

1) noin 1. V: *Anas platyrhynchos*- ja *Bucephala*-koiraat, *Vanelluksen* ja *Nu-
meniuksen* pesät; 2) noin 15. V: muut *Anas*- ja *Aythya ferina*-koiraat, 3) noin
30. V: *Aythya fuligula*-koiraat, *Podiceps*-lajien, *Larus ridibunduksen* ja *Fulican*-
pesien laskenta; 4) noin 25. VI: aamuyöllä — varhain aamulla laulavien *Acro-
cephaluksen*, *Emberiza schoenicluksen*, *Capellan* ja *Porzanan* laskenta.

Über die wahrscheinlichste Methode der Wind- Orientierung ziehender Buchfinken (*Fringilla coelebs*).

D. A. VLEUGEL, Den Haag

Einleitung.

Im Jahre 1952 veröffentlichte ich eine neue Hypothese über eine sekundäre Orientierungsweise der Zugvögel. Sie besagte, dass ziehende Buchfinken (*Fringilla coelebs*), sich jeweils am frühen Morgen nach der Sonne orientieren. Die derart festgelegte Richtung wird im Laufe des Tages beibehalten, indem der Winkel zwischen Flugrichtung und Windrichtung unverändert beibehalten wird.

Obschon diese Hypothese auf viel mehr Beobachtungen stützt, als ich in meiner ersten Veröffentlichung darüber bekanntgegeben habe, erscheint es besser, an erster Stelle zu untersuchen, ob diese Wind-Orientierung überhaupt möglich wäre. Andererseits könnte man auch fragen: Ist es wohl notwendig, solch eine Wind-Orientierung anzunehmen? Man hat ja doch die Sonnenorientierung, die auch ich als primäre und weitaus wichtigste Orientierungsweise betrachte (vgl. VLEUGEL 1952).

Liest man die Veröffentlichungen, die seit 1952 über Orientierung der Zugvögel erschienen sind, so fällt es auf, dass sogar die bestinformierten Autoren die Neigung haben, nur zwei Orientierungsweisen zu unterscheiden: a. Sonnenorientierung und b. Visierorientierung in einigen Formen.

Dabei scheint man jedoch die folgenden von mir (l.c.) hervorgehobenen Umstände übersehen zu haben: a. Bei Windstille wenig oder kein Zug. b. Bei veränderlichem Winde wenig oder kein Zug. c. Bei langsamer Drehung des Windes Drehung des Zuges in gleiche Richtung. d. Bei Gegenwind mehr Zug als bei Mitwind.

Die unter a, b und c genannten Tatsachen werden nicht geleugnet. Man bestreitet nur (z.B. VAN DOBBEN 1953), dass es mehr Zug gibt bei Gegenwind. Ich widmete dieser Frage schon einen neuen Beitrag (VLEUGEL 1954), ein anderer wird folgen.

Die Notwendigkeit, nach einer anderen Orientierungsweise als Sonnenorientierung und Visierorientierung zu suchen, könnte man aus mehreren Umständen ableiten. Die folgenden Gründe sind mir bisher klar geworden:

