

3. Ornithologie

Der Vogel und die Mechanik seines Biotops

Von

ULRICH A. CORTI (Zürich)

(Mit 2 Abbildungen im Text)

I.

Zwischen jedem Vogelindividuum als Vertreter einer bestimmten Art bzw. Rasse einerseits und den mechanischen Verhältnissen seines Lebensraumes andererseits besteht eine Fülle interessanter, planmässig noch kaum erforschter Beziehungen.

Die Umwelt des Vogels ist in zahlreiche materielle Systeme (feste Erdrinde, Wasser, Luft, technische Konstruktionen, Organismen) gegliedert, deren Menge vielenorts wechselt. Der stationierende oder dislozierende Vogel stösst denn auch immer wieder auf geringere oder grössere Widerstände, mit welchen er sich in der einen oder anderen Weise auseinanderzusetzen hat, um seine Erhaltung und Entfaltung zu gewährleisten.

Sowohl zum Aufenthalt an einem bestimmten Ort als auch zur Dislokation bedarf das Individuum eines gewissen «freien» Raumes. Die mechanischen Verhältnisse des Biotops, dessen Struktur grundsätzlich als labyrinthartig zu bezeichnen ist, determinieren in jedem Falle weitgehend die Verhaltensweisen des Vogels, um so mehr, als auch diesem selbst eine besondere Mechanik eigen ist.

Da sich die Vögel von Art zu Art in ihrem Bau, ihren Funktions- und Verhaltensweisen unterscheiden, sind auch umweltbedingte Unterschiede hinsichtlich ihrer Stationierungs-, Rotations- und Translationsmöglichkeiten vorhanden.

In Erdnähe können sich dem geradlinigen Vogelflug Verkehrshindernisse, wie Felswände, Bauwerke, Bäume, Leitungsdrähte, Gegenwind, entgegenstellen und Richtungsänderungen bedingen. Den geringsten Widerstand leistet die ruhende, leicht verdrängbare Luft, einen bereits erheblich grösseren das Wasser und einen noch bedeutenderen die feste Erdrinde, Mauerwerk, Holz, Metall usw.

Denkt man sich einen festen Zaun, dessen Latten einen Abstand von 5 cm haben, so werden die Lücken nur von Vögeln passiert werden können, deren Leib eine maximale Breite von 5 cm besitzt oder auf dieses Mass komprimiert werden kann; allen anderen Individuen ist der Durchgang verwehrt. Analoge Verhältnisse liegen vor bei Drahtgittern, Netzen, Hecken, Röhrichtern, Bambusdickichten, Gestrüppen, Sträuchern, im Astwerk von Baumkronen usw. In manchen Fällen von Engpässen lässt sich ein Durchgang dank des Biegungs- bzw. Ausweichvermögens von Blattstengeln, Grashalmen oder feineren Zweigen bewerkstelligen. Hier wird deutlich, dass bei der Erzwingung einer Passage bald die Kompressibilität des Vogelkörpers, bald die besonderen mechanischen Verhältnisse des Biotops oder auch beide Umstände zusammen eine entscheidende Rolle spielen können, wie etwa in dem Falle, da sich ein kleinerer Vogel einem

ihn verfolgenden grösseren Feind auf einem engen Fluchtweg zu entziehen vermag.

Für einen sich auf dem Erdboden fortbewegenden Vogel ist die Oberflächenbeschaffenheit des Grundes von Bedeutung, je nach den Hindernissen, die sich dem Schreiten, Laufen oder Hüpfen entgegenstellen. Hindernisse bilden zum Beispiel Steine, Erdschollen, Pfähle, Bruchholz, Gemäuer, die verschiedenen Arten des Bewuchses, Löcher, Gräben, Wasserlachen. Sie werden teils umgangen, teils überflogen, gelegentlich auch als Warten benützt, beeinflussen aber jedenfalls in mannigfaltiger Weise die Orientierung, die Richtung und den Deckungsgrad der Dislokation der einzelnen Individuen. Von der Härte (Eindringungsfestigkeit) des Bodens (Fels, Eis, Sand, Schnee, Schlick usw.) hängt die Entstehung von Spuren ab.

