

(Aus dem Arbeitsgebiet der wissenschaftlichen Beobachtungsstelle
der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern.)

Grundfragen über den Zug der Vögel.

Von Alex Stimmelmayr, Potsdam.

Inhaltsübersicht.

Teil I.

Beeinflußt die Sonne den Zug der Vögel?

(Warum und wann ziehen die Vögel?)

	Seite
a) Allgemeine Betrachtungen über den Zug der Vögel und Grundfragen zur Einwirkung der Sonne auf den Zug.	473
b) Zeit- und Zug-Rhythmus	482
aa) Tageszugzeit	484
bb) Jahreszugzeit	485
c) Ergebnisse aus der Beobachtung des Beginnes der Zugerregung bei gekäfigten Vögeln	497
d) Kritische Betrachtung zu den Verfahren, den Zugrhythmus durch experimentellen Eingriff zu ändern	498
e) Experimentelle Arbeiten zur Ausschaltung des Zugtriebes	502
f) Reizwirkung bei der Auslösung des Zugtriebes	504
g) Vom Abwandern der Jungvögel aus dem Geburtsgebiet.	506

Teil II.

Betrachtung über Richtung, Orientierung und Zugunterbrechung.

(Wie ziehen die Vögel?)

h) Grobe Richtung	508
i) Feinere Richtung	522
k) Orientierung am Zugziel	524
l) Zugunterbrechung	528

Teil I.

Beeinflußt die Sonne den Zug der Vögel?

(Warum und wann ziehen die Vögel?)

- a) Allgemeine Betrachtungen über den Zug der Vögel und Grundfragen zur Einwirkung der Sonne auf den Zug.

Durch meine zur Begründung der Ursache des Vogelzuges aufgestellte, in den Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft Bayern, Heft XIX, 1/1930, p. 160 ff. veröffentlichte

Hypothese von der Reaktion der Zugvögel auf eine gleiche Sonnendeklination (auszugsweise veröffentlicht im Heft April/Mai 1930 der „Mitteilungen über die Vogelwelt“ mit Berichtigung im darauffolgenden Heft) versuchte ich zu zeigen, daß der Zug der Vögel in erhöhtem Maße von den Kräften der sich nordwärts und südwärts schraubenden Sonne unmittelbar abhängig ist, und daß der Zug der Vögel diesem Jahressonnenlauf zeitlich und in der Richtung folgt. Bei der Aufstellung und Begründung dieser Hypothese leitete mich vornehmlich die längst bekannte, aber nicht näher fixierte Tatsache, daß die Zeit des Frühjahrs- und Herbstzuges der Vögel gleicher Arten auf einen Sonnenstand fällt, der im Frühjahr wie auch im Herbst gleiche Deklination hat (Deklination: das ist der Abstand der Sonne nördlich oder südlich vom Aequator). Die Resultate aus meinen in der angezeigten Richtung gemachten Beobachtungen und angestellten Ermittlungen konnten inzwischen verbessert und vermehrt werden. Auch die bislang in der praktischen Vogelzugforschung gegenüber der Hypothese hervorgetretenen Abweichungen, die beim Zuge einzelner Arten (z. B. beim Zuge des Storches) ins Auge fielen, konnten im Verlauf der Untersuchung des Fragenkomplexes geklärt, und die Reaktionshypothese selbst durch Aufklärung von „scheinbaren“ Abweichungen vervollständigt werden.

Die Grundfragen, die wir in diesem I. Teil aufzuhellen versuchen wollen, sind etwa folgende:

- a) Welche Vorgänge in der Natur bewirken den Zug der Vögel?
- b) Ist der Zug der Vögel zeitlich ungebunden oder rhythmisch?
- c) Nach welchem Rhythmus ziehen die Vögel?

Der Zug der Vögel ist, betrachtet man ihn unter Gegenüberstellung der Deklination der Sonne:

zu a) verursacht durch die Bewegung der Sonne,

zu b) zeitlich gebunden,

zu c) rhythmisch in Übereinstimmung mit dem Rhythmus der Sonne.

Der derzeitige Kustos der Vogelwarte Rossitten, Dr. Schütz, will bei der Besprechung meiner Hypothese im „Vogelzug“

Nr. 1, 1931, p. 44/45 dem Einfluß der Sonne weniger beimessen. Dr. SCHÜZ meint, daß „die mit dem wechselnden Sonnenstand Hand in Hand gehenden rhythmischen Aenderungen von Umwelt (und vor allem der Körperzustand als Regulator) doch wohl größere Wahrscheinlichkeit haben.“ Diese meiner Hypothese an sich zwar nicht widersprechende Stellungnahme und auch noch andere Begebenheiten verleiteten mich zu der Annahme, ich hätte die Zusammenhänge zwischen dem Sonnenschraubenlauf und den „rhythmischen Aenderungen von Umwelt“ in meiner ersten Arbeit nicht in der erwünschten Weise präzisiert. Dies soll im folgenden nachgeholt werden.

Wir kennen die von Professor WAGHS,¹⁾ Rostock, ausgesprochene Interpretation der Zegerscheinung, die WACHS mit den Worten zum Ausdruck brachte, daß der im Zugvogel innerhalb eines Jahres ablaufende Rhythmus sich im Wanderdrang, der hochgradig gesteigerten Unruhe und dem Bedürfnis nach dauerndem Fluge zeigt. WACHS folgert dann, gleichgehend mit CHATELIN²⁾ weiter, daß „dieser Rhythmus unter der Gesamtwirkung der in bestimmtem Rhythmus laufenden Aenderung der äußeren Lebensbedingungen, die selbst als Auswirkung des Jahresrhythmus laufen, historisch geworden ist.“

Ich habe unabhängig von dieser hypothetischen Erklärung die Auffassung vertreten, daß der Antrieb zum Zuge aller nächst auf den Einfluß der Sonne zurückgeführt werden müsse, wobei ich in erster Linie an die ausgesprochenen Zugvögel und weniger an die „Wettervögel“ im Sinne WEIGOLDS dachte.

Wer den Einfluß der Sonne einer näheren Betrachtung unterziehen will, der wird sich vor allem über die Identität des Jahresrhythmus und der jahreszeitlichen Umweltsveränderungen einerseits, dann des Sonnenschraubenlaufes andererseits im klaren sein müssen; es darf kein Zweifel darüber bestehen, daß die innerhalb eines Sonnenjahres und seit Urweltzeiten laufenden „Jahreszeiten“ (jahresrhythmischen Vorgänge), sowie die jahreszeitlichen Umweltsveränderungen nichts anderes sind als die Auswirkung der durch den Schraubenlauf der Sonne fallenden oder steigenden Kräfte

1) H. WACHS, Die Wanderungen der Vögel, in *Ergeb. d. Biol.* 1, 1926.

2) CHATELIN, *Les Migrations des Oiseaux* 1920, p. 43.

der Sonne. Ich habe diese Zusammenhänge, und die durch CHATALIN und WACHS bewußt oder unbewußt davon abgeleitete Zug-Interpretation in der oben angezogenen Schrift p. 173/174 kurz mit den folgenden Worten gekennzeichnet:

„Die WACHS'sche Hypothese und meine Erklärung über den Einfluß der Sonne sind nicht wesentlich voneinander verschieden. Man muß, um den Zusammenhang der WACHS'schen Hypothese mit meiner Erklärung ermessen zu können, davon ausgehen, daß der Jahresrhythmus, wie schon das Wort sagt, ein auf Jahresfrist abgestimmter, also durch die Sonne hervorgerufener Gleichklang ist.“

Hält man an diesem unwiderleglichen Tatsachenbeweis fest, so dürfte — meine ich — gar nicht die eine Deutung (CHATALIN-WACHS) anerkannt oder bevorzugt, und die andere (STIMMELMAYR) bezweifelt werden; man müßte schon — wollte man meine Hypothese bestreiten — die beiden Anschauungen verneinen; denn der CHATALIN-WACHS'sche Jahreszeit-Rhythmus ist ja, wie alle jahresrhythmischen Vorgänge, nichts anderes als der Abglanz des Hin- und Herpendelns der Sonne.

So eng aber auch die beiden Auffassungen im Hinblick auf die Ursprungskraft, die sie zum Grunde haben, harmonieren, so ganz anders ist ihr Charakterbild. — Jeder der beiden Erklärungsversuche ist aus einer anderen Erlebniswelt geschöpft. Meine Hypothese unterwirft sich der unmittelbaren Verbundenheit des Erdplaneten mit der Sonne, d. h. jenem Geschehen (Sonnenjahreslauf), auf dem im letzten Grunde alle jahreszeitlichen Wesens- und Lebensäußerungen basieren. Die CHATALIN-WACHS'sche Hypothese dagegen geht nicht so weit, sondern verliert sich in der Welt der unmittelbaren Erscheinungen.

Es gibt noch eine ganze Reihe von anderen Deutungen der Ursache des Vogelzuges. Keine von diesen hält indes einer tiefer schürfenden Betrachtung und nüchternen Beurteilung völlig stand. Bei genauerem Besehen der zur Begründung dieser Deutungen herangezogenen Vorgänge steht dem Positiven in der Beweisführung stets eine beweisbare Negation gegenüber. Als da sind z. B. zu nennen: Nahrungsmangel, Witterung, Licht und Wärme, aero-dynamische Kräfte,

Sexualtrieb u. dgl. Die Gegen Gründe, die diese Deutungen widerlegen, sind hinreichend bekannt. — Auch die jahreszeitlichen Umweltsveränderungen sowie auch die Vererbung des Zugtriebes können nicht als das Ursächliche und Treibende des Vogelzuges angesehen werden. Die jahreszeitlichen Veränderungen geben für sich allein keine menschlich faßbare, einwandfreie Erklärung der Ursache des Vogelzuges (wir kommen auf diesen Punkt noch zu sprechen). Auch die Zug-Vererbung kann nur bedingungsweise anerkannt werden, da sie naturgemäß nur ein organisches Aus- oder Weiterklingen der Vorgänge aus dem Urzustande sein kann. Die Annahme einer Vererbung kann man allenfalls für das Auffinden und Einhalten der Zugwege gelten lassen, aber auch diesesfalls nur unter starken Einschränkungen. — Dementgegen wird die Hypothese von der Reaktion auf die Sonne und ihre Kräfte — wenn man das Große und Ganze ins Auge nimmt und nicht Mutmaßungen entgegenhält, denen es an der Beweisführung ermangelt — nicht zu durchkreuzen sein, es müßte denn sein, daß die Zugforschung neue im Augenblick noch unbekannte Tatsachen zutage förderte. (Mutmaßen könnte man, daß Vogelarten wie z. B. unsere Mauersegler (*Apus a. apus*), denen ich ein regelmäßiges stetes Verbleiben nördlich, jedenfalls nicht allzuweit südlich des Aequators zuschreibe, den Winter hindurch ihren Aufenthalt tief südlich des Aequators verbringen.)

Mit Bezug auf diese Bemerkung verdienen Angaben, wie z. B. der von SCHÜZ¹⁾ gemachte Hinweis auf die im östlichen Südafrika angetroffenen britischen Rauchschwalben (*Hirundo rustica*) die allergrößte Beachtung und erheischen weitere, recht intensive Forschung in der gezeigten Richtung — v. LUCANUS²⁾ wiederum läßt unseren *Apus a. apus* im Winter ganz allgemein „bis nach Madagaskar und Südafrika“ ziehen. — Mitteilungen darüber, daß festgestellt wurde, daß der eine und andere unseres *Apus a. apus* den Aequator überschneidet, sind aber — wiewohl seine Ausdauer im Fluge diesen Fernflug gut denken ließe — nach meinen Ermittlungen nur

1) SCHÜZ, „From Proceedings of the VIIth Intern. Ornith. Congress of Amsterdam 1930“, p. 303.

2) v. LUCANUS, „Rätsel des Vogelzuges“, p. 107.

außerordentlich selten zu uns gekommen. Ein ♂ aus dem Matabele-Land und zwei Exemplare aus „Südafrika“ — nach einer Mitteilung, die mir Dr. ERNST HARTERT freundlicher Weise zukommen ließ, sind sie von ANDERSSON — befinden sich im British Museum in London. Aus solch wenigen Feststellungen, die noch dazu nur ungenaue Anhaltspunkte bezüglich der Zugfähigkeit der erbeuteten Vögel entnehmen lassen, den bindenden Schluß folgern zu wollen, unsere *Apus a.* ziehen nach dem südlichen Erdteil scheint mir doch etwas gewagt zu sein; dann müßten ja auch die in Mitteleuropa auftauchenden Vogelirrgäste als Zugehörige unseres Erdteils gelten. Im übrigen ist das Vorkommen des *Apus a. a.* nördlich des Aequators zur Winterszeit in einem weitaus bestimmteren Maße eruiert worden, als dessen Aufenthalt im südlichen Erdteil. — Bei Vorfällen, die Vermutungen der gedachten Art aufkommen lassen, hätte die zur exakten Ermittlung des Aufenthaltsterritoriums einzusetzende Untersuchung sich zuallererst auf die Frage zu erstrecken, ob die südlich des Aequators auftretenden Individuen tatsächlich während des Sommers Gäste Mitteleuropas sind, die sich während der Winterszeit als Antöken in der südlichen Welt aufhalten, oder ob die dort angetroffenen Exemplare nicht etwa nur unzuverlässige Jung- oder zugunfähige, verschlagene Altvögel sind, oder ob sie nicht vielleicht gar, wie z. B. *Apus apus barbatus* dort Sommer-Standvögel¹⁾ sind. Bei der Feststellung des Tatsachenbefundes hätte einmal die quantitative, sodann aber auch die individuelle Ermittlung (Rassenmerkmale, Beringung) den Ausschlag zu geben (vergleiche hierzu die näheren Ausführungen über die Jahreszugzeit im Teil Ib—bb).

Für die Annahme einer Reaktion der Vögel auf die Bewegung der Sonne spricht vor allem der Umstand, daß die Zugvögel, die bei uns frühzeitig eintreffen, im allgemeinen erst in vorgerückter Jahreszeit wieder abziehen, daß dagegen die bei uns später eintreffenden Vögel (stenochrone Arten) schon wieder sehr frühzeitig fortziehen, wobei die Zugzeiten im Frühjahr wie im Herbst bei beiden Ziehern

1) ERNST HARTERT, Die Vögel der paläarktischen Fauna, II, 1911, p. 838—839.

mit einem auffallend gleichen Sonnenstand zusammenfallen (Jungvögel aus der Jahresbrut kommen dabei nach dem Wortlaut meiner Aussage: „die bei uns eintreffen“ nicht in Frage).

CORTI¹⁾, der bei seiner Zeitsymmetrie von dem gleichen Prinzip ausgeht, hält sich rechnerisch an einen imaginären 13. Monat. An sich ist seine abstrakte Rechnungsmethode als solche gewiß richtig; ihr, glaube ich, wird aber ein — wenn auch nur unbedeutender — Trugschluß zugrunde liegen, der dadurch gegeben ist, daß CORTI im Frühjahr von den Ankunfts- und im Herbst von den Abzugsdaten ausgeht, statt daß er m. E. richtiger die beiden Abzugsdaten, sowohl den Abzugstag im Norden als auch den im Süden zum Ausgangspunkt seiner Berechnungen genommen hätte. (l. c. p. 162) CORTI hält sich nicht an den Sonnenrhythmus, sondern nimmt lediglich den bürgerlichen Kalender zur Grundlage seiner Berechnungen, wobei CORTI einen Fixpunkt (30. VI. 1. VII.) als den Mittelpunkt der Zugzeit annimmt. Gegenüber meiner Hypothese, der als Mittelpunkt der Zugzeit die Sonnenwende, d. i. der 22./23. VI., zugrunde liegt, besteht also eine Differenz von (24. VI. bis 30. VI./1. VII.) 7 bis 8 Tagen. Möglich, daß diese Differenz auch die Ursache der Zeitunterschiede ist, die CORTI bei Gegenüberstellung seiner rechnerischen und der empirischen Zugzeiten festgestellt hat; sie beträgt nach CORTI je nach der Verschiedenheit der Vogelarten manchmal ± 5 Tage und $- 10$ Tage. Nach den von mir gemachten Feststellungen über die empirischen Zugzeiten treten Differenzen, wie sie bei CORTI gegeben sind, weniger in Erscheinung; vielleicht verlierten sie sich auch bei CORTI, wenn man einerseits den Abzugstag (statt Ankunfts- tag) nimmt, und andererseits den Zeitmittelpunkt um 8 Tage, zum 22. Juni (statt 30. VI./1. VII.), zurückverlegt. Im Endergebnis verbleiben diese 8 Tage als ein Teil der Zugdauer, die zwischen der Zeit des Abzuges im Süden und dem Zeitpunkt der Ankunft im Norden liegt.

Damit soll nicht etwa über die sehr instruktive und aufschlußreiche, und gewiß auch interessante CORTI'sche „Zeit-

1) CORTI „Der Ornith. Beobachter“ 28, Heft XI, 1931, p. 170.

symmetrie“ ablehnend geurteilt sein; ich kann vielmehr CORTI nur in dem einen (Neben-) Punkt nicht beipflichten, der sich bei CORTI einerseits auf die Abzugszeit und andererseits auf die Ankunftszeit bezieht; ich bin dementsgegen der Meinung, daß die Abzugszeit im Frühjahr wie auch im Herbst maßgebender ist als die Ankunftszeit. Dabei gehe ich vollkommen einig mit SCHÜZ.¹⁾ SCHÜZ hat mich in diesem Punkt — wohl durch versehentliches Ueberlesen — mißverstanden (l. c. 162).

Wenn SCHÜZ glaubt den Abzug im Frühjahr wie im Herbst von den „rhythmischen Aenderungen von Umwelt und vor allem dem Körperzustand als Regulator“ herleiten zu können, so bliebe die vorher besprochene Form der Zegerscheinung, die uns bei der Begründung der Reaktionshypothese (l. c. 160 ff.) überreichlich viel beschäftigt hat (Reaktion des Vogels auf die Deklination der Sonne bei einem jeweils höheren oder jeweils niederen Breitengrad), doch sehr merkwürdig. Wären die durch ihre Bewegung steigenden und fallenden Kräfte der Sonne ohne Belang, so könnten frühzeitig ankommende Vögel sehr wohl auch wieder frühzeitig, und später ankommende Vögel in vorgerückter Jahreszeit abziehen, — je nachdem, wie sich gerade der Rhythmus aus den dermal-einstigen oder heutigen Umweltsbedingungen entwickelt hätte. Es müßte dann das, was in der Wirklichkeit das Naturgegebene ist, ganz von selbst die Ausnahme sein. Nimmt man dagegen bei der Betrachtung der Zeitform des Zuges auf das Zeitintervall (Zeitmittelpunkt oder Sommersolstitium einerseits und den Zeitrichtpunkt oder die Sonnendeklination andererseits) Rücksicht, so findet die Wahl der Zugzeiten der verschiedenen Vogelarten m. E. eine einleuchtende Erklärung, und man kann nach dieser Definition auch zu einer „Verallgemeinerung und Schematik der Zugverhältnisse“ kommen, die bislang als aussichtslos gegolten hat.²⁾ Auch manches von dem, was bisher mit einem mystischen Ahnungsvermögen des Zugvogels in Zusammenhang gebracht worden ist (Ahnung der Umweltveränderungen, die in der fern-

1) SCHÜZ „Der Vogelzug“ Heft Nr. 1/1931, p. 44 45 (Schriftenbesprechung).