1. Die Methode der Richtungnahme nur durch Umrechnen der täglichen Sonnenbewegung, wie so viele anhängen (z.B. KRAMER 1952, VERWEY 1954, SAINT-PAUL 1958), ist so schwierig, sogar bei sonnigem Wetter, dass es mir für einen fliegenden Vogel fast unmöglich erscheint, sie erfolgreich zu gebrauchen. Sogar wenn der Zeitsinn noch so fein wäre, ist diese Orientierungsweise in der Praxis m.E. nur mit sehr grossen Abweichungen von der guten Richtung zu benutzen. Aus diesem Grund erachten TINBERGEN und ZIJLSTRA (1953) es als notwendig anzunehmen, dass die Zugrichtung sozusagen auf den Boden übergebracht und da abgelesen wird. Sogar diese »leichtere« Methode ist noch ausserordentlich schwer. Der ziehende Vogel hat dann nach bestimmten Zeitabschnitten, die er genau abschätzen muss, zu wissen, wieviel der Winkel zwischen Sonnenrichtung und Zugrichtung sich bei täglich wechselnder Sonnenbahn verringert hat. Diese Methode erscheint auch unter den besten Umständen als sehr ungenau. Die Experimente KRAMERS (1950 und 1950 a) zeigten dies genügend. Er benutzte die besten Versuchsvögel der Art, die am meisten geeignet ist, diese »Intelligenzprüfung« zu bestehen. Dabei hatten diese Stare nicht im Flug mit immer wechselnden Einflüssen von Himmelsbedeckung, Windänderungen, Raubvogelgefahr, Ruhepausen usw. zu arbeiten, sondern sie handelten unter den bestdenkbaren Umständen der Ruhe am Platz. Wenn man die Umrechnungsmethode als die normale annimmt, überschätzt man die tierische Intelligenz sehr. Gegen die Gefahr der Überschätzung des tierischen Verhaltens sagt ja der »Morgansche Kanon«: Wir dürfen tierische Handlungen niemals als die Folge eines höheren psychischen Prozesses auffassen, wenn es möglich ist, sie als Folge eines Prozesses aufzufassen, welcher in der Reihe der psychischen Entwicklung tiefer steht. Die Windorientierung ist in der Tat, wie es mir scheint, ein Prozess der in der Reihe der psychischen Entwicklung tiefer steht.

Man verstehe mich aber gut. Meine Hauptbeschwerde ist nicht, dass

die Umrechnungsmethode »zu kompliziert für den Vogel« ist. Man kann ja entgegenführen, dass auch in unserem Organismus so viele Dinge spontan in einer ungeheuren Komplikation ablaufen, wobei wir uns der wenigsten Vorgänge überhaupt recht bewusst werden, mithin alles als »äusserst einfach« hinnehmen. Sogar wenn die Umrechnungsmethode für den ziehenden Vogel möglich ist und bisweilen auch gebraucht wird (ich habe selber Beobachtungen, die Gebrauch der Umrechnungsmethode vermuten lassen), meine ich, dass diese Methode als wichtigste Beschwerde die Ungenauigkeit hat. (Es gibt noch andere Ursachen dieser Ungenauigkeit, eine ausführliche Besprechung kann besser in einem speziellen Beitrag geschehen.) Kurz gesagt hat die Umrechnungsmethode also zwei Beschwerden: 1. Wegen der Ungenauigkeit ist sie weniger zielsicher und rechtlinig als die Windorientierung. 2. Wegen der Kompliziertheit ist sie weniger beliebt als die einfachere Methode der Windorientierung.

2. Die Visier- oder Parallaxeorientierung (TINBERGEN & ZIJLSTRA 1953) hat unter mehreren Umständen bei Ausfall der Umrechnungsmethode solche grosse Beschwerden, dass es als unmöglich erscheint, die Normalzugrichtung festzuhalten. Wir haben dies anderswo auseinandergesetzt (VLEUGEL 1955). Dasselbe gilt für das Richtungsbeharrungsvermögen auf Grund optischer Kennmarken KRAMERS (1952). Wenn er sagt, dass der Vogel mittels dieser Hilfsmethode vermutlich sonnenlose Perioden überbrücken kann, wiederhole ich, was ich in meiner Veröffentlichung über dieses Thema (VLEUGEL 1955: 35) sagte: »Kurz gesagt, erscheint es mir für manche Arten eine reine Unmöglichkeit, bei ihrem Zickzackziehen auch nur einigermaßen geradeaus zu fliegen — durch welche Form des Visierens in der Landschaft es auch immer sei. Nur über kurze Strecken ist dies, meine ich, möglich.«

3. Wenn wir nur eine Orientierung der Zugvögel durch Umrechnen der Sonnenbewegung bzw. Visierorientierung annehmen, sehe ich keine Erklärung dafür, weshalb manche Zugvögel nicht oder wenig bei Windstille oder deutlich drehendem Winde ziehen. Weiter kann ich nicht einsehen, weshalb Zügler mit einem langsam drehenden Winde mitdrehen. (Näheres über diese drei Faktoren bei VLEUGEL 1952.) Schliesslich sehe ich Möglichkeiten, z.T. mit Hilfe der Windorientierung zu erklären, weshalb viele Tageszügler mehr bei Gegenwind ziehen als bei Mitwind.

4. Auch erscheint es mir möglich, z.T. mit Hilfe der Windorientier-

ung zu erklären, weshalb viele Tageszügler längs Leitlinien vorzugsweise gegen den Wind einfliegen (z.B. KOCH 1934, VLEUGEL 1950 und 1954 a).

5. Nachtzügler können, soweit ich es sehe, die Methode des Umrechnens der Sonnenbewegung nicht, die Visierorientierung über mehr als eine kurze Strecke kaum benutzen. Windorientierung wäre auch bei Nacht möglich (z.B. LOWERY 1951, WILLIAMSON 1953), sie ist sogar wahrscheinlich für Drosseln, *Turdidae* (VLEUGEL 1954).

Die Möglichkeiten der Wind-Orientierung, die wahrscheinlich nicht oder am wenigsten benutzt werden.

SCHÜZ (1952: 139) hat die Verhältnisse zwischen Wind und Zugvögeln gut auseinandergesetzt. Kurz gesagt: Der sitzende Vogel fühlt den Wind, kann also die Windrichtung in der Landschaft festlegen. Er hat aber wahrscheinlich zuerst am Morgen die Richtung der aufgehenden Sonne in der Landschaft festgelegt. Er kann sich danach also den Winkel (in der Landschaft) zwischen Flugrichtung und Windrichtung einprägen. Könnte er diesen Winkel nun während einiger Stunden festhalten, so könnte er mit Hilfe derselben geradlinig fliegen. Zu diesem Zweck hat er sich aber immer wieder zu setzen (auf Bäume, auf den Boden usw.). Nun sieht man in der Tat oft, dass Zugvögel ihren Flug zeitweise unterbrechen um zu ruhen, sich zu ernähren usw. Später fliegen sie dann wieder weiter in der alten Richtung fort. Dennoch scheint diese Methode wenig praktisch und zu belästigend für die Zugvögel zu sein. Vor allem bei Mitwind ist es schwierig, den Winkel zwischen Flug- und Windrichtung zu bestimmen und hinzu kommt noch der Nachteil, dass auffliegende Vögel immer gegen den Wind aufzufliegen haben.

Besser wäre eine Methode, wobei der fliegende Zugvögel seinen Winkel zwischen Flug- und Windrichtung beim Fliegen bestimmen könnte, wo und wann er möchte. Auch dies ist möglich: Bei Gegenwind kann er wie ein rüttelnder Turmfalke (*Falco tinnunculus*) sich gegen den Wind stellen und seine Schnabelrichtung in der Landschaft festlegen, sodass er die Windrichtung genau »weiss«. Er könnte sich auch vom Mitwind zurücktreiben lassen und so die Windrichtung in der Landschaft bestimmen. Bei Mitwind könnte der ziehende Vogel sich auch umdrehen, rütteln wie ein Turmfalke gegen den Wind und so die Windrichtung in der Landschaft bestimmen. Oder, wie es wahrscheinlich leichter wäre bei Mitwind, er könnte sich vom Mitwinde

mittreiben lassen und so die Windrichtung mit dem Auge in der Landschaft bestimmen.