Eine Feldlerche (*Alauda arvensis*), die auf einer vegetationslosen Ebene dahinläuft, verfügt normalerweise über eine relativ grosse Bewegungsfreiheit und Sichtweite. Erreichen die Gräser und Kräuter in einer Wiese eine durchschnittliche Höhe von 5 cm über dem Boden, so ist die Lerche im Laufen bereits etwas, in der Rundsicht aber noch kaum behindert. Stehen die Pflanzen jedoch 20 cm hoch, so ist das Gesichtsfeld (der Horizont) des Vogels sehr stark eingeschränkt und die Fortbewegung auf dem Erdboden infolge des grösseren Widerstandes der Stengel und Halme noch mehr erschwert. Bei der kräftigeren und grösseren Rabenkrähe (*Corvus corone*) sind unter den genannten Umständen weder das Schreiten noch die Sichtweite wesentlich beeinträchtigt; dies ist erst dann der Fall, wenn die Wiese gegen die Heuernte hin ihren maximalen Stand erreicht hat. Mit der beispielhaft erwähnten Änderung der Umweltverhältnisse verändern sich zwangsläufig auch die Verhaltensweisen der Vögel, sei es, weil die Gefährdungsmomente mit der Verringerung des Orientierungsvermögens zu-, sei es, weil sie infolge des erhöhten Deckungsgrades abnehmen.

Steinschmätzer (*Oenanthe oenanthe*), welche gerne in Ackerfurchen Nahrung suchen, erscheinen von Zeit zu Zeit immer wieder auf Erdschollen, um zu sichern. Die relativ überragende Grösse eines im Felde der Mäusejagd obliegenden Graureihers (*Ardea cinerea*) enthebt diesen Vogel gewöhnlich von der Notwendigkeit des Bezuges einer Orientierungswarte.

Ein Hausstorch (*Ciconia ciconia*) durchmisst mit einem einzigen Schritt eine Strecke, für deren Zurücklegung ein Wiesenpieper (*Anthus pratensis*) vielleicht 15 bis 20 Schritte benötigt. Beim Storch treten dabei gewisse Muskelsysteme nur einmal, beim Pieper aber fünfzehn- bis zwanzigmal in Funktion.

Eine hervorragende Rolle spielen metrische Verhältnisse des Milieus bei jenen Vogelarten, deren Vertreter ihre Nahrungsobjekte aus Gewässern beziehen. Manche Regenpfeifer (*Charadriidae*) und Strandläufer (*Calidris*) ernähren sich gerne von Kleintieren, die vom Wellenschlag an den Strand gespült werden oder im Bereiche der «Wasserkante» leben; die kurzbeinigen Vögel waten kaum in das nasse Element hinein. Andere Limicolen mit längeren Beinen begeben sich öfters bis zum Fersengelenk und darüber hinauf ins Wasser und holen mit ihrem meist relativ langen Schnabel Tiere vom Grunde der Tümpel, Teiche und Seen oder fliessenden Gewässer herauf, wobei sie bei der Nahrungssuche den

Kopf bisweilen selbst bis über Augenhöhe eintauchen. Die Gründelenten (*Anatinae*) sind, ihrer Ernährungsweise entsprechend, auf seichte Wasserbecken angewiesen. In allen diesen Fällen ist die Wassertiefe, aus welcher die Nahrungsobjekte heraufgeholt werden, beschränkt, und damit auch die maximale Distanz vom Ufer, in welcher noch Beute gemacht werden kann, von Fall zu Fall gegeben. Für manche auf dem Grunde von Gewässern dem Nahrungserwerb obliegende Vögel, zum Beispiel für die Tauchenten (*Fuligulinae*) und Blässrallen (*Fulica*), spielt die Entfernung des submersen Bodens vom Wasserspiegel eine Rolle wegen der Abhängigkeit der erreichbaren Tauchtiefe vom Wasserdruck und der Atmung, um nur zwei Faktoren zu nennen. Die mechanischen und die rein metrischen Verhältnisse des Hydrotops bestimmen also weitgehend die Verteilung der darin Nahrung suchenden Individuen. Bei Schwimmvögeln beeinflusst die Länge und Kammhöhe der Wasserwellen das Schwimmen und die Orientierung.

Selbst in der «freien» Atmosphäre, in welcher prinzipiell Bewegungen aller Art möglich sind, treten, wenigstens zeitweise, gewisse begrenzende Faktoren auf, wie etwa Wind, fallende Niederschläge, Nebel, Wolken und Feinde.