2) HARNISCH „Der Vogelzug im Lichte der modernen Forschung“ p. 80.

liegenden Heimat vor sich gehen), findet, wenn man den Vorgang des Zuges dem Sonnenschraubenlauf gegenüberstellt, einen festen Boden.

ERICH HARNISCH¹⁾ schreibt, daß „der klimatische Einfluß des Golsstroms von größter Bedeutung, der des Klimas viel stärker als des Sonnenlichtes sei“, und ferner, daß „nicht selten die Brut- und Winterquartiere auf einer nördlichen Breite liegen“. Welche Folgerungen HARNISCH aus dem Einfluß des Golfstroms und des Klimas ziehen will, geht aus seiner sonst außerordentlich interessanten und lesenswerten Arbeit leider nicht klar hervor; auch ist nicht angegeben, woraus HARNISCH die Meinung schöpft, der Einfluß des Sonnenlichtes sei von minderer Bedeutung. — Wenn man den klimatischen Einfluß des Golfstroms als Einwirkung auf den Zug gelten lassen könnte, so müßte man — meine ich — diesen nicht nur im positiven sondern auch im negativen Sinne bewerten. Man wird nicht ohne weiteres die Vermutung von der Hand weisen können, daß die Wirkung des Klimas dem Zugvogel die Ausbreitung seines Lebensraumes erleichtert hat. Der Zugvogel kann dadurch, daß er auf klimatische Eigenheiten reagiert, neues Gebiet besiedeln; er kann nach ferner gelegenen Längen und Breiten vordringen und auf diese Weise „übers Ziel schießen“. Dieses Ueberszielschießen trägt, sofern das Neuland über das herkömmliche Zuggebiet einer Art hinausreicht, einen die Ausbreitung und den Zug förderlichen Charakter. Der klimatische Einfluß kann aber andererseits dem Zug auch abträglich sein, denn das Klima wird es dem Zugvogel erleichtern, sich zum Strich- und Standvogel umzustellen. Der Zugvogel wird sich wohl den dem Golfstrom näherliegenden und klimatisch begünstigteren „westlicheren Regionen“ leichter anpassen als den kälteren nördlichen und östlichen Kontinental-Gebieten. Eine solche Anpassung (l. c. 181) muß aber, wenn sie sich innerhalb eines enger gezogenen Gebietes auf die Jahresdauer vollzieht, als eine Zug-Degenerations-Erscheinung gewertet werden; sie ist also im Hinblick auf den Zug eine negative Erscheinung. Der Einfluß des Golfstroms kann nach dem Gesagten auf den Vogelzug also unter Umständen nach zweierlei Richtungen wirken. Es

1) HARNISCH: Der Vogelzug im Lichte der modernen Forschung“ p. 49.

muß deshalb dieses Problem sowohl nach der positiven als auch nach der negativen Seite beurteilt werden. Alle dergleichen Untersuchungen haben, ganz gleich wie sie enden, immer einen Wert. Zuweilen kann sogar ein negatives Ergebnis höheren Wert besitzen als ein positives.

HARNISCH wird, nebenbei bemerkt, nicht annehmen wollen, daß eine Einwirkung klimatischen Ursprungs etwa den Vogel auf dem Zuge leiten könnte. Gegen eine solche Annahme ließen sich sehr starke Gegenbeweise erbringen.

Bezüglich der Angabe von den auf gleicher Breite verlaufenden Zugwegen sei auf Teil II h verwiesen.

Wir wollen nun die Reaktionshypothese unter Zugrundelegung von Untersuchungsergebnissen begründen, soweit der gegenwärtige Stand der Forschung eine solche Begründung zuläßt. Da die Reaktionshypothese von dem Rhythmus der Sonne und deren Bewegung (Zeit) abgeleitet ist, müssen wir zum besseren Verständnis zunächst kurz über die Zeit und den Sonnenrhythmus sprechen.

b) Zeit- und Zugrhythmus.

Die tages- und jahresrhythmischen Aeüßerungen alles Erdenseins, organischer sowohl wie auch anorganischer Natur, lassen sich in dem wiederkehrenden Wechsel zeitlich abgestimmter Reaktionen oder Bewegungen veranschaulichen. Das Zeitmaß ist die Tages- und Jahreszeit (Erdrotation und Erdrevolution).

Das Leben ist, je nachdem wie es sich äußert, verschieden, und darum auch je nach seiner Aeüßerung zu betrachten, zu untersuchen und zu bewerten. „Die Natur der Vögel“, so schrieb schon BUFFON¹⁾, „erfordert besondere Betrachtungen“.

Wenn wir den Zug der Vögel beobachten, so sehen wir, daß der beim Zug in Erscheinung tretende Zugrhythmus sowohl auf die Tageszeit als auch auf die Jahreszeit abgestimmt ist. Wir müssen deshalb, wollen wir den Zugrhythmus klar erkennen, uns zunächst fragen:

1. Was ist unter dem Begriff der Zeit zu verstehen?

1) BUFFONS Werke, „Die Vögel“, Band 1, erste Abteilung p. 19.

2. a) Wie verhält sich die Zugzeit zur Tages- und Jahreszeit?
- b) Ist der Zug rhythmisch?
- c) Nach welchem Rhythmus ziehen die Vögel?

Zu Ziffer 1: die erste Frage lautet: „Was ist unter dem Begriff der Zeit zu verstehen“?:

Die Zeit ist (nach KANT) eine Form der Anschauung.

Als Hilfsmittel zur Darstellung der Tageszeit bedienen wir uns der mechanischen Uhr (auch der Sonnenuhr).

Als Hilfsmittel zur Darstellung der Jahreszeit bedienen wir uns des bürgerlichen Kalenders.

Die Anschauungsform dieser Zeiten ist die veränderliche tages- und jahreszeitliche Umwelterscheinung (Tage und Nächte — Frühling, Sommer, Herbst und Winter).

Auf die Anschauungsform der Tageszeit (Erdrotation) braucht des näheren nicht eingegangen zu werden; die Entstehung der Tageszeiten ist uns geläufig.

Die Anschauungsform der Jahreszeit (Erdrevolution) wollen wir einer ganz kurzen Betrachtung unterziehen. — Das Bild der Jahreszeiten ist der Abglanz der infolge des Auf- und Abgleitens der Sonne fallenden oder steigenden Kräfte der Sonne. Folglich kann man bei der Begründung einer jahreszeitlichen Reaktion und Lebensäußerung an Stelle der Zeitform (Kalender) die Maßform (Bewegung) setzen, die sich durch die Erd-Breitengrade veranschaulichen und berechnen läßt. Die Jahreszeit an sich ist nur abzuleiten von der Bewegung, und diese ist im Grunde genommen (das heißt, abgesehen von den verhältnismäßig geringen Bewegungsschwankungen der Erde im Aphelium gegenüber dem Perihelium) beharrlich konstant. Es ist hier weder das Feld noch der Raum darauf des näheren einzugehen. Um Raum zu sparen, muß ich ferner (zum leichteren Verständnis des Ineinandergreifens von Sonnenbewegung, Erdbreiten und Zugzeit) auf die allgemein gültige Betrachtung bei l. c. p. 160 verweisen.

Zu Ziffer 2: die Fragen lauten:

- „Wie verhält sich die Zugzeit zur Tages- und Jahreszeit“?
- „Ist der Zug rhythmisch“?
- „Nach welchem Rhythmus ziehen die Vögel“?

Die Antwort hierzu ist folgende:

a) Tageszugzeit.

Die tageszeitliche Zugerregung ist nicht absolut rhythmisch sondern veränderlich, je nach dem Verschieben der Abend- und Morgendämmerungszeit; sie setzt ein oder unterbricht meist in der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne. Nächtliche Zieher, die im Käfig gehalten werden, kommen zu vorgerückter Jahreszeit, in den Mond-Syzygien (l. c. p. 159), auch des Abends gegen 22 bis 24 Uhr, oder des Morgens zwischen 0 bis 5 Uhr vielfach in die Zugekstase. Bei den gekäfigten Vögeln kann man das tageszeitliche Verschieben des Beginns des Zuges sehr gut beobachten, zumal im Stadium des Frühjahrszuges, da im Frühjahr die Zugzeit bei gekäfigten Vögeln vielfach mehrere Wochen anhält, und weil sich dann der Zugbeginn wegen des sukzessiv späteren Untergangs und früheren Aufgangs der Sonne bis zu einer Stunde und mehr verschiebt. Die Richtigkeit meiner Angabe, nach welcher die Zugvögel ihren Tageszug je nach dem tageszeitlichen Sonnenstand beginnen, dürfte auch noch durch den Tatbestand bewiesen sein, der uns zeigt, daß die Zugvögel bei ihrem Zuge, je nachdem, auf welchem Längengrad sie sich aufhalten oder an dem sie rasten, zu verschiedener Ortszeit (Sternzeit) aufbrechen; denn die Zeit des Aufbruches richtet sich nach dem Sonnenstand (Dämmerungszustand), wie er am Längengrad des Aufbruchsortes sich vorfindet. Damit will ich sagen, daß z. B. zwei Zugvögel gleicher Art aus fern voneinander getrennt liegenden Orten bei ihrem Zugaufbruch sich nach der Tageszeit (Dämmerungszustand) ihres Wohn- oder Zugortes richten, die naturgemäß von Ort zu Ort eine verschiedene ist. Stellt man vergleichsweise die Tageszeit (Abenddämmerung) des Aufbruchs eines Vogels aus Brüssel der Zeit des Aufbruchs eines Vogels aus Uralsk gegenüber, so differiert diese Zeit — nach der Sternzeit gemessen — um rund drei Stunden. Griffen man diese beiden Vögel, die in der Freiheit etwa 45 Längengrade getrennt voneinander zögen, auf, und brächte man sie, den einen wie den anderen, in einen engeren Raum (Käfig), so würden beide aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zu verschiedener (etwa 20 und 23 Uhr), sondern zur gleichen Sternzeit (der Ortszeit des Käfig-Raumes) ziehen; denn

durch die Verschiebung des Aufenthaltsraumes würde der Dämmerungszustand für den einen wie für den anderen Vogel zeitlich der gleiche werden. Die Frage, ob die Ursache des Auf- und Abbruches beim Tageszug nun wirklich dem Einfluß des Dämmerlichtes — als solches — zuzuschreiben ist und nicht, wie ich glaube, einer anderen Elementarwirkung, (wie z. B. dem Einfluß der Bewegung der stark ionisierten Heavisideschicht, deren tägliche Bewegungshöchstgeschwindigkeit nach den Ergebnissen neuzeitlicher Forschung im Konnex mit der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne stehen soll) — darüber soll im folgenden noch gesprochen werden. Wir können aber nicht umhin, gleich vorweg der Meinung Ausdruck zu geben, daß der Lichtschein (auch der Morgen- und Abenddämmerungsschein) zwar vielleicht eine anregende, nicht aber die Hauptwirkung ausüben könnte (vergl. Teil I d u. II h).

Wir haben hier kurz den Tageszug besprochen. Dieser ist tageszeitlich nur bedingungsweise rhythmisch, eine Erscheinung, die bei experimentellen Untersuchungen nicht unbeachtlich bleiben darf.

bb) Jahreszugzeit.

Die jahreszeitliche Zugerscheinung ist rhythmisch-absolut. Die Zugzeit ist, im großen und ganzen genommen, innerhalb der Arten beharrlich-konstant. Das zeigt uns die zeitlich regelmäßige Ankunft der Vögel innerhalb engerer Brutzonen, wo sie selbst unter denkbar ungünstigsten Umweltsbedingungen ankommen. Der Kältezustand in den Jahren 1922, 1929 und 1931, der auf die Zeit der Ankunft nahezu unwirksam blieb, gibt ein beredtes Zeugnis hierfür. Auf die Ursache der regelwidrigen Ankunft und des unzeitgemäßen Abzugs kommen wir im Teil I g und im Teil II h noch zu sprechen.

Die rhythmische Jahreszugerscheinung ist abhängig von dem absolut-rhythmischen, scheinbaren Hin- und Herpendeln der Sonne. (Von dem geringen Einfluß der Absiden-Differenzen wollen wir hier absehen.)

Wir brauchen uns die Wirkung, die den Zugreiz (Hormonbildung?) hervorruft, und als deren Ursache die scheinbare Sonnenbewegung anzunehmen ist, nicht so vorzustellen, als wirke die Sonne unmittelbar durch Fernkraft dergestalt ein,

daß sie ohne das Hinzutreten von noch anderen Faktoren den Zug reguliere.

Man wird sich vor allem darüber klar werden müssen, daß die Wirkung der Sonnenenergie (im Hinblick auf die unverrückbare schiefe Achse der Erde bei ihrem jahreszeitlichen Umlauf um die Sonne) orts- und jahreszeitlich verschieden stark ist. Wir wissen ferner, daß die Erde in etwa 100 km Höhe mit einer Luftschicht umgeben ist, die — besonders durch ultraviolette Einstrahlung — stark ionisiert ist und ganz eigenartige Erscheinungen auf dem Gebiete elektrischer Schwingungen zeigt.

Nach den jüngst von Professor ZENECK, München, gemachten Forschungen bewegt sich die besprochene Luftschicht (Heaviside-Schicht) derart, daß ihre Bewegung mit der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne ihre Höchstgeschwindigkeit erreicht, woraus man ableiten könnte, daß diese stark ionisierte Luftschicht, d. h. die von ihr gebrochene und weitergeleitete Strahlungsenergie auf die Erdoberfläche **tageszeitlich** verschieden einwirkt. Folgert man nun weiter und berücksichtigt man, daß die Sonne als Quell aller kosmischen Strahlenenergie sowohl auf die Sphären als auch auf die Erdteile je nach dem **jahreszeitlichen** Sonnenstand (Erdrevolution) bald kräftiger bald schwächer einwirkt, so könnte man — nicht zuletzt auch aus dem Grunde, weil die Sphärenschichtung gegen die Pole hin niedriger und am Aequator höher liegt — annehmen, daß beim südlichen Lauf der Sonne an der nördlichen Hemisphäre eine **Energieschrumpfung** auftritt, daß dagegen beim nördlichen Lauf der Sonne eine **Energieschwellung** eintritt, wogegen alsdann die Energiemenge an der südlichen Hemisphäre abnehmen müßte (scheinbare Sonnenferne im Winter und scheinbare Sonnennähe im Sommer (vergl. auch Figur S. 489). Zweifellos ist der Einfluß der Sphärenschichten auf die Erde, (bzw. deren Energiezustand elektrischer oder lichtelektrischer Natur) jahreszeitlich und örtlich verschieden groß oder klein und zwar jahreszeitlich deshalb, weil der Sonnenstand für jeden Ortspunkt innerhalb des Jahres wechselt und örtlich deswegen, weil der Sonnenstand auch von Ort zu Ort verschieden ist. Im Telefunkenverkehr sind Erscheinungen ähnlicher Art auf dem Gebiete der kurzen Wellen (sowohl tageszeitliche als auch jahreszeitliche Veränderungen) be-

kannt. Hat Professor ZENNECK auf Grund der Ergebnisse seiner Arbeiten zur Erforschung des Laufes der Sender-Wellen, wie man annehmen kann, nachgewiesen, daß Schwingungen des Aethers (Lichtwellen oder elektrische Wellen) im Einklang mit der **tageszeitlichen** Bewegung der Heaviside-Schicht und daß deren tägliche Bewegungshöchstgeschwindigkeit im Konnex mit der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne stehen, so glaubt man **jahreszeitliche** Veränderungen in der Wirksamkeit elektrischer Wellen auf die Verschiedenheit des Einfallwinkels der Sonnenstrahlen zurückführen zu müssen. Die Stratosphären-Forschung wird, hoffen wir, diese Erscheinungen wohl noch exakter erklären.

Die bisher über die Bewegung des Vogelzuges meinerseits gemachten Wahrnehmungen deuten sehr scharf auf Vorgänge der vorher besprochenen Art hin. Mit Bezug hierauf läßt sich abstrakt-spekulativ folgendes sagen:

Der Schwingungsenergieinhalt in der Luft hat seinen Quell in der Sonne. Die in unsere Atmosphäre hereinbrechenden spezifischen Energien werden auf dem Wege vom Quell bis zur Erdoberfläche durch die Sphärenschichten gebrochen und treffen so, je nach ihrer Kraft und Wirkung den Vogel. Angenommen es würde durch den Einfluß der die Sonnenenergie vermittelnden Schichten auf die Erdoberfläche die nördliche Hemisphäre während des Laufes der Sonne gegen Süden (Energieschrumpfung) astroklimatisch bedrückt (geschwächt) und diese Bedrückung zwänge die Zugvögel, ob jung oder alt, ob sie wollten oder nicht, im Sommer (Herbst) zum Zuge aus ihrer nördlichen Heimat, so müßte der Lauf der Sonne gegen Norden die nördliche Hemisphäre wieder freimachen, dagegen aber die südliche bedrücken, woraufhin die Vögel zeitlich je nach ihrer Nervenregulation d. heißt ihrer Empfindlichkeit gegen die kosmogonale spezifische Strahlenenergie wieder gegen Norden nach dem Sommerstandort gedrängt würden.

Die Grundursache des Vogelzuges in seiner zeitlichen Erscheinung erblicke ich in dem Vorgang beim Wechsel der Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende. Schon von da ab wird anscheinend die nördliche Hemisphäre nach und nach bedrückt, wie sie ebenso schon zur Zeit der Wintersonnenwende allmählich wieder frei wird.

Wesentlich scheint mir zu sein, daß man unterscheidet zwischen dem astroklimatischen Herbst- und Frühjahrswechsel und der Reaktion des Vogelindividuums auf einen spezifischen Deklinationsstand. Der Vogel reagiert zeitlich je nach seiner Körperkonstruktion (elektrisches Gefieder, Papillen, Bart, Nerven, Luftsäcke, luftgefüllte Knochen) und je nach der Stärke der auf ihn einwirkenden Energie.