Die alles beherrschende Frage ist nun aber, ob man diese Verhaltensweisen auch wirklich regelmässig bei ziehenden Vögeln sieht. So weit ich es gesehen habe: Nicht! Ich beobachtete aber meistens an Leitlinien, wo diese Verhaltensweisen gerade nicht zu erwarten sind, weil die Zugrichtung zeitweise durch die Richtung der Leitlinie angegeben wird. Auch andere Zugbeobachter haben bisher in der Regel überwiegend an Leitlinien beobachtet, so dass wir auch in anderer Hinsicht über das Verhalten der Zügler, die sich auf dem reinen Breitfrontzug, befinden, schlecht unterrichtet sind. Soweit ich aber selber den reinen Breitfrontzug beobachtete, kann ich mich nicht entsinnen, gesehen zu haben, dass Zugvögel, die sich auf dem Fluge befanden, eine der letzten Verhaltensweisen zeigten. Natürlich habe ich darauf in den letzten Jahren speziell geachtet, aber nichts von den genannten Verhaltensweisen gesehen. Dabei ist es wahrscheinlich, dass die bisher genannten Orientierungsweisen zu belästigend sind für ziehende Vögel, um ganz allgemein gebraucht zu werden. Aus diesem Grunde habe ich nach einer Methode gesucht, die beim Fliegen leichter anzuwenden wäre. Im Folgenden wird diese Methode auseinandergesetzt.

Bisher haben wir stillschweigend angenommen, dass ein fliegender Vogel den Wind nicht empfindet. SCHÜZ (1952: 140) sagt z.B. darüber: »Es gibt nur eine kurze Spanne, in der der fliegende Vogel den Wind empfindet, nämlich beim Abflug.« Wenn die Kraft des Windes sich aber ändert und dies geschieht oft, kann ein fliegender Vogel den Wind, sei es nur sehr kurz, empfinden. Auch van DOBBEN (1953: 220) sagt: »It is conceivable that migrating birds assess the direction of the wind by means of its changing strength.« Es erscheint als angebracht, einiges über dieses Windempfinden mitzuteilen, vor allem auch, weil mehrere Forscher (u.a. LOWERY 1951; GRIFFIN 1952; CORNWALLIS 1952, 1954; WILLIAMSON 1953, 1954), die das einfache Ziehen mit dem Wind als mögliche Orientierungsweise anzunehmen scheinen, sich nichts darüber äussern. VERHEYEN (1954) und KOCH (1934), die dagegen meinten, dass die übliche Zugorientierung gerade diejenige ist, dass Zugvögel gegen den aus ihrer Normalrichtung wehenden Gegenwind ziehen, haben nicht mitgeteilt, wie die Vögel diese Gegenwinde empfinden. Wir haben darüber nun Folgendes zu sagen:

1. Gegenwind. Wenn der Wind plötzlich anschwillt, kann der ziehende Vogel den Wind kurz empfinden. Wenn dagegen der Gegen-

wind plötzlich schwächer wird, wird der Druck von vorne geringer, und es könnte der ziehende Vogel diese Druckverringerng kurz empfinden.

2. Mitwind. Wenn Mitwind plötzlich und schnell stärker wird, wird der Druck von vorne geringer, und es könnte der ziehende Vogel diese Druckverringerng kurz empfinden. Wenn dagegen Mitwind plötzlich und schnell schwächer wird, wird der Druck von vorne stärker. Der Vogel empfindet dies auf dieselbe Weise wie anschwellenden Gegenwind. Es ist natürlich nicht notwendig, dass die Gegen- oder Mitwinde genau von vorne oder von hinten wehen. Auch die Gegenwinde die schräg von vorne oder die Mitwinde, die schräg von hinten wehen, werden empfunden.

Es ist die Frage, ob die schnell ab- und zunehmenden Gegen- und Mitwinde gute Anhaltspunkte geben für die Richtung des Windes. Diese Methode ist wenigstens schwierig und wahrscheinlich auch ungenau. Aus diesem Grunde haben wir weitergesucht. Eine Methode die bei weitem als die beste erscheint, wurde tatsächlich entdeckt und wird nachfolgend kurz beschrieben.

Die Methode des Projizierens des Abweichungswinkels (Projektionsmethode).