In einem Röhricht (*Phragmitetum*), das von Rohrsängern (*Acrocephalus*), Schwirln (*Locustella*), Mariskensängern (*Luscinola*), Bartmeisen (*Panurus*), Steissfüßen (*Podiceps*), Reiher (*Ardea*, *Botaurus*, *Ixobrychus* und andere), Rohrweihen (*Circus*), Rallen (*Porzana*, *Gallinula*, *Fulica*) bewohnt wird, werden die Stationierungs-, Dislokations-, Nist- und Ernährungsweisen der Vögel durch die Form und Dimension ihres Körpers und die mechanischen Verhältnisse des Biotops geradezu beherrscht. Im dichten Rohrwald ist geradliniger Horizontalflug auch über eine Strecke von nur einem Meter keinem Vogel möglich. Hier kommen als Dislokationsarten in erster Linie das Auf- und Abklettern an den Halmen, das Hüpfen bzw. Schlüpfen und das Flattern in Frage. Eigentliche Flugbahnen gibt es nur in Blössen und Schneisen, ausserhalb der Ränder der Röhrichte und über den Schilffluren.

Innerhalb der Phragmiteten spielen junge und alte Rohrhalm als Warten die Hauptrolle. Damit sich ein Vogel auf einem Schilfrohr niedersetzen kann, muss dasselbe eine gewisse Festigkeit besitzen. Ein Halm, dessen Tragfähigkeit für einen 13 g schweren Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) eben noch ausreicht, wird unter der Last eines Zwergreihers (*Ixobrychus minutus*) von 140 g Gewicht brechen oder sich so stark biegen, dass der Vogel den Halt verliert. Rohrbruch ereignet sich öfters, wenn sich mehrere zum Nächtigen in eine Schilfflur einfallende Stare (*Sturnus vulgaris*) auf ein und denselben Halm setzen. Vom Winde bewegte Halme lassen sich als Warten weniger leicht besetzen als ruhende. Bei Sturm sind die zwischen mehreren Schilfstengeln befestigten Nester der Rohrsänger oft extremen Zerreihsproben ausgesetzt. Schilfblätter beeinträchtigen das Klettern, erhöhen aber den Deckungsgrad des Biotops. Die Fluchtdistanz der meisten Bewohner der Röhrichte ist bezeichnenderweise relativ gering.

Eindrückliche Beispiele für die Bedeutung der mechanischen Verhältnisse in der Umwelt des Vogels bieten auch Sträucher und Bäume. Je dichter deren

Äste, Zweige, Blätter (Nadeln) stehen, um so behinderter ist das sich im Buschwerk oder in der Krone bewegende Individuum. Der gegenseitige Abstand der Zweige und Blätter veranlasst den Vogel bald zu einem kurzen Flug, einem Sprung oder einigen Schritten, bald zu einer anderen artgemässen Dislokationsweise (Hangeln, Klettern). Für die Höhlenbrüter ist bei der Wahl oder Anlage der Brutstätten nicht nur die Qualität des Holzes, der Standort des Nestbaumes usw. wesentlich, sondern auch der Durchmesser des Einschlupfloches und der Höhle selbst, also auch der Durchmesser des Stammes oder Astes. Der Zwergbuntspecht (*Dendrocopus minor*) benützt zur Anlage seines Nestes oft Stämme oder Äste, deren Dicke für die Errichtung einer Brutstätte durch den Schwarzspecht (*Dryocopus martius*) viel zu gering wäre.

Auf die Rolle der mechanischen Verhältnisse der Stützen für die Nester der Offenbrüter, der Härte des Holzes für die Bearbeitung durch Mönchsmeisen (*Parus atricapillus*) oder Spechte (*Picinae*), von Fruchtschalen durch Vertreter verschiedener Arten, der Resonanzeigenschaften von Trommelunterlagen der Spechte, der Beschaffenheit des Bodens für das Zirkeln, Stechen, Scharren oder Graben möge nur hingewiesen sein.

II.

Die vorstehend angeführten Beispiele dürften zur Genüge erweisen, wie tief die rein metrischen und insbesondere die mechanischen Eigenschaften des Biotops in das Leben des Vogels eingreifen. Letzterer ist, seiner Konstitution entsprechend, bis zu einem gewissen Grade deformierbar, ebenso der Biotop, wobei die Deformationen beiderseits plastisch (beim Vogel zum Beispiel im Falle von Verletzungen) oder elastisch sein können. Allen diesen Deformationen liegen mechanische Vorgänge zugrunde. Sie nehmen ihren Ursprung stets an der Kontaktfläche Vogel/Umwelt und sind oft kaum feststellbar, finden aber fortwährend statt, da der Vogel mit irgendwelchen Elementen des Biotops immer in Berührung steht.