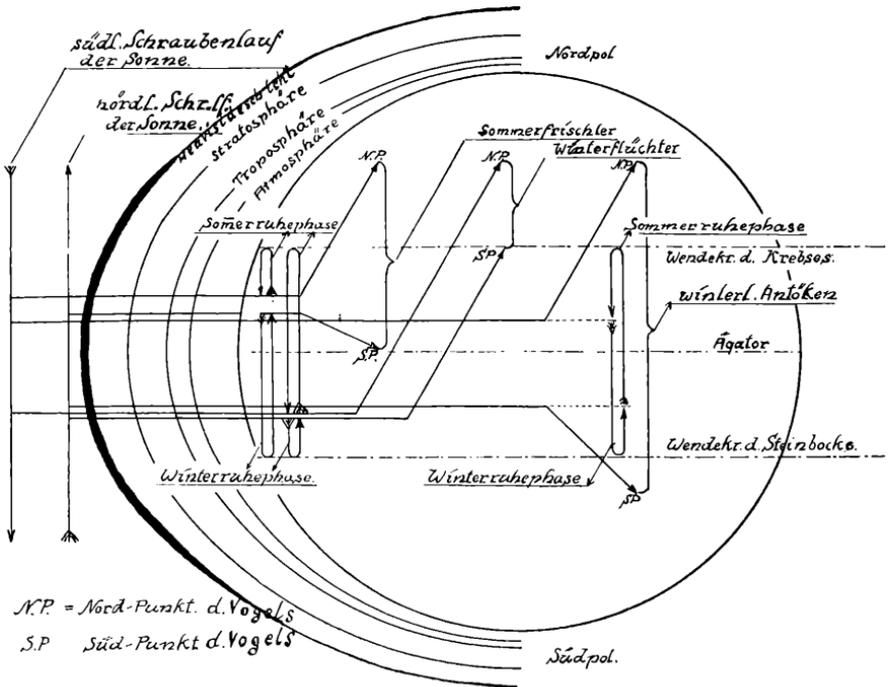
Es ließe sich die Frage stellen, aus welchem Grunde denn der Nerven- und sonstige Körperbau der Vogelindividuen so wesentlich verschieden sei, daß die Vögel untereinander zu so auffallend verschiedenen Zeiten reagieren, der eine im Februar, der andere im Mai. Dies hieße aber die Frage zu beantworten: warum denn ein Uhl keine Nachtigall sei?

Wir haben beobachtet, daß im Winter weit südlich seßhafte Vögel, zumal solche stenochroner Art — wie z. B. der Mauersegler — (*Apus a. apus*) bei ihrem Zuge kalendermäßig im Frühjahr zu zeitig gezogen kommen, und im Herbst (gegenüber der Frühjahrsdeklinations) zu zeitig abziehen. Exakt nachgewiesen ist der Grund dieser Erscheinung noch nicht, man könnte sich aber vorstellen, daß ein solcher Vogel, sofern sein Winterstandsgebiet weit südlicher liegt als die Herbst-Deklinations- und -Reaktions-Breitenparallele, im Frühjahr zeitiger von seinen Hemmungen frei wird, — und, da sein Sommerstandort wiederum nördlicher liegt als die Frühjahrs-Deklinations- und Reaktions-Breitenparallele, er (gegensätzlich) im Herbst zeitiger bedrückt wird. Die Höhe der Standortsbreiten wäre dabei nicht unbeachtlich. — Bei „winterlichen Antöken“, auf die wir noch zu sprechen kommen werden, wie z. B. beim weißen Storch, (*Ciconia c. ciconia*), ist die Ursache sowohl ihres frühzeitigen Zuges im Frühjahr als auch ihres vorzeitigen Zuges im Herbst so ähnlich, aber doch eine noch etwas andere (siehe Figur S. 489).

Man könnte gegen die oben erwähnte Spekulation, die ich zur Weiterforschung und Vertiefung der Erkenntnisse auf dem Gebiete des Vogelzuges hier vorgetragen habe, ganz allgemein einwenden, daß die Zugvögel, die zur Winterszeit bei uns zwangsweise zurückgehalten werden, nur vorübergehend, d. h. ungefähr so wie die freilebenden Vögel bedrängt seien; sie müßten aber, wenn das vorher Gesagte zu-

träfe, während der gesamten Winterruhephase hindurch bedrängt sein. Man könnte darauf antworten, daß die geküfigten Vögel zur Zeit der Winterruhephase (wie auch zur Zeit der Sommerruhephase) tatsächlich längere Zeit als die freilebenden Zugvögel zugunruhig sind, und daß manche Vögel, wie z. B. der junge Mauersegler (*Apus a. apus*) sogar umkommen, wenn sie die Zugzeit verpassen.

Anschauliche Darstellung der Reaktion der Zugvögel.



Beim Hinweis auf die Winter- und Sommerruhephase ist die Zeit der Zugdauer zu berücksichtigen.

Man könnte ferner fragen, wie es kommt, daß geküfigte Vögel im Frühjahr selbst auch dann zum Zuge kommen, wenn sie über den Winter hin an ihrem nördlich gelegenen Standort zwangsweise zurückgehalten werden. Diesen Einwand könnte man mit dem schon gemachten Hinweis abschwächen, der besagt, daß zu unterscheiden ist zwischen dem Wechsel im astronomischen Klima und der Reaktion des Vogelindividuum

auf einen spezifischen Deklinationsstand. Außerdem widerspräche ein solcher Einwand den Ergebnissen der von mir gemachten Zugversuche, derenzufolge Zugvögel, die im Frühjahr vorzeitig nach ihrem Sommerstandort gebracht werden, nicht zum Zuge kommen (vergl. die Arbeit meines Bruders in diesem Heft).

Hier liegt ein weites Feld zur Forschung, insbesondere zur experimentellen Erforschung der Ursache des Zuges der Vögel!

Wir begnügen uns, zwei drastische Fälle herauszugreifen, um den Jahres-Zugrhythmus zu zeigen, und zwar unter Besprechung des Zuges des Mauerseglers (*Apus a. apus*) und des Zuges des Weißen Storches (*Ciconia c. ciconia*).

Meine Beobachtungen über den Abzug und die Ankunft des Mauerseglers (*Apus a. apus*) können wegen Raummangels hier nur in kurzen Strichen beschrieben werden; es sei erwähnt, daß die Zugschwärme der Mauersegler zuweilen in so großer Höhe dahineilen, daß sie nur bei ununterbrochenem Absuchen des Horizont mit der Augenwaffe erspäht werden können.¹⁾ ²⁾ Auf Breitengrad $48\frac{1}{3}$ verlassen die Mauersegler am 27./28. Juli das Gemäuer der Städte und Dörfer und begeben sich dann in den Bereich der Wolkenhöhe, wo sie es verstehen, sich dem menschlichen Auge und Ohr un wahrnehmbar zu machen. Tagsüber sind sie auch an entfernt liegenden Gewässern niedrig fliegend anzutreffen. Ungenaue Beobachtungen mögen der Anlaß sein, daß alljährlich in der Presse vorzeitig auf den Abzug der Mauersegler aufmerksam gemacht wird; dessenungeachtet bleiben die Mauersegler nicht selten mehrere Tage über den August hinaus (7. August) bei uns, und kommen allabendlich bei eintretender Dämmerung nach ihren Schlupflöchern lautlos und fast unsichtbar zurück; bei ihrem herbstlichen Scheiden ziehen sie dann zuweilen sehr geheimnisvoll und hoch über uns hin, weshalb in meinen Aufzeichnungen vom 12. August 1930 z. B. auch die Worte zu lesen sind: „so, vermute ich, vollzieht sich auch der geheime Vogelzug“. Dergleichen Beobachtungen zu machen hat man nur dann Gelegenheit,

1) ALEX STIMMELMAYER „Wochenbeilage zur Landshuter Zeitung“ vom 23. VIII. 1930 Nr. 34.

2) GUSTAV KRAMER „Der Vogelzug“ Nr. 2, 1931 p. 69.

wenn man Tage hindurch jeden Morgen frühzeitigst und auch am späten Abend auf der Lauer ist. Erwähnenswert mag noch sein, daß unter den jungen Mauerseglern ein großes Sterben eintreten kann, wenn sie infolge ungünstiger Reisewitterung die Abzugszeit zu sehr verpassen, wie es im Jahre 1930 der Fall war.

Die periodische Zugzeit des Mauerseglers zeigt sich, wenn man die Abzugstage (im Süden und im Norden) der Frühjahrs- und Herbstdeklinatation gegenüberstellt, ganz offensichtlich rhythmisch- absolut; sie auf eine gleiche Deklinatation zu bringen, ist allerdings nur problematisch möglich. Man kann auf Breitengrad $48\frac{1}{3}$ den Herbstreisetag mit dem 30./31. VII. oder dem 1. VIII. annehmen. — Im Frühjahr trifft der Mauersegler in dieser Breite am 29./30. IV. oder 1. V. ein. —

Stellt man die Abzugstage im Herbst und im Frühjahr einerseits dem Deklinations- und Reaktionspunkt (oder Kalendertag) andererseits der Sommersonnenwende gegenüber, so zeigt sich, daß der Mauersegler sowohl im Frühjahr als auch im Herbst um mehrere Tage zu zeitig zieht. Die Ursache dieses zeitigen Zuges ist noch nicht bekannt. Vergleiche die Erläuterungen hierzu auf Seite 488.¹⁾ Man muß, um rechnerisch auf eine gleiche Deklinatation zu kommen, die Zeit des Frühjahrs- und Herbstzuges um rund $1^{\circ} 50'$ Grade verschieben etwa wie:

Frühjahr: n. $14^{\circ} 40'$ plus $1^{\circ} 50' = 16^{\circ} 30'$	} Sommer- sonnen- wende = n. $23^{\circ} 30'$
oder: 1. V. plus 6 Tage = 7. V.	
Herbst: n. $18^{\circ} 20'$ min. $1^{\circ} 50' = 16^{\circ} 30'$	
oder: 1. VIII. plus 7 Tage = 8. VIII.	

Man hat als Entgegnung gegen die Reaktionshypothese ins Feld geführt, die Zugzeiten seien nicht bloß je nach den Arten verschieden, sondern auch **innerhalb** der gleichen Formenkreise gar zu oft regelwidrig. Im besonderen glaubte man ferner den Weißen Storch (*Ciconia c. ciconia*) als meinen größten Widersacher ansehen zu können. — Dr. SCHÜZ macht in seiner Kritik²⁾ auf dergleichen Unregelmäßigkeiten in den

1) Andeutungsweise sei noch auf das Gesetz über die „Relativität der Gleichzeitigkeit“ nach A. EINSTEIN — Sammlung VIEWEG, Heft 38, p. 16 — verwiesen.

2) SCHÜZ „Der Vogelzug“, Heft 1/1931 p. 44 (Schriftenbesprechung).

Zugzeiten aufmerksam, und bezieht sich im besonderen auf die Verschiedenheit des Sonnenstandes beim Zug des Storches, der in Mitteleuropa im August, und in Südafrika im Februar oder März abziehe. Auch Dr. HEINROTH hat mit diesem Einwand gegen meine Hypothese gesprochen.

Antwort: Auf die Erscheinung der regelwidrigen Zugbilder kommen wir in Teil I g und Teil II h zu sprechen.

Zum Zug des weißen Storches ist zu sagen:

Der gegenüber der Zugzeit anderer Vögel zeitlich sonderlich abweichende Zug des Storches mag allerdings auf den ersten flüchtigen Blick den Einwand gegen die Reaktionshypothese berechtigt erscheinen lassen. Es ist aber dennoch nicht so, als widerspräche der Zug der Störche meiner Reaktionshypothese. Im Gegenteil! Der Zug des Storches spiegelt sich ebenso wie der Zug aller anderen Vögel im Sonnenrhythmus wider und zwar mit einer Reaktion auf einen für ihn immer gleichen Sonnenstand. Hierzu sei bemerkt:

Der Zug des weißen Storches ist ein streng inverser Zug. Auf die Ursache und die Bedeutung der inversen Reaktion kommen wir sogleich zu sprechen.

Der weiße Storch bricht in Südafrika bekanntlich — worauf auch SCHÜZ verwies — im Laufe der Monate Februar und März zum Zuge auf. Die Ankunft bei uns liegt je nach der Höhe des Breitengrad-Brutgebietes zwischen Mitte März und Mitte April. In Süddeutschland (Frankenland) treffen nach den von meinem Bruder Fritz und mir gemachten Feststellungen die Störche im Frühjahr Mitte des Monats März (etwa 18. März) ein. In Norddeutschland treffen sie ausgangs des Monats März oder anfangs (6.) April ein. Weiter stellten wir fest, daß in Süddeutschland (Franken) die alten Störche in der Durchschnittszeit vom 15. VIII. (spätestens 25. VIII.), und in Norddeutschland Ende des Monats August oder anfangs September (spätestens 3. IX.) abziehen. (Ich traf an den Horsten bei Potsdam noch am 3. September Altstörche an, zu einer Zeit, als die Jungstörche längst abgezogen waren. Auch in Süddeutschland ziehen zuerst die Jungstörche und erst später die Altstörche ab. Eine „Tradition“ in der Führung durch die Altstörche, wie sie bisher angenommen wurde, kommt darnach nicht in Frage (l. c. 170 und 177).) Zur Er-

gänzung der oben angegebenen Feststellungen sei noch hinzugefügt, daß von LUCANUS¹⁾ die Dauer des Frühjahrszuges der weißen Störche auf 3 bis 4 Wochen „veranschlagt“.

Nimmt man entsprechend der soeben erwähnten Abzugszeiten für den Zug der süddeutschen Störche im Frühjahr etwa den 15. II. und im Herbst den 19. VIII. an, so ergibt sich bei Gegenüberstellung dieser Zugtage und der Sonnendeklination folgender Rhythmus:

Reaktion:

15. II. = s. $13^{\circ} 10'$ — Mittelpunkt: 23. XII. = s. $23^{\circ} 30'$

Reaktion:

19. VIII. = n. $13^{\circ} 10'$ — Mittelpunkt: 23. VI. = n. $23^{\circ} 30'$

Hält man sich an die Zugzeit der norddeutschen Störche, also beim Frühjahrszug etwa an den 27. II. und im Herbst an den 1. IX., so berechnet sich bei Gegenüberstellung dieser Zugtage und der Sonnendeklination folgender Rhythmus:

Reaktion:

27. II. = s. $8^{\circ} 40'$ — Mittelpunkt: 23. XII. = s. $23^{\circ} 30'$

Reaktion:

1. IX. = n. $8^{\circ} 40'$ — Mittelpunkt: 23. VI. = n. $23^{\circ} 30'$

Nun kommen wir zur näheren Erklärung des schon erwähnten und aus den Beispielen zu ersehenden inversen Zuges.

Die Zugreaktion des weißen Storches ist gegenüber der Reaktion der meisten anderen Arten unserer Zugvögel deshalb eine inverse, weil für diesen winterlichen Antöken auch die Sonne in dieser Gebundenheit verläuft. Während z. B. die Frühjahrs- und Herbstzugdaten des normal ziehenden Mauerseglers rechnerisch auf eine gleiche Deklination beim Breitengrad: n. $16^{\circ} 30'$ fallen, beginnt die Zugzeit der invers ziehenden, in Deutschland brütenden Störche im Frühjahr bei der Kulmination der Sonne über dem Breitengrad: s. $13^{\circ} 10'$, bzw. s. $8^{\circ} 40'$ und im Herbst über dem Breitengrad: n. $13^{\circ} 10'$, bzw. n. $8^{\circ} 40'$. Beide Zieher, sowohl unsere Mitbewohner als auch unsere Gegenbewohner, die winterlichen Antöken, ziehen also im Frühjahr wie auch im Herbst zu einer Zeit, in der die Sonne für sie gleiche Höhe hat. Die ersteren ziehen im Frühjahr **und** im Herbst — je nach ihrer Art —

1) VON LUCANUS: Die Rätsel des Vogelzuges p. 225.

teils bei einer gleichen Deklination nördlich des Aequators, teils bei gleicher Deklination südlich desselben. Die letzteren dagegen, die winterlichen Antöken, ziehen zu einer Zeit, in der die Sonne während des einen Halbjahreszuges südlich des Aequators und während des anderen Halbjahreszuges nördlich desselben dekliniert, wobei die nördliche und südliche Deklinationsbreite gleiche Breitenhöhe zu einander haben. Kurz: die einen ziehen im Frühjahr und im Herbst bei gleicher Sonnenhöhe in nördlichen **oder** in südlichen Breiten, die anderen dagegen ziehen im Frühjahr und im Herbst bei gleicher Sonnenhöhe in nördlichen **und** in südlichen Breiten. Das mag ohne weiteres einleuchten, wenn man sich vergegenwärtigt, daß unser weißer Storch im Winter den südlichen und im Sommer den nördlichen Erdball bewohnt. Ginge der Zug nicht so vonstatten, wie ich ihn hier zeigte, sondern zögen die einen wie die anderen im Frühjahr sowohl wie im Herbst bei einem gleichen Sonnenstand nördlicher oder bei einem gleich hohen Sonnenstand südlicher Breite, so wäre die Reaktionshypothese im Hinblick auf den Zug des Storches nicht zu begründen.

Sehr interessant und mit Bezug auf die Zuginversion außerordentlich wichtig sind die Zegerscheinungen des Storches, die von der Regel: „Was frühzeitig ankommt, zieht spät fort“, abweichen.¹⁾ Die süddeutschen Störche kommen frühzeitig an und ziehen, der gezeigten Regel zuwider, frühzeitig ab. Die norddeutschen Störche kommen gegenüber den süddeutschen Störchen später an und ziehen, wiederum gegen die bekannte Regel auch später ab. Diese Zugeigenschaft ist gegenüber dem Zug anderer Vögel, die dauernd nördlich des Aequators verbleiben, ebenfalls eine inverse, und sie ist vom Standpunkt der Reaktionshypothese aus gesehen, aus folgenden Gründen selbstverständlich:

Zur Begründung der Reaktion des Vogels auf einen im Frühjahr und im Herbst gleich hohen Sonnenstand führte ich bei l. c. p. 161—162 folgendes aus: „Man muß die Reaktion des Vogels auf einen gleichen Sonnenstand im Frühjahr und

1) Vgl. auch GROEBBELS „Verh. Orn. Ges. Bayern“ XVIII. Heft 1/2, p. 95, 1928.

im Herbst so verstehen, daß der Zugvogel im Frühjahr immer dann zieht, wenn die Sonne lotrecht den Breitengrad durchläuft, über den sie in der Zeit seines Herbstzuges lotrecht kulminiert hat. Folglich muß ein Vogel, der im Herbst frühzeitig abzieht, im darauffolgenden Frühjahr später zu uns kommen als jener, der uns etwa erst im Spätherbst verließ, weil auch die Sonne die Breiten, die sie bei ihrer absteigenden Bahn am frühzeitigsten kulminiert hat, beim Rückweg in ihrer aufschraubenden Bahn am spätesten wieder erreicht“.

Der Storch, der im Gegensatz zu den auch im Winter nördlich des Aequators verweilenden Zugvögel nicht auf einen im Frühjahr und im Herbst gleich hohen Sonnenstand nördlicher oder südlicher Breite, sondern — wie vorher bemerkt — auf einen gleich hohen Sonnenstand (einmal) nördlicher und (das anderemal) südlicher Breite reagiert, muß bei frühzeitiger Ankunft eher, bei späterer Ankunft später abziehen, weil auch die Bewegung (oder der Rhythmus) der Sonne für ihn wiederum in dieser Gebundenheit verläuft. — Für die Reaktion der winterlichen Antöken gilt der Sonnenlauf nach folgender Formel:

Je **früher** die Sonne bei ihrer nördlich verlaufenden Schraube einen südlichen Breitengrad durchläuft, um so viel **frühzeitiger** durchquert sie bei ihrer südlich verlaufenden Schraube den gleich hohen nördlichen Breitengrad, und je **später** sie bei ihrem nördlichen Lauf einen südlichen Breitengrad kulminiert, umso viel **spät-zeitiger** erreicht sie bei ihrem südlichen Lauf den gleich hohen nördlichen Breitengrad.

Der zeitlich verhältnismäßig sehr exakt ziehende Storch, dessen Zug dieser Formel vollkommen entspricht, kann geradezu als Kronzeuge für die Richtigkeit der Annahme einer Reaktion des Zugvogels auf die Bewegung, also den unmittelbaren Einfluß der Sonne herangezogen werden.

Die weitere Forschung auf der hier gezeigten Grundlage müßte, wenn meine bescheidene Anregung Boden fände, auf das Ziel gerichtet sein, den Zug der Vögel sowohl in der alten wie auch in der neuen Welt daraufhin zu prüfen, zu welcher Zeit die „winterlichen Antöken“ im Frühjahr und im Herbst abziehen.

Nicht nur die Mauersegler und die Störche, sondern fast alle Arten von Zugvögeln treffen von Jahr zu Jahr, mitunter geradezu mit frappierenden Pünktlichkeit bei uns ein, und ziehen ebenso pünktlich wieder ab. Die Ankunft ist zwar, je nach der Höhe der Breitengrade und des Abstandes der Längengrade, auf denen die Brutgebiete sich befinden, zeitlich voneinander verschieden; ebenso auch die Zeit des Abzuges. Dies ändert indes an der eben erwähnten Pünktlichkeit im Eintreffen und Abzug nichts; innerhalb der Grade und innerhalb der Formenkreise weicht die Zeit beim Kommen und Gehen von Jahr zu Jahr nicht so weit ab, daß diese Abweichung ins Gewicht fiel. Die geringen Abweichungen, die in den verschiedenen Jahren sich zeigen, werden auf depressionale und aerodynamische Störungen, z. B. auf anhaltende Kälte im Frühjahr oder auf anhaltenden Regen und oft orkanartige Stürme im Herbst zurückzuführen sein.

Die Zeiten des Abzuges im Frühjahr, die uns ja meist unbekannt bleiben, kann man nach der Reaktionshypothese leicht berechnen: Man stellt die Breite, die die Sonne beim Abzug im Herbst (südliche Schraube) kulminiert hat, fest, und stellt sie nach einem astronomischen Kalender dem Sonnen- oder Kalendertag gegenüber. Zur Feststellung des Abzugtages im Frühjahr nimmt man diese gleiche Breite, jedoch zu der Zeit wo die Sonne sie in ihrer nördlichen Schraube kulminiert, und stellt sie wieder dem Sonnen- oder Kalendertag gegenüber. Die Schein-Differenz, die sich sodann bei Gegenüberstellung dieses rechnerisch ermittelten Tages und des beobachteten Ankunftstages im Norden ergibt, das ist die Frühjahrszugdauer (vergleiche außerdem die „Unterschiedsmaße“ nach Teil Ic).

Bei der Feststellung der Zeit der Ankunft im Frühjahr und des Abzuges im Herbst, sowie bei der Ermittlung der an- und abklingenden „Zugwelle“ soll man recht vorsichtig zu Werke gehen; so kann man im Frühjahr, lange nachdem die ortsansässigen Zugvögel schon zurückgekehrt sind, ja schon das Brutgeschäft begonnen haben (sehr genau bei den Singdrosseln), noch immer herdenweise umherstreunende oder überhinziehende Zugvögel der gleichen Art antreffen. Man muß auch stets darauf Bedacht nehmen, daß bei den im Frühjahr durchziehenden Vögeln uns weder die Zeit des Abzuges, noch die

Zeit der Ankunft am Zugziele bekannt wird, und daß wir bei den herbstlichen Durchzüglern nicht wissen können, zu welcher Zeit der beobachtete Vogel an seinem Sommerstandort aufgebrochen ist. Es ist ferner zu beachten, daß die eine oder andere Art im Frühjahr oft längst angekommen ist, bevor wir sie gewahren, oder im Herbst noch anwesend ist, ohne daß wir sie noch zu Gesicht bekommen, und daß des weiteren das Abstreichen der Jahresjungvögel im Herbst in der Regel nicht den Charakter des periodischen Zuges trägt. (Vgl. Teil I g und II h.)

Exakte Ergebnisse in der Feststellung der Ankunfts- und Abzugszeiten sind hauptsächlich durch die Beobachtung plötzlich erscheinender und in rascher Folge abziehender Vögel (Mauersegler, Störche) oder durch die Beobachtung des Kommens und Scheidens von beringten Einzelindividuen am und aus dem Brutgebiet zu erreichen.

Dieses Kapitel möchte ich mit den folgenden Worten schließen: Wenn weiter nichts, so steht doch das eine un-
verrückbar fest, daß die Sonne, wenn sie nicht die Ur-Erzeugerin des Zuges wäre, so wie er heute vor sich geht, zumindest das Zeitgesetz geschaffen hat, dem jeder urtypische Zugvogel bei seinem heutigen, rhythmischen Halbjahres-Zuge zu gehorchen hat.

c) Ergebnisse aus der Beobachtung
des Beginnes der Zugerregung bei gekäfigten Vögeln.

Ich habe im Verlaufe meiner Studienarbeiten und zwar auf der Grundlage der Reaktionshypothese Beobachtungen gemacht, die nicht weniger beachtlich sind, als das Ergebnis der Beobachtung des Zuges der Mauersegler und der Störche. Ich beobachtete auf das genaueste den Beginn der der Zug-
ekstase im Herbst und im Frühjahr vorausgehenden Erregung meiner im Käfig gehaltenen Klein-Zugvögel. Die Ergebnisse der Untersuchung waren folgende:

Beobachtung einer Mönchsgrasmücke (Männchen)
Sylvia a. atricapilla, seit Sommer 1927 gekäfigt.

Jahr 1929: Beginn der Erregung im Frühjahr vom 28. II.
auf 3. III. = Durchschnitts-Reaktion auf die
Kulmination der Sonne bei min. 8° 00'.

Beginn der Erregung im Herbst am 10. X. =
Reaktion auf die Kulmination bei min. 6° 10'.

Jahr 1930: Beginn der Erregung im Frühjahr vom 21. II.
auf 23. II. = Durchschnitts-Reaktion auf die
Kulmination bei min. 10° 40'.

Beginn der Erregung im Herbst fällt aus, da
der Vogel zu einer experimentellen Untersuchung
herangezogen wurde.

Jahr 1931: Beginn der Erregung im Frühjahr vom 1. III.
auf 3. III. = Durchschnitts-Reaktion auf die
Kulmination bei min. 7° 40'.

Die Unterschiedsmaße in den 2 Jahren 1929/30 waren
bei Gegenüberstellung des Frühjahrs- und Herbstzuges und
des wieder darauffolgenden Zuges die folgenden:

Frühjahr gegenüber Herbst 1929 = min. 8° 00' zu: min. 6° 10'
= 5 Tage frühzeitigere Erregung im Frühjahr.

Herbst gegenüber Frühjahr 1929/30 = min. 6° 10' zu: min. 10° 40'
= 12 Tage frühzeitigere Erregung im Frühjahr.

Beobachtung einer Mönchsgrasmücke (Weibchen)
(*Sylvia a. atricapilla*).

Frischfang aus dem Sommer 1929, Alter unbekannt.

Jahr 1929: Beginn der Erregung im Herbst am 7. IX. =
Reaktion auf die Kulmination der Sonne bei
plus 6° 30'.

Jahr 1930: Beginn der Erregung im Frühjahr am 4. IV. =
Reaktion auf die Kulmination bei plus 5° 10'.

Das Unterschiedsmaß beim Zug im Frühjahr gegenüber
dem Zug im Herbst war also plus 5° 10' zu: plus 6° 30' =
rd. 4 Tage, um die der Vogel im Frühjahr frühzeitiger
zur Erregung kam.

d) Kritische Betrachtung zu den Verfahren, den Zugerhythmus durch experimentellen Eingriff zu verändern.

Der Versuch, den tageszeitlichen Lebensrhythmus zu
verschieben, ist wiederholt mit Erfolg gemacht worden, z. B.
mit Blumen und mit Bienen. (Veränderungen beim Tages-
Zug der Vögel, vergl. Teil I b ad aa.)

Auch der Versuch den **Jahres**-Lebensrhythmus zu verschieben ist nichts Neues. Z. B. hat veränderte Wärme- und Nahrungszufuhr bei Gewächsen, die nach entfernt liegenden Breiten verpflanzt wurden, eine Aenderung in deren Lebensrhythmus (jahreszeitliche Verschiebung des Wachstums, Abfall des Laubes) mit sich gebracht. Unternahm man es aber, einen Vogel auf die gleiche oder eine ähnliche Weise zu entwurzeln, so zeigte sich im Gegensatz zu den Versuchen mit Pflanzen zunächst keine Veränderung des Jahres-Zugrhythmus. Den Beweis für das unveränderliche Fortbestehen des Zugrhythmus bei Untersuchungen der gedachten Art lieferten uns die aus fremden Breiten entnommenen und gekäfigten Zugvögel. Es ist ganz einerlei, unter welchen Temperatur- und Nahrungszuständen ein Zugvogel gekäfigt wird, und aus welcher Breite er entnommen worden ist; er zieht ohne Rücksicht auf die Entwurzelung und unbeeinflusst vom Wechsel im Wärme- und Stoffhaushalt regelmäßig zu der ihm gegebenen Zugzeit. Selbst der unter der Einwirkung der veränderten Lebenslage zeitlich verschobene Sexualtrieb vermag den Zug nicht aufzuhalten oder zeitlich zu verschieben. Mein altes, im fünften Jahre im Käfig lebendes Schwarzplättchen ♂ (*Sylvia a. atricapilla*) zog alljährlich des Nachts bis in den Sommer hinein, wiewohl es den Tag über im Liebesspiel mit einem Gartengrasmücken ♀ (*Sylvia hippolais*) verbrachte. Von LUCANUS führt in seinem Buche über „Das Rätsel des Vogelzuges“ einen noch viel exakteren Beweis aus der Käfigung einer Singdrossel (*Turdus philomelos*) an, die, ungeachtet der Brutpflege, in die Zug ekstase kam. — Dennoch, in einer Hinsicht kann der Zugrhythmus durch experimentellen Eingriff unterbunden oder außerhalb der Zugzeit erneuert werden, nämlich dann, wenn man den Zugvogel vor Beginn seiner Zugzeit an seinen oder nächst seines neu zu wählenden Standortes hinverfrachtet, bzw. wenn man ihn nach Beendigung der Zugzeit von dort entfernt. (Vgl. die Arbeit meines Bruders ANTON in diesem Heft der Verh. der Orn. Ges. Bayern.) Auch die allernächst ihres Standorts gekäfigten Zugvögel ziehen im Frühjahr anscheinend weniger scharf als die fern vom Sommerstandort gekäfigten Vögel. Diese letzteren Fremdlinge zeigen

im Gegensatz zu den ersteren, heimischen Vögeln wohl deshalb längere Zeit hindurch größere Erregung, weil sie weitab von ihrem Sommerziel bleiben müssen, das sie im Käfig nicht erreichen können (l. c. p. 179). Hieraus erklärt sich die in Vogelfreunden-Kreisen so oft gestellte Frage, warum der eine von gekäfigten Vögeln sich so sehr stürmisch zeigt, und der andere sich auffallend „leicht eingewöhnt“. Selbstredend können Alter und Art des Vogels dabei nicht unbeachtet bleiben.

Ergebnisse neuerer Versuche von H. O. WAGNER¹⁾ lassen nach Angabe des Autors darauf schließen, daß die tageszeitliche Zugerregung auf jedes beliebige Zeitintervall umgestellt werden kann. WAGNER vermeidet es, weitere Schlußfolgerungen daraus zu ziehen und R. DROST²⁾ meint dazu „die WAGNER'schen Ergebnisse sprächen für sich selbst“.

Man wird bei der Auswertung dieser WAGNER'schen Versuchsergebnisse davon ausgehen müssen, daß die tageszeitlichen Zugaffekte keine zeitlich gleichbleibende Erscheinung, also dem Grunde nach nicht rhythmisch-absolut sind, weil die Tageszughandlungen weitestgehend dem zeitlich wechselnden Morgen- und Abenddämmerungszustand unterworfen sind (vergleiche Teil Ib ad aa und Teil IIh. Nimmt man noch hinzu, daß der Zugvogel während der ganzen Dauer seiner Frühjahrs- und Herbstzugzeit im Gegensatz zur Zugruhezeit eine ununterbrochene, auffallend nervöse Erregung zeigt, und daß er diese Erregung zu jeder Stunde der Nachtzeit schon bei der leisesten Störung vernehmen läßt (vornehmlich bei der Störung durch vorübergehende Belichtung oder plötzliche Verdunkelung des Aufenthaltsraumes) so kann eine (vielleicht nur scheinbare) energetische Inversion in der Tageszugerregung, die die WAGNER'schen Versuche (verschiedenzeitige Belichtung) zeitigte, nicht abgestritten werden. Mir selbst ist bisher eine einwandfrei merkbare Umstellung in der Tageszugzeit nicht gelungen, jedoch habe ich die tägliche Gesangszeit verändern können.

Nach WAGNER soll es ferner gelungen sein, durch Füttern mit Schilddrüse den Zugtrieb in mehreren Fällen außerhalb der Zeit des Jahres-Zugrhythmus auszulösen. Dieses Er-

1) Zeitschrift für vergl. Physiologie 12, 3/4, 1930, p. 703—724.

2) „Der Vogelzug“ 1931, Nr. 1, p. 46.

gebnis wäre wesentlich bedeutungsvoller als die vorher besprochenen Resultate des WAGNER'schen Versuches; denn bei diesen letzteren Versuchen handelt es sich im Gegensatz zu den ersteren darum, eine Zughandlung absolut rhythmischen Charakters zu verschieben, ohne daß die Beziehung des Vogels zu der ihm angestammten Heimat durch einen experimentellen Eingriff geändert wird. Sonderbarer Weise sind aber bei den unter der gewöhnlichen Norm gekäfigten Zugvögeln bisher gleiche oder ähnliche Wahrnehmungen, wie sie WAGNER gemacht hat, nicht in Erscheinung getreten; bei diesen bleibt vielmehr die Zugzeit trotz der unnatürlichen Futterzufuhr und der künstlichen Wärmehaltung konstant und der Zugtrieb unvermindert stark, auch wenn sie Jahre hindurch diesem naturwidrigen Zustand ausgesetzt sind. Man möchte meinen, der Zugtrieb müßte bei gekäfigten Zugvögeln im Hinblick auf die WAGNER'schen Versuchsergebnisse in verminderter Stärke in Erscheinung treten und womöglich rasch ganz absterben; denn ebenso, wie die WAGNER'schen Versuchsvögel mit Stoffen, die für den Zug (Hormonbildung) gedeihlich sein sollen, überernährt wären, so könnten gekäfigte Zugvögel, die mit Mehl- und anderem, dem Vogel naturfremden Futter genährt werden, unterernährt sein. Diese Erfahrung steht im Widerstreit zu den WAGNER'schen Ergebnissen, denen an sich aber nicht widersprochen sein soll.

Untersuchungen hinsichtlich der Ernährung, der Menge des Mageninhalts und auch des Körpergewichts haben, abgesehen von den WAGNER'schen Versuchsergebnissen, bislang keine Anhaltspunkte dafür gebracht, daß sie für die Zugerregung und den Zugtrieb verantwortlich zu machen sind. Die gleichen negativen Ergebnisse scheinen Untersuchungen über den Zustand der Körpertemperatur während des Zuges zu bringen. Ich verspräche mir bei dergleichen Untersuchungen nicht viel. Allenfalls könnte bei größtmöglicher Vorsicht in der Untersuchung der Menge des Mageninhalts diese zur Feststellung der Wanderungszeit und -Strecke, die der Vogel hinter sich hat, herangezogen werden.¹⁾

1) GROEBBELS, Verh. Ornith. Ges. Bay. XVIII. 1/2, Jahr 1928.
Verhandlungen.

Einwandfreie positive Ergebnisse aus Versuchen, die zur Unterbindung und zeitlichen Veränderung des Zugtriebs unternommen wurden, sind meines Wissens bisher nur bei der Vornahme von Versetzungen von Vögeln (Ortsveränderungen) erzielt worden. Diese da und dort unternommenen Versetzungsversuche brachten, je nach ihrer Anwendung und je nach der dabei verfolgten Absicht, reiche Ausbeute in der Vogelzugforschung. Die erzielten Resultate brachten neues Licht, und gaben Grund dafür, veraltete, unbewiesene Anschauungen abzuschütteln. — Das, was sie uns nicht brachten, das ist die Frage nach der Triebursache, der Antriebskraft; wir wissen nicht, welches das Ursprüngliche und Treibende des Zugtriebs ist, das: „warum“. Um auch dieser Frage näher zu kommen, habe ich unter Zugrundelegung der Reaktionshypothese die im folgenden Kapitel besprochenen Versuche unternommen.

e) Experimentelle Arbeiten zur Ausschaltung des Zugtriebs.

Wir kommen hier auf die Ergebnisse zu sprechen, die sich aus meinen Versuchen unter Verwendung eines „Faraday'schen Apparates“ ergaben. Zur Vermeidung der Wiederholung meiner Ausführungen über die in den früheren Jahren mit diesem Apparat angestellten Versuche und über die dabei erreichten Resultate vergl. l. c. p. 155.

Die angestellten Untersuchungen ergaben sich ganz von selbst als logische Folgerung aus dem Prinzip der Reaktionshypothese. Meine Absicht war die, Wege zu beschreiten, um den Zugvogel von allen den mannigfachen, durch die Sonne ausstrahlenden Kräften nach Möglichkeit abzuschirmen, um auf diese Weise festzustellen, ob Sonnenenergien beim Zug der Vögel unmittelbar im Spiele sind. Ich habe — mit Beziehung auf die Ultrastrahlen allerdings auf primitive Art — versucht, einen Weg zu bahnen, der es ermöglichen sollte, die Zughandlungen ohne die Versetzung eines Vogels zu hemmen und auszuschalten. Ich dachte mir so: Wenn der Zugtrieb, wie WACHS meint, unter der Gesamtwirkung der rhythmisch laufenden äußeren Lebensbedingungen entstanden sein oder wenn er lediglich als vererbter Trieb bestehen sollte, so würde der Zugaffekt im abgeschirmten Raum

des Faraday nicht nachlassen, sondern es müßte die zur Zugzeit gesteigerte Unruhe unbehindert fortbestehen.

Die Konstruktion des Faraday ist in meiner Arbeit (l. c. p. 155) des näheren beschrieben. — Als Versuchsvögel waren verwendet worden: 1 Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), 2 Blaukehlchen (Männchen und Weibchen) (*Cyanosylvia svecica cyanecula*), 2 Mönchsgrasmücken (Männchen und Weibchen) (*Sylvia atricapilla*) und 1 Gartengrasmücke (*Sylvia hyppolais*). Jeder der Vögel ist zu verschiedener Zeit, ein Schwarzplättchen ist zweimal zu verschiedener Zeit erprobt worden; das sind insgesamt also 7 Versuche. Ein achter, neugearteter Versuch ist eingeleitet.

Bei meinen Versuchen, die ich in den Jahren 1929 und 1930 unternahm, bin ich so vorgegangen, daß ich die einen der Versuchstiere zu einer Zeit in den Versuchskäfig nahm, in der sie noch keinerlei Zugerregung zeigten, andere dagegen verwendete ich erst zu einer Zeit, in der sich bei ihnen bereits eine nervöse Zugruhe bemerkbar machte. Das Resultat war nicht einheitlich. Es zeigten sich die einen, die noch im Stadium der Zugruhe, und auch die anderen, die im Stadium der Zugruhe herangezogen wurden, bald mehr, bald weniger erregt. Auffallende Stoßhandlungen waren indes nicht bemerkt worden. Auch hat keiner von den Versuchsvögeln zur Zugzeit sich eine Feder verletzt. Den Gesamtbefund hatte ich nach Abschluß meiner ersten Versuche in die Worte gefaßt: „Aus dem Gesamtbefund dieser noch laufenden Versuche möchte ich vorläufig den Schluß ziehen, daß bei einem Verfahren, bei dem der Zugvogel äußeren Einflüssen von Naturkräften entzogen wird, die Zugruhe nicht restlos ausgeschaltet werden kann. Diese kommt vielmehr auch beim „Abschirmen“ zum Durchbruch, wenngleich sie sich dabei nicht bis zur Zugekstase steigert“ (l. c. 157).

Die Fragen, welcher Anteil von der elementaren Ursprungskraft heute noch dem Zug der Vögel zugutekommt, ob die im „Faraday“ sich gezeigten Erregungserscheinungen der Vererbung zuzuschreiben sind und zwar entweder der Vererbung des Zugrhythmus oder lediglich der Vererbung einer jahreszeitlich wiederkehrenden nervösen Erregung, all diese Fragen gehören der Zukunftsforschung an.

Meine zuletzt beendeten, neugearteten Versuche mit dem Faraday sind noch nicht so weit gereift, um es wagen zu können, darüber ein Werturteil zu fällen. Zur Zeit stehen immer noch die bei den Versuchen hervortretenden zwischenzeitlichen Erregungserscheinungen in einem merkwürdigen Gegensatz zu den physiologisch schwer faßbaren Endresultaten. Die Untersuchungen werden dadurch sehr erschwert, daß die Zugunruhe bei den Vögeln im Käfig so verschieden ungleich ist; sie ziehen anscheinend je nach der Entfernung der Käfigung von ihrem Standort bald lang und stark, bald unmerklich schwach und kurz. Man kann deshalb bei der Untersuchung von Käfigvögeln nicht genug vorsichtig sein, wenn man nicht durch ihr Verhalten getäuscht werden will. Das Bekanntsein der Brut- oder Geburtheimat ist, wenn man exakt urteilen will, unerläßlich.

f) Reizwirkung bei der Auslösung des Zugtriebes.

In meinen, bei l. c. p. 160 und 180 gemachten Ausführungen kam ich auf die beim Zugvogel im Frühjahr und im Herbst einsetzende Zug-Nervosität zu sprechen, die sich letzten Endes bis zur Zugekstase steigert, — und ich folgerte daraus, daß dieser Vorgang durch den Einfluß von Sonnenenergie zustande kommt. Es wird immer mehr eindeutig, daß die Zugpsychose des Vogels mit der Nervenregulation im Zusammenhang steht. Nach der Meinung des Chirurgen Prof. Dr. SAUERBRUCH, Berlin,¹⁾ besteht z. B. beim Menschen zwischen der Schilddrüse und dem Nervensystem eine innige Wechselbeziehung. Der die Nervosität auslösende Faktor ist das Schilddrüsensekret (Hormon). — Die medizinisch-physiologische Wissenschaft ist in die Geheimnisse dieses Prozesses schon weit eingedrungen. Nach den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen soll dieser Prozeß durch äußere Reize hervorgerufen werden können. Nach Dr. ROBERT FLIESS²⁾ ist der Versuch unternommen worden, die Nerven des Herzens eines Versuchstieres mechanisch zu reizen, und es war als Folge dieses Reizes die Bildung von Stoffen (Hormone) festzustellen.

1) Tagung der Chirurgen 1931 im Langenbeck-Virchow-Haus.

2) Unterhaltungsblatt der Voss. Zeitung vom 20. III. 1931.

FLIESS¹⁾ sagt weiter: „gerät ein Organ aus dem Zustand der Ruhe in den Zustand der Erregung, so wird das Eiweiß seiner Zellen dabei verändert. Diese Veränderung zeigt sich physikalisch dadurch an, daß die erregte Substanz gegenüber der ruhenden sich elektrisch negativ gibt“. — Aus diesen Befunden d. h. aus der Erkenntnis der Ursache und Wirkung können wir — wenn auch mit allem Vorbehalt — mancherlei Schlüsse ziehen. Wir können daraus schließen, daß ein Zusammenhang zwischen der Sonnenenergie (äußere Ursache des Reizes) und der Erregung beim Zugprozeß (Wirkung des Reizes) besteht, wobei man sich — analog dem eben besprochenen Experiment — statt des mechanisch hervorgerufenen Reizes einen natürlich-physio-psychologischen Reiz vorzustellen hätte. Es wäre denkbar, daß durch den Reiz einer Außenkraft (ich meine die Sonne!), etwa durch Vermittlung der äußeren Haut (Federn!) des Vogels „Wirkstoffe“ in einem Organ des Vogels gebildet werden, die den Zugaffekt hervorrufen.

In diesem Zusammenhange muß noch auf die Entstehungsursache der jahresrhythmisch wiederkehrenden Reize kurz eingegangen werden:

Im Wechsel der Jahreszeiten überkommt Mensch und Tier ein physio-psychologischer Reiz. Dieser Reizprozeß hat mit dem Begriff der Zeit oder eines Zeitabschnittes (Jahreszeiten) an sich und ursächlich nichts zu tun. Die Ursache dieses Reizes ist nicht die Zeit als solche, sondern ausschließlich die Sonne, die auf alles Leben organischer oder anorganischer Natur, je nach ihrem jahreszeitlichen Stande, verschiedenartig einwirkt. Daß ausschließlich und unmittelbar nur die Sonne und nicht etwa die Zeit als solche das Reizphänomen sein kann, das geht schon daraus hervor, daß es niemand möglich machen kann, sich z. B. in seinem herbstlichen Fühlen psychologisch umzustellen und so zu empfinden, als fühlte er den Reiz des Frühlings. Wichtig ist, daß eine solche Umstellung auch nicht möglich ist, selbst wenn das Versuchsobjekt sich Bedingungen verschafft, die z. B. zur Herbstzeit den Eigenheiten der Frühlingszeit möglichst entsprechen. Läßt man vergleichsweise zur Herbstzeit den Blumenflor und

1) Unterhaltungsblatt der Voss. Zeitung vom 8. I. 1932.

die Wärme eines Wintergartens auf sich einwirken, so ist das wohl ein Genuß, doch hat man dabei noch lange nicht das Reizgefühl, das uns im Frühling ankommt. Dieser Frühlingsreiz oder das Frühlingsfühlen erwacht aber, wenn man sich durch Verschiebung des Standorts in eine andere, der Frühlingszeit entsprechende Beziehung zum Sonnenstand bringt (zeitlich wechselndes, astronomisches Klima).

g) Vom Abwandern der Jungvögel aus dem Geburtsgebiet.

Der Zug der Altvögel und die Wanderung der Jungvögel aus der Jahresbrut müssen von nicht wesentlich verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und beurteilt werden (l. c. p. 165/166). Man hat bisher bei den Zugbeobachtungen den Zug der Vögel vielzusehr in Bausch und Bogen bewertet. Es ist zur Begründung des Vogelzuges durchaus nicht einerlei, ob wir streunende Altvögel und streichende Jungvögel aus der Jahresbrut vor uns haben, oder ob wir bei unseren Beobachtungen alte Brutvögel überhinziehen sehen. In meiner Arbeit (bei l. c. p. 178) habe ich bereits darauf hingewiesen, daß nicht alle von den Jungvögeln im Herbst an eine engere Behausung gebunden sind, und ferner, daß ihnen der Zugrhythmus, den die älteren und alten Zugvögel besitzen, nicht im gleichen Maße eigen ist. Die Wanderungen der frühzeitig abstreichenden — nicht mit den Alten ziehenden — Jungvögel sind nicht das Gleiche wie der unvermittelt einsetzende Zug der in Ekstase gekommenen Altvögel, wenngleich auch die den Jungen angeborne Wandereigenschaft einen an den Zug anklingenden Charakter trägt. Es ist bedauerlich, daß man den ganz wesentlichen Unterschied im Zug der Altvögel gegenüber den Wanderungen von Jungvögeln bisher garnicht oder nur ungenügend, d. h. ohne Auslese würdigte, wiewohl wir diesem Unterschied auf Schritt und Tritt begegnen. Ich bin überzeugt davon, daß wir bei der Unterscheidung der Wesensverschiedenheit des exakten Zuges der Brut- (Alt) Vögel gegenüber dem Streunen der nichtbrütenden Altvögel und dem Wandern der Jungvögel die bislang zutage getretenen „regelwidrigen Zugbilder“ noch ganz wesentlich werden retouchieren können.

Eine Zeit-Ordnung, wie wir stark naturdegenerierten Menschen bis in die tollsten Finessen sie uns schufen, kennen natürlich auch der ältere und der alte Zugvogel nicht! ihre Empfindungs- und Erlebniswelt ist eine andere! der Zugvogel weiß nichts von Formen und nichts von Zeiten! er kennt keine Uhr und hat keinen Kalender, und — er braucht sie auch nicht! ihm genügt das Vermögen der unbewußten, natürlichen Reaktion.

Schlußbemerkung zum Teil I.

Aus den Ergebnissen dieser meiner Studien über die Ursache des Vogelzuges fand sich am Ende folgendes Resumé:

Die Antriebsursache der jahresperiodischen Bewegungen beim Vogelzuge, so wie er heute vor sich geht, sind vom Grunde aus weder:

1. der Verlauf erdgeschichtlicher Ereignisse (Vorgänge zu den Eis- und Zwischeneiszeiten), noch
2. die „jahresrhythmischen Aenderungen von Umwelt“ (auch nicht Licht, Wärme und Nahrungsbedingungen), noch
3. die meteorologischen Verhältnisse.

Die Vorgänge in der Natur, die den Zug der Vögel bewirken, sind in ursprünglicheren und unveränderlichen Urgewalten zu suchen, die auch heute noch, wie ehemals, in ihrer Beziehung zum Vogelzug und in ihrer Wirkung auf denselben die gleichen sind. Es sind Anhaltspunkte für die Annahme gegeben, daß die Ursprungs- und Antriebskräfte kosmologisch, und im speziellen die folgenden sind:

- a) die tageszeitliche Bewegung der Erde (Rotation),
- b) die jahreszeitliche Bewegung der Erde (Revolution).

Uebertragen auf die sinnlich wahrnehmbare Scheinbewegung:

- a) die täglich ostwestliche Bewegung der Sonne,
- b) die jährlich nordsüdliche und südnördliche Bewegung der Sonne, d. heißt die Abweichung der Sonne nördlich und südlich vom Aequator (Sonnendeklination).

Diesen Ursprungs- und Antriebskräften steht der Vogelkörper gegenüber. Der Vogelkörper (Nerven, Federn, Haut, Knochen), der sich zersetzt, aufbaut, strukturell und ökologisch anpaßt (Konfergenz), ist der Spielball dieser kosmischen

Kräfte. Die Reaktion des Vogels auf die dem Zuge sich entgegenstellenden Widerstände (Witterung usw.), sowie die bisher angenommene Vererbung von Gewohnheiten können nur Untergeordnetes im Aktivum der Zughandlung sein.

Wir haben bei der Besprechung der Reaktionshypothese als Darstellungsform die Scheinbewegung der Sonne gewählt; bei der praktischen Forschung hat man den Tatbestand nach der Wirklichkeit, d. h. kosmologisch zu untersuchen. Wir müssen die Bewegung der Erde im großen Raume des Alls schauen. Von da aus ist der Weg der Forschung über die Astrophysik bis hinab zu den Einzelheiten in den Bewegungen beim Vogelzug zu nehmen.

Teil II.

Betrachtung über Richtung, Orientierung und Zugunterbrechung.

(Wie ziehen die Vögel?)

Wir wollen im wesentlichsten unterscheiden zwischen:

- a) der Fähigkeit des Vogels, sich während des Zuges an eine Zielrichtung zu halten,
- b) der Fähigkeit des Vogels, von Jahr zu Jahr an der Grenze des nördlich und südlich gelegenen Lebensraumes halt zu machen und
- c) der Fähigkeit des Vogels, sich am Zugziele durch Orientierung zurecht zu finden.

Was wissen wir von diesen Fähigkeiten?

h) Grobe Richtung.

Wir wissen noch wenig, exakt bewiesen noch nichts von den Kräften, die dem Vogel während seines Zuges die Himmels- und Ortsrichtung angeben. Wir wissen nicht, wie es kommt, daß die Vögel beim Aufbruch aus ihren Winter- und Sommerniederlassungen ohne Kompaß und Wanderkarte, ja sogar ohne jemals das Reiseziel kennen gelernt zu haben, die Richtung zu diesem bestimmen und während des Zuges einhalten können. Wir wissen ferner nicht mit Gewißheit, wie es ihnen möglich ist, das weitgelegene Wanderziel auf zuweilen großen Umwegen zu erreichen, und warum sie nicht trachten, nach dem Endziele in gerader Richtung zu kommen.

Leider wird uns die Ermittlung der Zugbahnen und somit auch die Feststellung des Richtzieles der Zugvögel dadurch erschwert, daß viele der Jungvögel meist sogleich nach der Festigung ihrer Selbständigkeit das Brutrevier verlassen und in die Fremde ziehen, ohne dabei immer eine ihrem Endziel genau folgende Richtung einzuhalten. Viele Jung- und auch Altvögel streichen vorzeitig und ungebunden umher, ohne daß dieses Umherstreichen einen ausgesprochenen Charakter des Fernzuges trüge. Dieses Gebaren liegt außerhalb der Zugzeit, und die Wege, die die Vögel dabei bestreichen, können darum noch keine Zugwege sein; jedenfalls können sie nur in einem losen Zusammenhange mit diesem stehen. — In ihrem unstillen Drange, unzeitig und ziellos zu wandern, vermögen insbesondere die Jungvögel das zur Winterszeit ihnen zusagende Biotop nicht immer, und gewiß nicht immer auf dem kürzesten Zugwege zu erreichen; sie werden, da sie auf Abwegen den ihnen drohenden, mannigfachen Gefahren nicht immer werden trotzten können, bei Einzelzügen und auch in Massen zugrunde gehen müssen.

Das vorzeitige Abwandern von Jungvögeln, ungebunden nach verschiedenen Richtungen, gibt bildlich gezeigt, „Streuungen“. Wir können nicht umhin, unsere Ansicht kundzutun, die dahingeht, daß Streuungen dieser Art (die bei der Ermittlung der Zugwege von Zugvögeln bislang als Zugescheinung gekennzeichnet worden sind) in ihren wesentlichen Merkmalen einem mit dem Zuge nicht oder mit diesem nur lose zusammenhängenden Vorgang zuzuschreiben sind. Ein solches Streubild kann, in Verbindung mit dem Zuge dargestellt, sehr fragwürdige Resultate geben, wenn man nicht unterscheidet zwischen dem „Umherstreichen“ von Jungvögeln einerseits und dem „Zuge“ der Altvögel andererseits (vgl. l. c. p. 166). Durch solche, nicht ganz einwandfreie Feststellungen kann der Eindruck erweckt werden, als zeigten die Streuungen jene Wege, die die Vögel auf ihrem Zuge einnehmen wollten. So ist es aber nicht! Ich habe schon vor längerer Zeit auf das Bedenkliche hingewiesen, das darin liegt, daß z. B. die zuweilen beobachteten herbstlichen Nordwanderungen stets als eine **Zughandlung** bewertet werden. Es war von mir betont worden, daß es die Jungvögel sind, die uns dabei irre leiten. Auch

SCHÜZ¹⁾ hat diese Erscheinung erkannt und „Vorzug“ genannt. Es wäre, wenn ein „Zugatlas“ (mit meridiantreuer Flächenprojektion!) oder ein „Zugkalender“ Anspruch darauf erheben will, daß er als Leitfaden zur Vogelzugforschung dient, sehr zu begrüßen, wenn neben der Zeitangabe unterschieden werden würde: zwischen den Ermittlungen einerseits der Zugwege der alten Zugvögel und andererseits der Wege der jungen Zugvögel aus der Jahresbrut, ganz besonders, wenn anormale Erscheinungen, wie z. B. ein herbstlicher Nordzug, ermittelt worden sind. — Einsichtige Vogelzugforscher haben aus den hier gezeigten Gründen längst gefordert, bei der Beringung von Zugvögeln sich allmählich mehr auf die Kennzeichnung von Altvögeln zu beschränken, — bisher leider, zum Schaden der Sache vergebens.

Gehen wir zurück auf die ziellosen Wanderungen, die vielfach den Jungvögeln eigen sind, und die sie sogleich nach Festigung ihrer Selbständigkeit beginnen, so ist es berechtigt zu fragen: zu welcher Zeit und auf welche Weise kommen denn die Jungvögel in den „Zug“, und wie kommen sie an ihr Ziel?

Wenn wir zu dieser Frage Stellung nehmen wollen und im Rahmen der Möglichkeit Aufschluß darüber zu geben versuchen, so ist vorweg zu sagen, daß hier nur von den umherstreichenden Jungvögeln (auch streunenden Altvögeln) die Rede sein soll, und nicht auch von solchen Arten (wie z. B. Schwalben, (*Hirundo*), Mauersegler, (*Apus*), Störche, (*Ciconia*), Kraniche, (*Megalornis*), die zumeist gleich von ihrem Geburtsareal aus unmittelbar in Etappen ihre Fernreise antreten. Soweit von den ersteren die Rede ist, läßt sich sagen, daß der Wandertrieb, der fast bei den meisten Jungtieren, wie ja auch beim jungen Menschen, stark ausgeprägt ist (l. c. p. 180), den Vogel zum Abstreichen aus seinem engeren Heimatrevier drängt. Bei vielen Zugvögeln macht zudem im Herbst noch der Futterwechsel eine andere Lebensweise und darum auch eine Abwanderung aus dem Brutrevier erforderlich (l. c. p. 178). Diese Wanderungen sowie der vielfach mit ihnen einsetzende Herdentrieb sind noch keine unter der Zugekstase

1) From Proceedings of the VIIth Internat. Ornith. Congress at Amsterdam 1930, p. 299.

ausgeführten Handlungen, denn erst nach einer Weile dieses Geschehens setzt die Zugekstase ein: „Die Zugekstase setzt erst später, und zwar erst dann ein, wenn das Empfindungsorgan des Vogels der Reflexwirkung der abziehenden Sonne unterliegt; das ist alsbald nachdem die Sonne den bereits besprochenen Richtpunkt (Deklinations-Breitenparallele) erreicht hat“ (l. c. p. 179).

Daß dieses Empfindungsorgan (ähnlich wie die Sexual- und Gesangsreife) eine Zugreife hat, — die beim Jungvogel innerhalb des Jahres je nach der Zeit der Geburt auftreten wird — ist höchst wahrscheinlich. Diese Zugreife hält — allgemein genommen — nicht nur während der Zugzeit an, sondern auch noch längere Zeit während der Sommerruhe-Phase (vergleiche die in diesem Heft erschienene Arbeit meines Bruders ANTON über die von meinem Bruder und mir erfolgreich durchgeführten Versuche). Ob diese Zugreife auch innerhalb der Zeit der Winterruhe-Phase anhält, d. h., ob der Zugvogel auch während der Winterzeit an seine Winterniederlassung zwangsgebunden und in der Lage ist, diesen Ort, wenn man den Vogel versetzt, auch zur Winterszeit aufzufinden, diese interessante Feststellung bleibt der weiteren Forschung vorbehalten. Wahrscheinlich ist, daß die Zeit der absoluten Zugträgheit (Zugruhe-Phase) innerhalb eines Jahres immer nur kürzere Zeit anhält, vermutlich während der Sommer- und Wintermauser, das ist in der Regel die Zeit um und nach der Sommer- und Winterwende der Sonne.

Im vorstehenden haben wir den Übergang vom Umherstreichen zum Zug und, soweit bekannt, auch die Zugreife besprochen. Wie aber, so lautete unsere weitere Frage, kommen die unsterblich umherirrenden Jungvögel an ihr Ziel? Wir gingen davon aus, daß das vorzeitige Wandern der Jungvögel noch kein Zug im eigentlichen Sinne des Wortes ist, sondern daß es nur einen an den Zug anklingenden Charakter trägt. — Wenn Einzeltiere oder auch ganze Trupps in einer dem Zugziel entgegengesetzten Richtung anzutreffen sind, so ist beachtlich, daß das erstens zumeist nur für verhältnismäßig kürzere Strecken zutrifft, und zweitens, daß die Masse, das Gros aller Jungvögel, die vorzeitige Wanderung schon in der Richtung des Zugzieles antritt. Diese Richtung ent-

spricht — grob genommen — der Sonnenschraubenrichtung, im Herbst gegen Süden und im Frühjahr gegen Norden. Die Regulierung der Zugrichtung innerhalb der grob gegen Süden oder Norden verlaufenden Zugbahn kann einerseits einer Vererbung der Ausbreitungsgebiete, also der Einwanderungswege (l. c. p. 169), andererseits den mannigfachen Anziehungspunkten (Flüsse, Täler) und Hindernissen (Meere, Gebirge) zugeschrieben werden, d. heißt dem Bestreben, das Zugziel auf einem Wege mit möglichst geringem Widerstande zu erreichen.

Wenn wir auch davon überzeugt sind, daß der Vogel im Frühjahr durchaus nicht den gleichen Weg einzuhalten braucht, den er beim Herbstzug gewählt hat, so fällt es doch schwer, die Umstände zu erkennen, die dafür verantwortlich zu machen sind, daß manche der Zugvogelarten im Herbst eine mit dem Breitengrad nahezu gleichlaufende westliche Zugrichtung, wie z. B. die im Herbst zum Teil nach Westen ziehenden Stare, einnehmen, und im Frühjahr wieder gegen Osten zurückkehren. Daß die Mehrzahl der Zugvögel auf ihrem Zuge im Herbst sich westlich, bzw. südwestlich richten, das ist überhaupt einer der Kardinalpunkte in der Vogelzugsforschung. Ich erinnere dabei nur an den Gedanken, der Zugvogel könnte auf den Einfluß des Golfstroms reagieren, sich also durch dessen Einfluß im Herbst aus Mitteleuropa gegen Westen führen lassen. Dann müßte natürlicherweise der Golfstrom im Frühjahr, wenn der Vogel wieder zurück 'gen Osten zieht, seinen Einfluß in entgegengesetzter Richtung geltend machen. Dies zu vertreten, dazu fehlt es uns zur Zeit noch an hinreichenden Beweisen. — Kosmologisch ließe sich — ähnlich der durch VON LUCANUS¹⁾ ausgesprochenen Idee — beweisen, daß (vom Stand- und Mittelpunkt der Sonne aus bezogen) der Tages- und Nachtbogenlauf der Erde im Frühjahr im Hinblick auf die Ekliptik dem Tages- und Nachtbogenlauf im Herbst entgegengesetzt ist. Gegen eine solche Deutung sprächen aber, bezogen auf die Richtungsbestimmung, gewichtige Argumente (z. B. die Tatsache daß einzelne der Vögel sowohl bei Tag als auch des Nachts und periodisch einmal 'gen Osten,

1) VON LUCANUS „Rätsel des Vogelzuges“ p. 133.

das anderemal 'gen Westen ziehen), daß es sich nicht verlohnt, darauf des weiteren einzugehen.

Zur Frage über die Wahl der Richtung beim Frühjahrs- und Herbstzug möchte ich weiter noch antworten:

Der im Herbst in seiner Bewegung westlich und südwestlich gerichtete Massen- und Einzelzug der Vögel (nur ein Teil des Zuges bewegt sich in direkt südlicher und in geringerem Ausmaße in südöstlicher Richtung) wird erst dann vollends zu verstehen sein, wenn wir noch mehr als bisher die vielseitige, unmittelbare und mittelbare Kraftwirkung der Sonne werden kennen gelernt haben; sie wird uns zeigen, daß die Sonne bei ihrem im Herbst südlich gerichteten Schraubenlauf und durch ihre ostwestlich verlaufende Tagesbahn die Vögel auf dem herbstlichen Zuge in westlicher und südwestlicher Richtung gleichsam abtreibt (l. c. p. 169). Man muß sich hierbei allerdings darüber klar sein, daß im Frühjahr die Zugbewegung, von der hier die Rede ist, von Westen nach Osten, also entgegengesetzt gerichtet ist, wogegen der Sonnentagesbogen unverändert weiter von Osten nach Westen verläuft. (Die Sonnenschraube dagegen ist, ebenso wie die Zugbewegung, rückläufig!). Aber auch diese, dem Tagessonnenlauf entgegengesetzte Frühjahrszugbewegung ist nicht unfaßbar. Die jetzt noch fehlende Erkenntnis dieses Vorgangs (auch hinsichtlich der auf nahezu gleicher Breite sich vollziehenden Zugbewegung der Stare — *Sturnus v. vulgaris* L. —, deren Wanderung auf gleicher Breite mehr als „Vogelstrich“ zu bewerten ist), wird erwachen, wenn sich im Verlauf der weiteren Forschung die Beweise für die Richtigkeit meiner Annahme verdichten, die dem Zugvogel die in der Erläuterung auf S. 487/488 gezeigte Reaktionsfähigkeit zuschreibt und außerdem ihm das Vermögen beimißt, daß er sich seinem Winter- und hauptsächlich seinem Sommerstandort durch Konvergenz (Mauser) anpassen kann, und daß durch die wechselnde Veränderung der Außenschicht des Körpers (Gefieder, Papillen, Haut) diese sich auf die jeweils bevorstehenden Aufenthaltsorte zeitgebunden einstellt. Es ist nach Lage der Sache selbstverständlich, daß ein Zugvogel, je älter er ist, umso schärfer er auf seinen Sommer- und Winterstandort ein-

gestellt ist, und ferner, daß ein Zugvogel, je schärfer er eingestellt ist, umso sicherer er „reagieren“ kann, und am Zugziel (auch ohne den Gesichtssinn) sich zurechtzufinden weiß.

Der im Frühjahr nördlich gerichtete Schraubenlauf der Sonne ist ebenso rückläufig wie die Frühjahrs-Zugbewegung; er bringt es zufolge des Knochen-, Haut- und Nervensystems des Zugvogels und auch durch die Einstellung des Vogels auf seinen Sommerstandort mit sich, einmal, daß der Vogel gereizt und — etwa durch Hormonbildung — in die Zugekstase versetzt wird (Deklinationszeit), sodann, daß er ganz von selbst, d. h. unbewußt und mechanisch-reflektorisch nordöstlich oder östlich zieht und so nach seinem Sommerstandort hingeleitet wird. — Mit diesem hier gezeigten Reaktions-, Richtungs- und Orientierungsvermögen des Zugvogels stehen die sehr beachtlichen Erfahrungen im Einklang, die uns die Ergebnisse aus der Durchführung von experimentellen Versuchen mit Blaukehlchen (*Cyanosylvia svecica cyanecula*) und insbesondere ein Versuch mit Rotschwänzchen (*Phoenicurus ph. phoenicurus*) brachten. (Siehe die Ausführungen meines Bruders über die diesbezüglichen Versuchsergebnisse in diesem Hefte).

Unter den Einflüssen, die dem Zugvogel richtunggebend sind, wird auch der Lichtschein genannt. Daß der Lichtschein auf den Vogel einen Einfluß ausüben kann, das soll nicht bestritten werden. Es ist beobachtet worden, daß die in der Freiheit überhinziehenden Vögel den Schimmer einzeln aufleuchtender Sterne wahrzunehmen vermögen. Wieder andere messen dem Mondlicht eine Bedeutung bei; es soll zuzuregen sein (vergleiche demgegenüber meine Ausführungen über den Einfluß des Mondes als solchen bei l. c. p. 159). Auch heute noch wird dem Helligkeitsmoment (Sonnen-, Mond-, Sternenlicht) die Bedeutung beigemessen, als käme es dem Zugvogel beim Zuge oder gar bei der Bestimmung der Zugrichtung maßgebend zu Hilfe. Anscheinend will auch DROST¹⁾ dieser Auslegung folgen. Inhaltlich der Schrift von DROST und BOCK meint DROST, daß dem Vogel „bei der Orientierung, der Wahl

1) „Der Vogelzug“ Heft Nr. 2 April 31 von R. DROST und E. BOCK p. 81.

der Richtung, der Sonnenstand am Morgen — oder Abend — bzw. die hellste Stelle am Himmel ein Hilfsmittel bedeute“. Dieser Auffassung läßt sich nicht gut folgen. Auch ich habe in meinen früheren Arbeiten einen ähnlichen Standpunkt wie DROST eingenommen. Ich ließ mich aber dabei, um mit HAECKEL zu sprechen, im wesentlichen davon leiten, daß „das Licht, welcher Natur es auch sei, immer und überall eine elektrische Auswirkung hat“. — Abgesehen davon, daß Beobachtungen, die der Richtigkeit der DROST'schen Deutung Boden gäben, kaum werden gemacht und auch andere Anhaltspunkte dafür nicht werden erbracht werden können, sollte uns von dieser Deutung schon der Hinweis abbringen, daß der Zugvogel, wenn er sich am Abend und am Morgen nach der hellsten Stelle des Horizonts richten wollte, er zur abendlichen Zugzeit gegen Westen und des Morgens gegen Osten ziehen, und daß er seinen Zugweg darum mehr oder weniger im Zickzack zurücklegen müßte. Eine solche Zickzack-Zugrichtung ist uns nicht bekannt. Auch ist nicht bekannt, daß die einen der ziehenden Vögel etwa nur am Abend gegen das Westlicht, die anderen dagegen nur am Morgen gegen das Ostlicht zögen. Uebrigens müßte der Einfluß des Dämmerungslichts im Frühjahr und im Herbst je entgegengesetzt (westöstlich und ostwestlich) wirken. DROST, so scheint es, wird seine Vermutung von dem Eindruck des Lichtscheines der Leuchtfeuer von Leuchttürmen hergeleitet haben, der beim Vogel während seines Zuges augenscheinlich eine Benommenheit hervorruft. Ich betrachte die Wirkung des Leuchtfeuers auf den Vogel nicht anders als den Vorgang, der sich bei der Methode (künstliche nächtliche Belichtung) des Vogelfanges mit dem Spinnengewebeschirm (*Ombrello a ragna*) zeigt. Dergleichen Erscheinungen etwa auch für das Morgen- und Abend-Dämmerungslicht gelten lassen zu wollen, insbesondere als Wegweiser zum Auffinden der Zugrichtung und des Zugzieles, ginge aus den angegebenen Gründen nicht an. Der Vogel beginnt an hellen Tagen kaum vor 10⁰ nach Untergang der Sonne, häufig aber erst sehr viel später zu ziehen. Da ist's mit der Helligkeit 'rum! es dämmt, und an trüben Tagen, da ist das Dämmerungslicht ein noch viel schwächeres als an hellen

Tagen. Beim Zug zur Morgenzeit ist es nicht viel anders. Ein Hinweis in dieser Beziehung auf den grellen Leuchterschein wäre also nicht gut vertretbar. Dagegen ist, betrachtet man die tageszeitliche Erregung des Vogels während der Zugzeit, daran zu denken, daß der Beginn des Morgen- und Abendzuges zeitlich mit der Bewegung der Heavisideluftschicht harmoniert, deren Höchstgeschwindigkeit im Konnex mit der Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne steht.

Bei gekäfigten Zugvögeln hat es den Anschein, als kämen sie während der Zeit des Zuges bei einer plötzlichen künstlichen Belichtung oder Verdunkelung des Aufenthaltsraumes in die tageszeitliche Zugekstase; sie zeigen sich gereizt und beunruhigt, rascheln und flattern. Dieser Reiz kann bei gekäfigten Nachtziehern zur Zeit der Zugnervosität zu jeder Stunde der Abend- und Nachtzeit hervorgerufen werden; er kann durch plötzliche Belichtung oder Verdunkelung oder auch durch eine sonstige leise Störung wachgerufen oder vorübergehend unterbunden werden. Eine solche plötzliche Veränderung im Verhalten des Käfigvogels während der Zeit des Reizzustandes braucht aber durchaus nicht durch die künstliche Belichtung als solche hervorgerufen zu werden; sie wird vielmehr sehr wahrscheinlich nur durch die Erschütterung (Schreck) hervorgebracht, die durch die Belichtung, Verdunkelung oder eine nächstörtliche Bewegung verursacht wird. Auch meine Versuchsvogel im „Faraday“ kommen während ihrer Zugzeit zur Morgen- und Abenddämmerung, ohne jedwede Belichtung, zum leisen Flügeln. Ich neige zu der Auffassung, daß es nichts weiter als eine Art Schreckhaftigkeit ist, wenn der Zugvogel im Zustande der Zugnervosität bei einer künstlichen Belichtung oder Verdunkelung zu unzeitgemäßer Erregung kommt. Ich glaube aus einer jahrelangen Beobachtung der Lichtwirkung, die diese auf die Käfigvögel ausübt, vermuten zu können, daß die Belichtung für den Zug nicht maßgebend, für die Zugrichtung nicht bestimmend, und für den Aufbruch zum Zuge nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die Richtigkeit der Annahme von einem Einfluß des Lichtes und zwar, daß es „ein ganz bestimmter Grad von

Helligkeit ist, der den Aufbruch bestimmt“, hält DROST¹⁾ — im Gegensatz zu meiner Auffassung — insbesondere auf Grund von Beobachtungen an ziehenden Vögeln für gewiß. Seine außerordentlich interessanten Beobachtungen haben sehr beachtenswerte Ergebnisse gehabt (vergl. auch l. c. 484); sie beziehen sich indes nicht auf die Ergründung des Vermögens des Zugvogels, die Zugrichtung zu bestimmen und bedürfen noch der überzeugenden Feststellung, daß das Licht (oder welche von den Naturkräften) die beobachteten Erscheinungen verursacht hat.

Vielfach wird dem Gedanken Ausdruck gegeben, daß die Ab- und Zunahme der Tageshelligkeit, d. h. das Länger- und Kürzerwerden der Tage, auf den Zugvogel einen Einfluß ausübt, und daß der Jahreszug davon abhängig sei. Eine einwandfreie Begründung zu diesem Erklärungsversuch ist noch nicht erbracht worden. Alle dergleichen angestrebten Erklärungsversuche haben ihren Ausgangspunkt anscheinend in den Wahrnehmungen die bei der Beobachtung des Verhaltens der gekäfigten Zugvögel gemacht wurden, weil nämlich die Käfigvögel während der Zeit ihrer Zugnervosität bei experimenteller oder zufälliger Belichtung, wie auch bei der normalen Abend- und Morgendämmerung eine sicht- und hörbare Erregung zeigen. Da nun aus der verschiedenartigen Belichtung des Kosmos (Sonnen-, Sternen- und Mondlicht) eine einleuchtende, greifbare Erklärung der Beziehungen des Lichtscheines zum Zuge nicht hat erbracht werden können, so hat man die Dauer der Oertlichkeitsbelichtung, d. i. die Verkürzung oder Vergrößerung des Sonnen-Tagesbogens, als Zugursache benannt. Zuweilen ist dies auch mit der Begründung erfolgt, der weichliche Zugvogel könnte in der Zeit der kürzeren Tagesbogen nicht genügend Futter zum Lebensunterhalt finden, und er wäre wegen des Mangels an Nahrung gezwungen, nach solchen Breiten zu ziehen, die sich eines größeren Tagesbogens erfreuen. Abgesehen aber davon, daß ein hinlänglicher Beweis für die Richtigkeit einer solchen Annahme nicht vorliegt, kann man dieser Deutung entgegenhalten, daß ja der Vogel, im

1) R. DROST „Der Vogelzug“, Heft 3, Juli 1930, p. 117.

besonderen der Jungvogel, gar nicht wissen könne, wohin er ziehen müßte, um die von ihm an das Leben gestellten Anforderungen erfüllt zu sehen. Ferner liegt auch kein ausreichender Anhaltspunkt für die Annahme vor, der Vogel reichte mit der Futtermenge nicht aus, die er in den Zeiten der kürzeren Tage vorfände. Man kann, um diesen Einwand zu widerlegen, auf das Verhalten der gekäfigten Zugvögel verweisen, bei denen die Freßlust in den Wintermonaten, also zur Zeit der kürzeren Tage, erwiesenermaßen geringer ist als zur Sommerszeit; es bliebe also nur noch zu fragen, ob der Mangel an Futter an sich, den in unseren Breiten zur Winterszeit naturgemäß jeder Zugvogel erleiden müßte, nicht die Zugursache sein könnte. Darauf ist zu antworten, daß ein jeder Freund der Vögel, der mit ihnen, sowie mit ihrem Abzug und ihrer Ankunft vertraut ist, wissen müsse, daß die Ernährungsverhältnisse (Nahrungsmittel) nicht mit dem Zuge in Zusammenhang gebracht werden können. Es braucht hierwegen nur an die Frühjahrs- und Herbst-Frühzieher erinnert zu werden, die, wie z. B. im Frühjahr die Lerchen (*Alauda arvensis*) und Stare (*Sturnus vulgaris*), bei größtem Nahrungsmangel, und im Herbst der Mauersegler (*Apus a. apus*), bei vollem Nahrungsreichtum ziehen. Vor allem aber zeigt uns der in Bezug auf die Nahrung sorgelose Käfigvogel, daß er ungeachtet des Futterreichtums nicht minder stark zieht als der freilebende Zugvogel, selbst auch dann, wenn er durch geeignete künstliche Belichtung durchaus keinen Mangel an Zeit zur Nahrungsaufnahme empfindet.

Es ließe sich indes denken, daß die Dauer des Tageslichtes (Größe des Tagesbogens) eine andere Bedeutung für den Zug des Vogels hat. Es ist bei der Ermittlung der Zugwege und Zugziele dieser und jener Vogelarten, und insbesondere bei der Feststellung der Zugziele von Jungvögeln mitunter aufgefallen, daß, je weiter sie nach Norden vordringen, sie um so tiefer ihren Lebensraum gegen Süden ausbreiten. — Vergewenwärtigen wir uns den jährlichen Sonnenschraubenlauf, so sehen wir, daß die Dauer der Tageshelle im Sommer gegen Norden und im Winter gegen Süden hin zunimmt. Es ließe sich also denken, daß der Vogel die länger anhaltende

Tageshelle, die er im Sommer beim weiteren Vordringen gegen Norden vorfand, im Winter nach Möglichkeit wieder zu erreichen trachtet, indem er im Winter möglichst weit gegen Süden zu kommen sucht. Ich möchte dieser Deutung allerdings keinerlei Bedeutung beimessen.

Das bisher vorliegende Material, aus welchem die Ausweitung des Zuggebietes (Nord- und Süd-, oder Ost- und West-Grenze) zu schöpfen war, ist — bezogen sowohl auf die Arten als auch auf die Individuen innerhalb der Arten — noch zu ungenau und vorläufig noch zu widersprechend, insbesondere auch in der Zeitfolge des Zugverlaufes (sukzessiver Zugbeginn je nach der Breitenhöhe, oder plötzlicher), als daß es für exakte Schlüsse dienen könnte.^{1) 2)} — Wenn SCHÜZ (siehe ¹⁾) mit Bezug auf die hier besprochenen Grenzen des Lebensraumes von Zugvogelarten meint, es sei zweifelhaft, ob die westdeutschen Störche bis nach Südostafrika ziehen, so sage ich: wenn die westdeutschen Störche nicht ungefähr auf gleicher Breite überwinterten wie die ostdeutschen Störche, so müßten sie im Frühjahr zu einer anderen Zeit als diese zu uns kommen und im Herbst zu einer anderen Zeit abziehen. — Die Ermittlung der am weitesten vorgeschobenen Sommer- und Winterstandorte sowohl der Arten als auch von Individuen innerhalb der Arten (geographischen Rassen) und die Feststellung ihres Frühjahrs- und Herbstzugbeginnes ist eine der erstrebenswertesten Aufgaben in der Vogelzugforschung; es berühren sich dabei: Ausbreitung und Standpunkt des Vogels, Zeitpunkt, Bezugspunkt (Sonnenbewegung), normaler Zug und Zuginversion. Ich wäre für jede dergleichen Mitteilung zur Untersuchung daraufhin dankbar, ob und inwieweit sich die genannten Punkte gegenseitig ergänzen.

Es wäre schließlich, von der positiven Seite des Lichteinflusses aus gesehen, noch daran zu erinnern, daß die weiter nördlich vorgedrungenen Vögel — die dort als Zugvögel bekanntermaßen im Sommer kürzere Zeit verbleiben als ihre südlicher wohnenden Artgenossen — ihre Brutgeschäfts-

1) vergl. SCHÜZ: From Proceedings of the VIIth Intern. Ornith. Congress at Amsterdam 1930, p. 303.

2) vergl. v. LUCANUS: Rätsel des Vogelzuges, p. 136, 137, 236, 237.

pflichten in wenigeren Tagen erfüllen können, als die südlicher gastierenden Artgenossen, weil bei der länger anhaltenden Tageshelle im Norden auch die Zeit, die bei der Fütterung der Jungen aufzuwenden ist, am Tage zeitlich eine längere ist. Die Folge muß das raschere Gedeihen der Jungen sein. (Daß das Wachstum der Pflanzen in nördlicheren Breiten ebenfalls rascher vor sich geht als in südlicheren Breiten, das ist ja bekannt.) Dadurch ist für die nördlich lebenden Zugvögel ein Ausgleich in der Kürze der Zeit des Sommeraufenthalts geschaffen.

Namhafte Ornithologen gehen bei der Begründung der Ursache, die zur ebenbesprochenen Erweiterung der Endzugziele (Zuggebietsgrenzen) nach Norden und nach Süden (Osten-Westen) geführt hat, davon aus, daß die Verlängerung der Zugbahn gegen Süden hin sich mit der verlängerten nördlichen Zugbahn kompensiert; sie meinen, der Zugbetrieb müsse bei einem Vogel, der höher nach Norden zieht als sein Artgenosse, länger anhalten, und sie meinen ferner, die längere Zugdauer im Frühjahr bedingt eine längere Zugdauer im Herbst; so kommen sie zu der Auffassung, die Vergrößerung der Entfernung sowohl nach der nördlichen als auch nach der südlichen Niederlassung sei vom Anhalten und Nachlassen des Zugtriebes (Zugdauer) herzuleiten, und es müsse der anhaltende Zugtrieb für das jeweilige Endzugziel verantwortlich sein. Diese Annahme hat sich im Verlauf meiner Untersuchungen als unhaltbar gezeigt. Wenn das Anhalten des Zugtriebes oder die jährliche Zugdauer grundsätzlich das Endziel bestimmen sollten, so hätten meine Versuchsvögel, als ich sie vor Beginn ihrer Zugzeit an ihrem Sommerstandort auffliegen ließ, in die Ferne ziehen müssen; sie sind aber während des Verlaufes der Zugzeit (Frühjahr) nicht weiter geflogen, sondern am Auflassungsort, dem Sommerstandgebiet, verblieben. Das Ergebnis dieser — noch fortgesetzten — Versuche zeigt uns einwandfrei, daß nicht die Rede davon sein könne, es müßte der Zugvogel so lange ziehen, bis etwa das „Zughormon“ verbraucht und der „Zugtrieb“ abgelaufen sei. Das geht ganz besonders auch daraus hervor, daß Experimentiervögel, die, wiewohl ihre Zugzeit bereits ab-

gelaufen war, neuerdings zum Zuge gezwungen werden konnten; sie zogen, nachdem sie im Frühjahr an ihrem Zugziele angekommen und alsdann rd. 480 km ($4\frac{1}{3}$ Breitengrad) zurück- oder weiterversetzt worden waren, innerhalb 15 und 17 Tagen abermals 480 km dem Zugziele zu. Sollte sich bei ihnen neuerdings das Zughormon gebildet haben, oder aus welcher anderen Gründen sollte sich die Zugdauer um mehrere Wochen verlängert haben? — Den Beweis für die Tatsache, daß die Zugekstase stets, oder doch in der Regel nur so lange anhält, bis der Zugvogel seinen Geburts- oder Brutort erreicht hat, und daß sie alsdann erlischt, gaben uns ferner die fernab vom Brut- oder Geburtsort gekäfigten Zugvögel; denn diese gebärdeten sich bei verschiedenen Versuchen sehr lebhaft und zogen zumeist noch eine Weile über die ihnen normalerweise zukommende Zugzeit hinaus, und sie tun das, weil sie im Käfig ihr Ziel (Brutort) nicht erreichen können. Der Zugtrieb und auch die Zugekstase an sich, das Anhalten und Nachlassen, haben also mit der Bestimmung der Zielrichtung wohl keine, und mit der Zielsetzung nur insofern eine Bewandnis, als die Zugekstase mit dem am Geburts- oder Brutgebiete einsetzenden Wohlbehagen, das die ankommenden Zugvögel anfällt, zum Schlummern kommt.

Die da und dort vertretene Annahme von einer Vererbung des Richtsinnes muß sehr vorsichtig beurteilt werden. Ich komme immer mehr zu der Ueberzeugung, daß es eine Vererbung des Richtvermögens nicht gibt, oder daß, wenn sie gegeben sein sollte, nur eine Zugeigenschaft vererbt werden könnte, die gemeinsam mit anderen Bedingungen dem Vogel beim Zuge zu Hilfe kommt. — Daß der Vogel die Himmelsrichtung vernunftsgemäß oder instinktiv, so wie er sie brauche, bestimmen und auf diese Weise seinem Herbst- und Frühjahrszug regulieren könnte, darüber ist überhaupt nicht zu diskutieren. (Auch die meinerseits (l. c. p. 170) ausgesprochene Vermutung, die Altvögel könnten bei plötzlicher Rückzugsnotwendigkeit den ihnen bekannten rückwärts liegenden Wegen folgen, muß als wahrscheinlichkeitsfern außer Betracht bleiben.)

Wir werden uns hinfort mehr denn je darauf einstellen müssen, daß der ziehende Vogel seine Zielrichtung — ganz gleich,

ob diese zum Ziel oder ihm entgegen zeigt — rein mechanisch-reflektorisch (p. 172 a. O.) bestimmt, wie auch sein sonstiges Verhalten während des Zuges als eine ihm völlig unbewußte Handlung bewertet werden muß (l. c. p. 180/81). Ich bin mir darüber gewiß, daß ein Zugvogel, könnte er sprechen und würden wir ihn fragen, warum und wie er ziehe, uns antworten würde: „ich weiß es nicht“!

i) Feinere Richtung (Leitlinien).

Neben der groben Richtung, die der Zugvogel bei der Ausführung seiner periodischen Wanderungen einzuhalten in der Lage ist, versteht er sich unbewußt auch noch darauf, seine Zugbahn mehr oder weniger in engeren Grenzen zu halten, sodaß man von einer Zuglinie sprechen kann. Geläufig werden diese Zugbahnen mit dem Wort „Zugstraße“ oder „Leitlinie“ bezeichnet, im Gegensatz zum „Zug in breiter Front“.

Die Verallgemeinerung des Begriffes von den Zugbahnen mit dem Wort „Zugstraße“ ist heute weniger Brauch, mit Recht; denn das Gros der Vögel zieht „in breiter Front“. Diese kann ein Ausmaß von so großer Breite haben, daß es nicht mehr angeht, von Zugstraßen zu sprechen.

Da die Zugbahn, je nach dem Entgegentreten des beim Zuge zu überwindenden Widerstandes, sich erweitert oder verengt, z. B. beim Vorlagern von Meeren und Gebirgen, oder beim Befliegen von Tälern und Flüssen, so ist die Begriffsbezeichnung kurz mit „Schmal Front“ und „Breit Front“ sehr gut gewählt. Da ferner nach der noch geltenden Auffassung die Zugbahnen sich je nach der Ausbreitung und dem bei der Einwanderung eingenommenen Weg gebildet haben sollen und die Verengung oder Erweiterung derselben je nach den zu überwindenden Widerständen entstehen, so ist auch die außerdem gebräuchliche Bezeichnung „Leitlinie“ ganz angebracht.

Die Begriffsbezeichnung „Breit-Front“ gilt vor allem für die Kleinvogelwelt, weil diese zur Zugzeit — so weit ihr Ausbreitungsgebiet reicht — überall auf dem Zuge anzutreffen ist. Jedenfalls habe ich bei meinen Beobachtungen — die geographisch in der Breite von der Maas bis zum russischen

Bialowjeshes Urwald reichten und nicht viel weniger weit auch in die Tiefe sich erstreckten — die Erfahrung gemacht, daß Kleinvögel zur Zugzeit „überall“ gezogen kommen, daß aber besonders gelegene Oertlichkeiten von den Vögeln auf ihrem Zuge bevorzugt werden. Es werden zuweilen sowohl Erhöhungen als auch Vertiefungen bevorzugt; als da sind einerseits Erhebungen im Flachland, andererseits Täler, Flüsse und Seen.

Viel verbreitet und berechtigt ist die Meinung, daß die Zugvögel in ihrer großen Mehrheit den Wasserstraßen zueilen, um ihnen so lange entlang zu fliegen, bis sie zu ihrem Ziele gelangen, oder bis sie anderes ihnen zusagendes Zuggelände antreffen. Man muß sich, um bei dieser Sachlage nicht getäuscht zu werden, darüber klar sein, daß das Gelände an den Wassern, soweit die Alluvion noch nicht zu weit fortgeschritten ist, von vielen Zugvögeln als Brut- und Ernährungsgelände begünstigt wird, weil es ihnen als solches am meisten Vorteil bietet. So ist es verständlich, daß an den Wassern der Vogelreichtum relativ groß ist, und daß zufolge dessen der Vogelzug dort auffallend in Erscheinung tritt. Welch andere Umstände es noch mit sich bringen, daß die Zugvögel beim Zuge sich an's Wasser gebunden fühlen, mag der weiteren Forschung vorbehalten sein (l. c. p. 158). — Nicht unzweifelhaft ist, daß auch aus fern kommende Zugvögel auf ihrem Zuge sich der Wasserwege als Zielrichtung bedienen. Ebenso sicher ist es, daß von fern zu den Wassern ziehende Vögel, insbesondere wenn sie sehr hoch gezogen kommen, nicht immer den Wasserwegen entlang, sondern auch über diese hinweg ziehen. (Nicht alle Zugvogelarten sind gleichviel an das Wasser gebunden, und auch innerhalb der Arten ist die Wahl im Zugwege eine verschiedene.) Ich habe oftmals zugesehen, als von fern heranziehende Zugvögel Hügel und Täler, Seen und Ströme quer überflogen, und wie der Zug am entgegengesetzten Ufer der Wasser in der eingenommenen Richtung landwärts fortgesetzt wurde (z. B. Lerchen, *Alauda arvensis*, *Lullula arborea*, Schwalben *Hirundo rustica*, *Delichon urbica*, Wildtauben *Columba palumbus*, Krähen *Corvus corone*, *Corvus frugilegus* und Dohlen *Coloeus monedula spermologus*). Viele Vögel ziehen — ganz natürlich — geradewegs den Landflächen entlang.

Zugvögel, die einen Strom als Leitlinie wählen, sind durchaus nicht gebunden, immer die Front des Stromlaufes auf ihrem Zuge beizubehalten. Krümmungen des Wasserlaufes können durch Ueberfliegen von Bergnasen bezwungen werden. Beobachtungen am „Deutschen Eck“ in Koblenz ließen mich auch erfahren, daß die Zugvögel die Zugrichtung verschieden einnehmen. Die einen zogen im Herbst (mit dem bloßen Auge oft nicht zu sehen) in großer Höhe an der Moselmündung vorbei den Rhein aufwärts gegen Süden weiter, die anderen schlugen bei Ehrenbreitstein, am rechten Rheinufer, einen rechtwinkligen Haken, überflogen den Rhein zum linken Ufer und zogen süd-westwärts der Mosel entlang. Das gilt nicht nur für artverschiedene, sondern auch für artgleiche Zugvögel.

Ebenso wie viele der Zugvögel rechtsseits des Rheins in südwestlicher Richtung ziehen, so ziehen sie auch jenseits desselben deutlich in südwestlicher Richtung. Ein günstiges Gelände dies zu beobachten ist die linksrheinische Kölner Bucht in der Richtung zum Hohen Veen. Anscheinend machen die westlich des Rheins wohnenden Zugvögel von der Rheinstraße beim Zuge weniger Gebrauch.

Daß die höher gelegenen Nebentäler, wie auch die Einschnitte des Rheingebietes im Frühjahr lange noch unbezogen bleiben, nachdem die Vogelscharen im Rheintal längst angekommen sind, ist ja im Hinblick auf ihre Zugweise selbstverständlich. (Daß es sich aber etwa im Herbst in umgekehrter Richtung ebenso verhält, habe ich nicht wahrnehmen können.) Die frühzeitige Ankunft der Zugvögel im Frühling und das längere Verbleiben im Herbst am Rhein gegenüber den auf höheren Breiten und östlicheren Längen wohnenden Zugvögeln ist ebenfalls hinlänglich bekannt. Bei der Beobachtung des Vogelzuges in Nord- gegenüber Süddeutschland zeigt sich in der Regel die gleiche Erscheinung.

k) Orientierung am Zugziel.

Einer der Hauptpunkte, dem bei der Prüfung der Orientierungsgabe nachzugehen ist, das ist das Werkzeug, dessen sich der Zugvogel bedient, um seine engere Behausung wieder aufzufinden. Die Frage lautet kurz: wie findet der

Zugvogel seine Brutstelle oder seinen Geburtsort, und wie erreicht er sein Winterquartier alle Jahre wieder?