Wenn ein Zugvogel, z.B. ein Buchfink, der sich auf dem Zug befindet, mit Hilfe eines konstanten Winkels auf die Richtung der (z.B. aufgehenden) Sonne seine Normalzugrichtung bestimmt hat, so geschieht es nur bei Windstille oder bei reinem Mit- oder Gegenwind, dass seine Kopf- (Schnabel-) Richtung mit seiner Zugrichtung zusammenfällt. Bei allen anderen Windrichtungen hat der Vogel einen Winkel zu formen zwischen seiner Kopf- (Schnabel-) Richtung und seiner Zugrichtung. Dieser Winkel wird, wie mehrmahls hervorgehoben worden ist (siehe z.B. TINBERGEN 1949), umso grösser, je mehr der Wind von der Seite kommt. Es ist notwendig, hier ein Beispiel zu geben und wir wählen wieder der Buchfinken (s. Abb. 1).

Wie man aus der Figur sieht, ziehen die Buchfinken in Südwestrichtung (= Richtung der Linie AZ). Sie haben dazu ihren Kopf in die Richtung der Strecke AF zu stellen und in diese Richtung (in Beziehung zur Luft) zu fliegen. Vom Westwind der genannten Stärke seitwärts verdriftet, ziehen sie dann recht genau in SW-Richtung in Beziehung zur Erde.

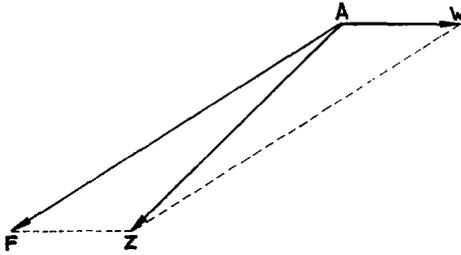


Abb. 1. Parallelogramm von Geschwindigkeiten beim Zug des Buchfinken (*Fringilla coelebs*). — AW = Windrichtung (West), Stärke 15 km/St.; AZ = Zugrichtung (Südwest), Geschwindigkeit 39 km/St.; AF = Flug (Kopf-)richtung, Eigengeschwindigkeit der Buchfinken 50 km/St.

Es ist die Frage, ob die Buchfinken den Winkel FAZ in der Tat bilden können. Sie haben dazu die beiden Strecken AF und AZ auf dem Boden abzulesen. Dies geschieht unmittelbar, wenn sie ihren konstanten Winkel in Beziehung zur Sonne (wahrscheinlich bei Sonnenaufgang) bilden. Sie sehen dann genau, wie sie den Kopf zu stellen haben, d.h. in welche Richtung in Beziehung zur Luft sie zu fliegen haben, um in der zuständigen Richtung in Beziehung zur Sonne zu fliegen. Wenn die Buchfinken nun weiter darauf achten, dass der Winkel FAZ konstant bleibt, so ziehen sie (wenn Windstärke und Windrichtung unverändert bleiben) stets gut richtungstreu. Nach einiger Zeit werden sie bemerken, dass der Winkel FAZ z.B. zu gross wird. Sie haben dann ihre Kopfrichtung so lange zu verlegen, bis der Winkel wieder gleich gross wie im Anfang wird, und ihre Zugrichtung wird wieder SW.

Die Kopf- (Flug-)Richtung AF können die Buchfinken dadurch feststellen, dass sie sehen, wohin der Schnabel weist. Die Zugrichtung AZ ist die Linie in der Landschaft, die sich für den Blick des Vogels in Ruhe befindet. Man kann auch sagen: Es ist die Linie in der Landschaft, wo keine parallaktische Bewegung stattfindet.

Es ist weiter notwendig dass im gegebenen Beispiel die Buchfinken darauf achten, dass der Wind immer von rechts vorne kommt. Wie gesagt können sie ja Gegenwind wenn er schnell anschwillt, sehr kurz mit dem Tastsinn empfinden. Sie können dasselbe auch sehen, d.h. die Kopfrichtung muss immer nach rechts von der Flugrichtung weisen.

Nennen wir den Winkel FAZ den Abweichungswinkel, weil er an-

gibt, wieweit die Kopfrichtung (= Flugrichtung in Beziehung zur Luft) von der Zugrichtung abweichen muss, um eine Verdriftung durch einen Wind von gewisser Stärke und Richtung zu neutralisieren.