Versucht man nun die Fülle der Bestandteile der Umwelt des Vogels in Kategorien zusammenzufassen, wobei die «Valenz» der Biotopelemente als Ordnungsprinzip dienen möge, so erhält man zum Beispiel das durch Abb. 1 schematisch dargestellte System.

Das Zeichen *E* im Zentrum des Fünfecks bedeutet «Eidos» und soll den vererbten Arttypus, die spezifische Konstitution des zu analysierenden Individuums andeuten.

Die Kreisfelder in den Ecken des Fünfecks symbolisieren je eine Gruppe fundamentaler Lebensfunktionen, soweit letztere unmittelbar in den Biotop (Exotop) des Individuums eingreifen, nämlich:

- I. Die Funktionen des Stationierens und Dislozierens.
- II. Die Stoffwechselfunktionen.
- III. Die Funktionen der Körperpflege.
- IV. Die Signalfunktionen.
- V. Die Fortpflanzungsfunktionen.

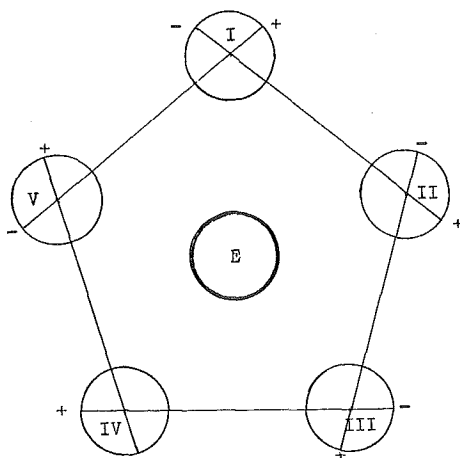


Abb. 1

Die Verbindungslinien zwischen den die Gruppen der Lebensfunktionen veranschaulichenden Kreisen stehen für das Integument des Vogels und gleichzeitig für das Ineinandergreifen verschiedener Funktionen. Das Integument scheidet den Exotop (Biotop) vom Endotop, das heisst von der Innenwelt des Individuums.

Bei der Ausführung der vorerwähnten Lebensfunktionen benützt der Vogel im Biotop befindliche «Hilfsmittel», welche die «Dienstmatrix» bilden; anderseits wird das Individuum durch Störungsfaktoren («Störungsmatrix») beeinträchtigt. Die ersteren seien mit dem Plus-, die letzteren mit dem Minuszeichen versehen. Alle übrigen Bestandteile des Lebensraumes können als für das Leben des Individuums irrelevant betrachtet werden. Sie bilden die «Neutralmatrix» des Vogels.

- I (+): Für die Stationierung dienen dem Vogelindividuum die sogenannten Warten, zur Dislokation von Fall zu Fall durch verschiedenartige Medien führende Verkehrswege.
- I (—): Die Stationierung und die Dislokation werden gestört durch Hindernisse (Sperrern), mehr oder weniger turbulente Luftbewegung, Niederschläge, Wellengang, Eisbildung, Feinde.
- II (+): Der Biotop liefert dem Vogel Nahrungs- und Mahlmittel, Trinkwasser und Sauerstoff (Atemluft). An die Umwelt werden anderseits Exkreme, Gewölle, Mauserfedern, Expirationsluft abgegeben.
- II (—): Mit den «Lebensmitteln» gelangen als Störungsfaktoren gelegentlich Fremdkörper, Gifte und Krankheitserreger in den Organismus.
- III (+): Zur Körperpflege verwendet der Vogel als Bestandteile seiner Umwelt namentlich Reinigungsmittel in Form von Bädern (die auch der Erfrischung dienen können), dann verschiedene Substrate zur Abwetzung des Schnabels und der Krallen oder zur Abstreifung von Unreinigkeiten, die bei der Aufnahme von Nahrungsmitteln am Schnabel haften geblieben sind. Viele Vögel pflegen die Exkreme ihrer Jungen aus dem Nest fortzutragen.

- III (—): Die Körperpflege wird gehemmt oder verhindert durch verschiedene Unbilden der Witterung, durch Mangel an Badegelegenheiten, das Auftreten von Feinden usw.
- IV (+): Die Aufnahme und Abgabe von Signalen im Interesse der Herbeiführung oder Auflösung von Kontakten mit der Umwelt, zum Beispiel der Anlockung von Geschlechtspartnern, Jungen, Artgenossen, Warnung vor Feinden usw., erfolgt mit optischen, akustischen oder mechanischen Mitteln.
- IV (—): