIII.				42,9		
		26. VIII.	42,8	38,1 †		
Dorngrasmücke ( <i>Sylvia communis communis</i> Lath.) am 26. VIII. morgens im Fanggarten gefangen	1.	26. VIII.	43,2	43,5	42,4	
		27. VIII.	43,1	41,9		
		28. VIII.	42,8			
		30. VIII.	42,4			
		31. VIII.	42,0			
	" ebenso 5 abends im Fanggarten gefangen Aftertemperatur 44,2 ° C	2.	26. VIII.		43,7	42,4
			27. VIII.	43,1	43,4	(nach Herum- fliegen)
			28. VIII.	42,6		
			30. VIII.	42,5		
			31. VIII.	43,1		
Gartenrotschwanz ( <i>Phoenicurus ph. phoeni- curus</i> L.) ♂ ad. am 26. VIII. morgens im Fanggarten gefangen	1.	26. VIII.	43,1	42,6	40,2	
		27. VIII.	39,3	(in Freiheit gesetzt)		
	ebenso	2.	3. IX.		44,3	
			4. IX.		43,5	
	ebenso	3.	3. IX.		44,2	
			4. IX.		43,8	
			5. IX.	†		

Vogelart	Datum	Aftertemperatur °C	
		12 h mittags	6 h p. m.
Lachmöve ( <i>Larus ridibundus</i> L.) gefangen am Leuchtturm in der Nacht vom 24./25. VIII.	25. VIII.		42,4
	26. VIII.	42	42,7
	27. VIII.		42,2 (Kot)
	29. VIII.		43
	30. VIII.	42,2	42,3
	2. IX.	43,4	
Halsbandregenpfeifer <i>Charadrius h. hiaticula</i> L.) ♀ ebenso 43,9 g	25. VIII.		41,8
	26. VIII.	42,8	43,4
	27. VIII.	43,1	43,2
	30. VIII.	43,2	43,2
	2. IX.	43,7	
Sanderling ( <i>Calidris a. alba</i> Pall.) ebenso 45 g	26. VIII.	41,9	42,1
	27. VIII.		42,1
	29. VIII.		42,5
	30. VIII.	42,4	42,3
Flußuferläufer ( <i>Actitis hypoleucos</i> L.) ebenso 41,97 g	25. VIII.		41,6
	26. VIII.	41,7	43
	27. VIII.	44	43,8
	29. VIII.	44	44
	2. IX.	44	

Tabelle II.

Vogelart	Tageszeit der Messungen	Anzahl der Mes- sungen	Aftertemperatur °C						
			Max.	Min.	unter 42	42— 42,9	43— 43,4	43,5 — 43,9	44 und darüb.
Gartenrotschwanz ( <i>Phoenicurus ph. phoenicurus</i> L.)	10—11 a.m.	11	43,7	42,6					
	12 mittags	2				2	4	5	
	3—5 p. m.	4	45	43			1	1	1
	7 p. m.	3				2		1	2
Gartengrasmücke ( <i>Sylvia hippolais hippolais</i> L.)	10—11 a.m.	4	44,2	43,3			2	1	1
	5—6 p. m.	2							2
	7 p. m.	1					1		
Dorngrasmücke ( <i>Sylvia communis communis</i> L.)	10—12 a.m.	5	43,6	42		1	2	2	
	4—6 p. m.	2							2
Trauerfliegen- schnäpper ( <i>Muscicapa hypo- leuca hypoleuca</i> Pall.) 1 Tier (♀) am Leucht- turm gefangen 7. IX. 10 h p. m.	10—11 a.m.	7	44,1	42,4		4	1	1	1
	12—1 mitt.	6	43,9	42,4		1	2	3	
	3 p. m.	2							2
	5—6 p. m.	4	43,7	43,2	41,5		2	2	
Fitislaubsänger ( <i>Phylloscopus trochi- lus trochilus</i> L.)	10—12 a.m.	8	42,8	41,6	2	5	1		
	7 p. m.	2					2		

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [18 1-2 1928](#)

Autor(en)/Author(s): Gröbbels [Groebbels] Franz

Artikel/Article: [Zur Physiologie des Vogelzuges 44-74](#)