Sogar wenn die Vögel ihre Zugrichtung zeitweise ganz und gar verloren haben, können sie diese wieder zurückfinden und sind also unabhängig von der Richtung der Sonne geworden. Sie brauchen nur so lange zu suchen, bis der Winkel FAZ wieder der gleiche wird wie vorher und der Wind von rechts vorne kommt. Wie früher bemerkt worden ist (VLEUGEL 1952), wird nicht gezogen, wenn der Wind veränderlich ist. Inwieweit schon ziehende Vögel Änderungen der Windrichtung bemerken, können wir erst nach vielen Beobachtungen am reinen Breitfrontzug sagen. Jedenfalls dreht der Zug bisweilen mit einem drehenden Winde mit (l.c.).

Es wird klar sein, dass für andere Windrichtungen und Windstärken die Abweichungswinkel anders werden. Es gibt hier sehr viele möglichen Fälle. Gerade weil dies so ist, ist diese Projektionsmethode für die Zugvögel brauchbar. Natürlich gibt es auch bei dieser Methode gewisse Fehlerquellen. Wir wollen diese hier noch nicht besprechen, weil es besser ist, sie erst genauer zu untersuchen. M. E. sind die Fehlerquellen aber nicht so gross wie bei der Umrechnungsmethode (bei Sonnenschein), verbunden mit Visier- oder Parallaxemethode (VLEUGEL 1955) bei bedecktem Himmel und während der Nacht. Dadurch ist die Projektionsmethode wahrscheinlich die normale sekundäre Orientierungsweise geworden.

Zusammenfassung.

Die Sonnenorientierung der Zugvögel ist von verschiedener Seite wahrscheinlich gemacht, unter gewissen Umständen ist sie aber unmöglich. Weiter genügt sie nur für kurze Zugentfernungen. Daher ist es notwendig, sekundäre Orientierungsweisen anzunehmen.

Bis jetzt sind drei Hypothesen über sekundäre Orientierungsweisen bekanntgegeben, die alle den Zweck haben, den Zugvogel möglichst rechtlinig in seiner Normalrichtung, die primär durch die Richtung der Sonne bestimmt ist, zu steuern: 1. Orientierung durch »Umrechnen« der täglichen Sonnenbewegung. 2. Orientieren durch Visieren in der Landschaft. 3. Orientierung dadurch, dass der Winkel zwischen Flug- und Windrichtung unverändert beibehalten wird (Anemotaxis).

Die beiden erstgenannten Orientierungsweisen sind schwierig und,

was schlimmer ist, sehr ungenau. Bei Nacht werden sie sogar unmöglich, bzw. fast unmöglich. Aus diesem Grunde scheinen Zugvögel in allgemeinen die letztgenannte sekundäre Orientierungsweise, die sog. »Windorientierung«, vorzuziehen. Sie ist wahrscheinlich genauer und dabei leichter durchzuführen. Wäre dies nicht der Fall, so sieht der Verfasser keine Erklärung dafür, dass manche Zugvögel nicht oder wenig bei Windstille oder merkbar drehendem Winde ziehen. Ebenso wenig ist zu ersehen, weshalb viele Zugvögel mit einem langsam, wahrscheinlich meist unmerkbar drehendem Winde »mitdrehen«. Auch die Tatsache, dass öfter bei Gegenwind als bei Mitwind gezogen wird und dass Leitlinienzug fast ausschliesslich Gegenwindzug ist, machen eine Windorientierung wahrscheinlich.