Ich bin noch nicht von der Meinung abgekommen, daß das durch die Mauser veränderte und jeweils dem Milieu einer anderen Oertlichkeit angepaßte Gefieder dem Vogel beim Auffinden seines Zugzieles Hilfsdienste leistet. Wesentlich für diese Auffassung ist, daß — wie schon GÄTKE beobachtete — die Mauser bereits eingesetzt hat oder schon vorüber ist, noch bevor die Vögel zugreif geworden sind. Die Ursache des im Verlauf der Mauser sich vollziehenden Wechsels der Federn ist noch nicht bekannt. Die periodische Wiederkehr dieses Vorgangs wird ähnlich zu beurteilen sein, wie der Haarwechsel bei den Säugern, und wie das Häuten bei den Reptilien. — Für die Orientierung des Vogels wird es ganz einerlei sein, ob die Umstellung des Federkleides und dessen Anpassung auf ein dem Vogel geeignetes Biotop durch einen Ausfall der Federn und die darauffolgende vollständige Wiedererneuerung derselben vor sich geht, oder durch Regeneration der Federn ohne völlige Erneuerung. Man hat diese letztere Regeneration des Gefieders, die in den Wintermonaten vor sich geht, mißdeutet und geglaubt, sie — die in der Regel mit einem Wechsel in den Farben verbunden ist — lediglich auf das Abstoßen der Federnspitzen zurückführen zu können. Langjährige Beobachtungen, so z. B. unter Heranziehung des weißsternigen Blaukehlchens (*Cyanosylvia svecica cyanecula*), dieses urtypischen Zugvogels, dann des Haus- und Gartenrotschwanzes (*Phoenicurus ochrurus gibraltariensis* und *Phoenicurus ph. phoenic.*) u. A. haben mich in der Ueberzeugung bestärkt, daß die Veränderung im Federkleid, die sich ohne den Ausfall von Federn einstellt, nicht wesentlich anders zu beurteilen ist, als der Vorgang beim völligen Gefiederwechsel. Ich möchte annehmen, daß beide Veränderungen die Anpassung der Gefieder-Struktur an die beim Zuge wechselnde Oertlichkeit zur Folge haben. — Was läge nun näher als diesen Vorgang dahin auszulegen, daß das jeweils dem bevorstehenden Umweltmilieu angepaßte Gefieder (auch Papillen und Haut) dazu beiträgt, den engeren Sommer- und Winterstandort aufzufinden (vgl. Seite 513/514).

Ich habe den Versuch gewagt, in die Beschaffenheit der Struktur des Gefieders naturwidrig einzugreifen und habe daraufhin den zum Versuch herangezogenen Vogel auf sein Verhalten während der Zugzeit geprüft. Der Versuch war — wenngleich ich den Eingriff auf verschiedene Weise vornahm — unvollkommen; denn jene Kräfte, die den Vogel etwa zur Bildung von Hormonen „reizen“, oder ihn sonstwie zur Ekstase bringen, können naturgemäß nicht allein durch die Federn vermittelt werden; hierzu werden die gesamte Außenschicht des Körpers sowie auch die Luftsäcke und Nerven dienen. Also mußte der Versuch mit der Feststellung enden, daß durch den besprochenen Eingriff die Zugekstase nicht in merkbare Mitleidenschaft gezogen werden kann. (Von den des weiteren am Gefieder operierten und versetzten Versuchsvögeln kam ein nächst- und ein weiter (10 km) versetzter Vogel wieder zum Standort zurück.) Es müßte, will man solche Versuche zu einem brauchbaren Ergebnis bringen, auch in die Beschaffenheit aller jener Körperteile eingegriffen werden, die den im Teil I f besprochenen physiopsychologischen Reiz verursachen. Gelänge die Durchführung eines solchen Versuches (die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen), so wäre es sehr leicht, durch Versetzung des Versuchsvogels herauszubringen, ob der Vogel — wie mein Bruder und ich annehmen — befähigt ist, sein Fernziel dadurch zu bestimmen, daß sich Teile seines Körpers auf den jeweils ihm zukommenden Winter- und Sommeraufenthaltsort zeitgebunden einstellen (vergl. Teil II h).

Die anderwärts vielfach glaubhaft gemachte Annahme, es fänden sich die Zugvögel durch das Einprägen von Bildern zurecht, die sie auf dem Zugwege vorfinden, ist m. E. eine Fabel und so gründlich widerlegt (p. 177 a. O.), daß man erwarten dürfte, daß dieser Irrtum endlich zugegeben und nicht fortgefahren wird, die Sackgasse, in die uns diese Annahme hineinritt, immer noch weiter zu vertiefen. Indes wird aber der bis zur Vollkommenheit herausgebildete Gesichtssinn des Vogels ihm das Auffinden bekannter, enger gezogener Oertlichkeiten, wie z. B. des Horst- oder Nestortes des Vorjahres, erleichtern. Daß eine schwache Erinnerung an das Ortsbild des Brut- und vielleicht auch des Geburts-

reviers vorhanden ist, wird man vorläufig nicht bestreiten können (l. c. p. 178).

Ein Vorfall, der zeigt, wie hartnäckig manche der Zugvögel an ihrem alten, angestammten Brutplatz festhalten, soll hier erwähnt sein, wenn er auch nichts Sonderliches für sich hat: In Höchststadt an der Aisch (Oberfranken) brüten seit Menschengedenken zwei Storchenpaare (*Ciconia c. ciconia*); eines davon ehemals auf einem alten, überdachten Bierbrauhaus-Schornstein. Der Schornstein hatte bis Mitte des Frühlings Feuerung. Dann wurde er gelöscht. Ich entsinne mich gut meiner Kindheit und der Begebenheit, daß der dort aufgebaute Storchenhorst des öfteren während des Gebräues zur Winters- oder Frühjahrszeit niederbrannte. Es kam auch vor, daß der im Frühjahr neu erbaute Horst dem Feuer weichen mußte. Das Storchenpaar umflatterte das Feuer ängstlich und aufgeregt. Dennoch begann es, nach der Zerstörung, an der gleichen Stelle von neuem zu bauen. Nach Löschung des Braufeuers, Mitte des Frühlings, konnte die Brut ungestört ihren Fortgang nehmen. Wenn ich mich richtig entsinne, mußte später das Schornsteindach aus Sicherheitsgründen, wegen Feuersgefahr, entfernt werden, worauf das Storchenpaar ein für dasselbe zurechtgerichtetes Holzrad an anderer Stelle bezog. Dies nur nebenbei!

Unter den fördernden Faktoren, die den Zugvögeln das Auffinden der Zugrichtung, des Zugzieles und das Anfliegen des Geburts- und Brutortes ermöglichen, können vorläufig genannt werden:

A. Richtung.

1. Die Angleichung der Zugrichtung an die halbjährlich nördlich und südlich wandernde Sonne (l. c. p. 161 und 168).
2. Die Wahl der Zugrichtung je nach der Bahn des geringsten Widerstandes.
3. Die mit der Wahl der Zugrichtung im Sinne von Ziffer 2 im Zusammenhang stehenden Kurven und Wege der Einwanderung — vielleicht vererbte Leitlinien — (l. c. p. 169).

B. Orientierung.

4. Die Außenschicht des Körpers (Gefieder u. s. w.) als Regulator des Empfindens für die Richtung und für das Aufsuchen der engeren Heimat (l. c. p. 171).
5. Die Erinnerung an das Bild des im Vorjahr bewohnten Reviers (l. c. p. 178).

Nicht die eine oder die andere der hier gezeigten Zugeigenschaften, sondern nur alle fünf gemeinsam können die Merkmale für die Bestimmung der Zugrichtung und Orientierung sein.

1) Zugunterbrechung.

Wir wollen wissen, ob anzunehmen ist, daß das den Zugtrieb auslösende Naturgesetz vom Vogel mit Wissen und Willen gebeugt werden kann.

Nichts spricht dafür, daß der Zugvogel den Zug als solchen, wenn er ihn begonnen hat, mit Wissen oder mit Willen unterbrechen und einstellen kann. Wenn dennoch der Zug von den Vögeln hin und wieder regellos unterbrochen wird, so ist dies als eine Zugstockung anzusehen, die auf organische Vorgänge im Vogel oder auf elementare Gewalt (*Vis major*) beruht. Diese Stockung kann eintreten bei erheblichem Kräfteschwund nach vorausgegangener Ueberanstrengung (Abspannung der Kräfte beim Ueberfliegen von Meeren pp.), infolge des völligen Verbrauchs der vor Beginn des Zuges aufgenommenen Nahrung und aufgespeicherten Nährstoffe, dann auch durch die Wirkung aerodynamischer Kräfte (Orkane) und durch sonstige meteorologische Störungen (Schneefall, Frost, kalte und warme Luftströme).

Von einem von mir beobachteten Vorfall der genannten Art soll des Näheren hier die Rede sein. Das Neandertal (Düsseltal) bei Düsseldorf, ein von mir im Frühjahr und im Herbst bei meinen Studienreisen dutzendmal durchwandertes Nebental des Rheins ist außerordentlich vogelreich. Im Herbst ziehen insbesondere die Krähen (*Corvus*) und Dohlen (*Coloeus monedula spermologus*) in einer Unzahl dieses Tal nach der Mittelrheinebene in südwestlicher Richtung entlang. Am 19. November 1928 traf ich dort gegen 16 Uhr die Krähen und Dohlen bei scharfem Nordostwinde auf einem Rück-

zuge in östlicher Richtung an. Innerhalb der Zeit von $\frac{3}{4}$ Stunden zählte ich — genau — 20 Zugscharen, die im einzelnen in der Zahl bis zu 150 Stück zurückfluteten. Tags zuvor zogen diese „Schwarzröcke“ an den Hängen der Dreiländerecke und im Vorbecken von Vaals (Holland) bei einem südwestlichen Gegenwinde von zuweilen 33 m/sec zahlreich gegen Südwesten. Es war augenfällig, daß der Rückzug einsetzte, als sich der Kopfwind gedreht und sich den Vögeln beim Rückzug als Seiten-Wind zeigte. Der Träger dieser Rückzugmaßnahme war offensichtlich der Sturm, also eine aerodynamisch-meteorologische Kraft.

Die Angaben, die R. DROST und E. BOCK¹⁾ über den „Zug in umgekehrter Richtung“ machten, sind erwähnenswert. Es ist inhaltlich ihres Referats versucht worden, den Rückzug der Vögel im Herbst, wie er zuweilen wahrgenommen wird, „auf die warmen Luftmassen zurückzuführen, die ungewöhnlicherweise der Wind aus Nordosten heran führt“. Mehrfach gemachte Beobachtungen gaben nämlich den Autoren darüber Aufschluß, daß zur Zeit der wahrgenommenen Rückzüge „überall der Wind aus Nordosten wehte“. — Der Rückzug, den ich beobachtete, und von dem vorher die Rede war, fand ebenfalls durch den einsetzenden Nordostwind statt, im Gegensatz zu den Feststellungen von DROST und BOCK allerdings bei kaltem Winde. Den von DROST und BOCK gemachten Hinweis auf den Mangel an erforderlicher Sonnenbelichtung halte ich für abwegig.

Man wird Luftbewegungen der hier gezeigten Art (cfr. Drehungsgesetz des Windes — Passate) als Störung des Zugmechanismus, mit anderen Worten als einen den Zug hemmenden Faktor anzusehen haben. Man wird annehmen können, daß das plötzliche Wenden starker Luftströmungen — vielleicht (im Herbst) die Drehung des Windes zu einem Nordostwind (Rückenwind) — einen bereits eingesetzten Zug ableiten, zum Stillstand oder sogar zum Rückzug bringen kann. In diesem Sinne, scheint mir's, will auch CATHELIN²⁾ die Windströmungen beurteilt wissen; denn so, wie der Wind

1) „Der Vogelzug“, Heft Nr. 2, 1931, p. 80/81.

2) CATHELIN, Les Migrations des Oiseaux 1920, p. 47 ff.

dem Vogel hinderlich sein kann, so muß er ihm, aus zusagender Richtung natürlich auch förderlich sein.

Die kleineren Zugvögel suchen elementaren Zugstörungen von Gewalt gewöhnlich dadurch zu entgehen, daß sie nach geschützteren Stellen flüchten. Aber auch sie versuchen der Gewalt zuweilen solange zu trotzen, bis sie nach vergeblichem Bemühen ermatten — wenn sie nicht vorübergehend rückwärts oder nach günstiger gelegenen Stellen fliegen — oder bis sie in die Tageszeit kommen, in welcher der Zug abklingt und dann zeitweise ruht.

Die Kälte ficht den Zug des Vogels weniger an; selbst starker Schneefall oder lang anhaltender Frost vermag dem Vogel auf dem Zuge nicht für die Dauer Einhalt zu gebieten.

Zu den besprochenen zwangsweisen Unterbrechungen kommen noch die normalen Unterbrechungen, die den Zug vorübergehend zum Stillstand bringen können. Das sind neben der Abspannung und dem Kräfteschwund durch Nährstoffverbrauch auch noch der Morgen- und Abenddämmerungszustand. Wir haben den zuletzt genannten Einfluß im Teil I b ad a a, I d und II h besprochen und können uns hier auf die dort gezeigten Wahrnehmungen beschränken. Daß auch durch den Schreck ein Zug aufgelöst werden kann, davon konnte ich mich überzeugen, als ein Falke in ein ziehendes Starenvölkchen stieß. Diese Mitteilung bedarf allerdings insofern der Einschränkung, als der Vogelschwarm von etwa 300 Stück außerhalb der Zugzeit dahinstrich.

Bei der Unterbrechung des Zuges, die z. B. beim Kräfteschwund zum Zwecke der Nahrungssuche eintreten kann, ist der den Zug aussetzende Vogel zumeist gezwungen, an der Einfallstelle bis zum Weiterzuge zu verweilen. (Strichvögel machen davon keinen Gebrauch.) Sehr genau kann man dies bei den Heckenschlüpfern beobachten, die die einmal aufgesuchte Stelle selbst auch dann nicht aufgeben, wenn sie bedroht werden; zwar entfliehen sie den Verfolgern, weichen aber stets nur eine kurze Strecke, um in aller Eile wieder ihrer Haltestation zuzufiegen, aus der sie verscheucht worden sind. Von dieser Stelle aus, so scheint es, nimmt

der Zug nach Ablauf der Ruhe- und Freißpause seinen Fortgang.

Unter den den Zug hemmenden Faktoren sind also zu nennen:

1. Der Kräfteschwund, der infolge Ueberanstrengung oder wegen des Verbrauches an Nährstoffen eintreten kann (organische Zugstörungen),
2. die Widerstände, die durch aerodynamische Kräfte (Orkane) oder durch sonstige meteorologische Störungen hervorgerufen werden können (elementare Zugstörungen).

Zum Schlusse komme ich zu folgender kurzgefaßten Anregung:

Das Fundament, auf dem der Vogelzug beruht, das ist das Hin- und Herpendeln der Sonne im Kreislauf des Jahres.

Bei den Untersuchungen, die zur Erforschung der Ursache des Vogelzugs, dann zur Erforschung der Richtungs- und Orientierungsfähigkeit anzustellen sind, werden wir als grundgesetzliche Werte zu unterscheiden haben zwischen:

Teil I:

1. der Ursache, die den Vogel jahreszeitlich zum Abzug zwingt; das ist das genetisch erworbene Vermögen des Vogels auf einen im Frühjahr und im Herbst gleich hohen Sonnenstand (Deklination) zu reagieren,
2. der Ursache, die dem Vogel tageszeitlich den Weckruf zum Aufbruch gibt; das kann die Reaktion auf einen Tagessonnenstand sein (tägliche sphärische Kräfte-Bewegung), und ferner

Teil II:

3. den Fähigkeiten des Vogels, die es ihm ermöglichen,
 - a) die Richtung und die Wege seines Fluges beim Zuge zu bestimmen und beizubehalten,
 - b) das Zugziel zu wählen und
 - c) sich am Zugziel (Brut- oder Geburtsort) zu orientieren und dort sich zurechtzufinden.

Diese Anregung, sowie die ihr vorausgegangenen am Ende der Kapitel gezogenen Folgerungen gründen sich auf die Beobachtung von Zugvögeln in allen Phasen ihres Lebens. Nebenher dienten mir die in der Literatur ver-

schiedentlich besprochenen Ergebnisse der Vogelzugforschung aus der Vor- und Gegenwartzeit. Grundlegend waren mir die Wahrnehmungen aus eigenen Beobachtungen und die Ergebnisse der von meinem Bruder und mir angestellten experimentellen Untersuchungen. Die einen sind abgewogen nach den Wahrscheinlichkeitswerten, die anderen sind das Produkt exakter Forschung. Ein Menschenalter ist zu kurz, um das Vogelzugproblem bis in seine tiefsten Geheimnisse zu erkennen; aber ein stilles Sehnen und das Verlangen nach der Erkenntnis von des Erden-Lebens Wahrheit drängt uns, auch in diese Ur- und Untiefen hinabzusteigen.

Die Typen der Ornithologischen Abteilung der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates in München.

I. Corvidae, Paradiseidae, Artamidae, Icteridae.

Von A. Laubmann, München.

Die Ornithologische Abteilung der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates zu München ist reich an Typen und Co-Typen aus den verschiedensten Vogelgruppen. Unter denselben finden sich die Original-Exemplare zu Beschreibungen von CABANIS, DALMAS, GÖTZ, HAHN, HEINE, HELLMAYR, v. IHERING, KOLLIBAY, LAUBMANN, LESSON, LORENZ, A. B. MEYER, NEUMANN, OPPEL, PARROT, PELZELN, SACHTLEBEN, v. SEILERN, SPIX, STRESEMANN, SWAINSON, v. TSCHUSI ZU SCHMIDHOFFEN, WAGLER und WAGNER.

Eine zusammenfassende Bearbeitung haben bisher erst die SPIX'schen Typen brasilianischer Vögel durch C. E. HELLMAYR erfahren, deren Ergebnisse in den Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München niedergelegt worden sind.¹⁾

Im Vorliegenden ist die Zusammenstellung der sämtlichen Typen der Vogelsammlung geplant, wobei zugleich versucht

1) C. E. HELLMAYR, Revision der SPIX'schen Typen brasilianischer Vögel; Abh. Kgl. Bay. Akad. Wiss. Math.-Phys. Kl., Bd. XXII, Abh. 3, München, 1906, p. 563—722.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1932

Band/Volume: [19_4_1932](#)

Autor(en)/Author(s): Stimmelmayr Anton

Artikel/Article: [Grundfragen über den Zug der Vögel 473-532](#)