Die Kritik auf die Hypothese der Windorientierung war bisher sehr leicht zu geben: Es sei unverständlich, wenn nicht unmöglich, dass ziehende Vögel sich am Winde orientieren, den sie im Flug nur bei Windzunahme sehr kurz spüren. Wie könnten sie dann den Winkel zwischen Flug- und Windrichtung feststellen und oft mehrere Stunden festhalten? Folgende Möglichkeiten werden im vorliegenden Aufsatz erörtert:

1. Der sitzende Vogel kann den Wind empfinden, dadurch die Windrichtung bestimmen und in der Landschaft festlegen.
2. Bei Gegenwind kann der ziehende Vogel sich wie ein rüttelnder Turmfalke gegen den Wind stellen und so die Windrichtung in der Landschaft festlegen. Oder er könnte sich vom Winde zurücktreiben lassen und so die Windrichtung in der Landschaft projizieren.
3. Bei Mitwind könnte der ziehende Vogel sich vom Winde mittreiben lassen und so die Windrichtung nach vorne in der Landschaft festlegen. Er könnte sich auch umdrehen und dann rütteln wie ein Turmfalke und die Windrichtung nach hinten in der Landschaft ermitteln.

Natürlich sieht man allgemein, dass Durchzügler sich setzen und bald darauf oft wieder weiterziehen. Die unter 2 und 3 genannten Verhaltensweisen sieht man aber nach meiner Erfahrung nicht.

4. Eine weitere Methode, die während des Fliegens als möglich erscheint, ist die des Projizierens des »Abweichungswinkels« (Wind-»Projektionsmethode«).

Um diesen »Abweichungswinkel« festzustellen, haben wir die scheinbare Flugrichtung, die eigene Fluggeschwindigkeit des Vogels, die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit zu kennen. Wir

zeichnen dann das Vektorparallelogramm und finden so die Zugrichtung und wirkliche Geschwindigkeit des Vogels.

Umgekehrt können wir dadurch, dass wir das Parallelogramm der Geschwindigkeiten zeichnen, auch die scheinbare Flugrichtung (= Kopfrichtung), die wirkliche Geschwindigkeit des Vogels und den Abweichungswinkel finden, wenn wir die Normalzugrichtung, die eigene Fluggeschwindigkeit des Vogels, die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit kennen. Der Vogel, der z.B. bei Sonnenaufgang abzieht, könnte seine Normalzugrichtung mit Hilfe der Sonnenrichtung bestimmen. Automatisch sieht er dann auf der Erde, welchen Winkel zwischen Kopf- und Normalrichtung er infolge der Windrichtung und Windgeschwindigkeit zu bilden hat, um möglichst geradlinig fliegend zu bleiben. Ein Beispiel ist im Text gegeben (Abb. 1). Wenn nur der Winkel FAZ konstant bleibt, wird am betreffenden Morgen immer gut gezogen, falls nur der Wind konstant bleibt: Daher bei deutlich drehendem Winde kein Zug! Der Winkel FAZ wird »Abweichungswinkel« genannt, weil er angibt, wieviel die Kopfrichtung von der Normalzugrichtung abweicht. Wenn dieser Winkel konstant bleibt, erweist sich zur gleichen Zeit auch der Winkel zwischen Normalzugrichtung und Windrichtung als unverändert, obwohl der ziehende Vogel natürlich diesen letzten Winkel nicht direkt ablesen kann. Der ziehende Vogel hat aber zu sorgen, dass der Wind von derselben Seite kommt wie beim Abflug bei Sonnenaufgang. Eine kurze weitere Diskussion wird im Text gegeben. Diese letzte Windorientierungsweise scheint dem Verfasser diejenige zu sein, die in der Regel beim Tageszug gebraucht wird.

Für wertvolle Auskünfte und Beratung habe ich Herrn Flugbau-Ingenieur L. L. Th. Huls, Pijnacker und Herrn Elektro-Ingenieur E. Nijenhuis, Haag zu danken. Herr Dr. G. Schmidt, Kiel, war so freundlich, das Manuskript sprachlich durchzunehmen; auch ihm sei bestens gedankt.

Literatur: CORNWALLIS, R. K., 1951, Patterns of Spring Migration. Brit. Birds 45: 314—316. — 1954, Bird Migration and Population. Trans. Lincolnshire Naturalists Union: 145—174. — VAN DOBBEN, W. H., 1953, Bird Migration in the Netherlands. Ibis 95: 212—234. — GRIFFIN, D. R., 1952, Bird Navigation. Biol. Reviews 27: 359—393. — KOCH, J. C., 1934, Vogelzug unter Einfluss von Leitlinie und Windrichtung. Vogelzug 5: 45—52. — KRAMER, G., 1950, Weitere Analyse der Faktoren, welche die Zugaktivität des gekäfigten Vogels orientieren. Natur-

wissenschaften 37: 377—78. — 1950 a, Stare lassen sich auf Himmelsrichtungen dressieren. Ebenda: 526—27. — 1952, Experiments on Bird Orientation. Ibis 94: 265—285. — LOWERY, G. H., 1951, A quantitative Study of the Nocturnal Migration of Birds. Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist. 3: 361—472. — VON SAINT-PAUL, U., 1958, Neue experimentelle Ergebnisse über Fernorientierung der Tiere. Vogelwarte 19: 193—198. — SCHÜZ, E., 1954, Vom Vogelzug. Frankfurt/Main. — TINBERGEN, L. & J. J. ZIJLSTRA, 1953, De veldwaarnemingen: een schakel die ontbrak. Jaarbericht 1953, Vogeltrekstation Texel: 14—22. — VERHEYEN, R., 1954, Les Pinsons du Nord (*Fringilla montifringilla* L.) en Belgique. Gerfaut 44: 324—342. — VERWEY, J., 1954, Over het oriënteringsvermogen van vogels en zeedieren. Ardea 41: 271—290. — VLEUGEL, D. A., 1950, Verkeerde Trek, De Levende Natuur 53: 161—167. — 1952, Über die Bedeutung des Windes für die Orientierung ziehender Buchfinken, *Fringilla coelebs*. Orn. Beobachter 49: 45—53. — 1954, Waarnemingen over de nachttrek van lijsters (*Turdus*) en hun waarschijnlijkste oriëntering. Limosa 27: 1—19. — 1954 a, De voorkeur van trekkende zich op zon en wind oriënterende Botvinken (*Fringilla coelebs* L.) voor tegenwind. Gerfaut 44: 259—277. — 1955, Über die Unzulänglichkeit der Visierorientierung für das Geradeausfliegen, insbesondere beim Zug des Buchfinken (*Fringilla coelebs* L.) Orn. Fenn. 32: 33—40. — WILLIAMSON, K., 1952, Migrational Drift in Britain in Autumn, 1951. Scot. Nat. 64: 1—18. — 1953, Migration into Britain from the North-West, Autumn 1952. Ebenda 65: 65—94. — 1955, Migrational Drift. Acta XI Congr. Int. Orn. Basel 1954: 179—186.

Farbensehen bei den Vögeln und die Zapfenölkugeln.

VALTO PEIPONEN

Einleitung. — Das Vogelauge als hochentwickeltes optisches Organ ist ein Zeugnis dafür, dass diese Tiere ein ausgezeichnetes Sehvermögen besitzen. So ist auch die Unterscheidungsfähigkeit des Auges bei ihnen etwa viermal so gross wie im menschlichen Auge. Andererseits geht das für den Vogel sichtbare Spektrum zahlreichen Beobachtungen gemäss kaum über das unsrige hinaus, weder zum Infrarot (HECHT & PIRENNE 1940) noch zum Ultraviolett hin, so dass also die dem Vogel sichtbare Welt ungefähr der des Menschen entspräche (ABELSDORFF 1907, HESS 1907, STURKIE 1954). Die Vögel sind auch imstande, verschiedene Farben zu perzipieren. In den Untersuchungen von VAN ECK (1939) vermochte die Singdrossel deutlich, Rot, Gelb, Grün und Blau voneinander zu unterscheiden, und MEYKNECHT (1941) hat nachgewiesen, dass der dämmerungsaktive Steinkauz (*Athene noctua vidalii*) ein gutes Farbenunterscheidungsvermögen besitzt, obwohl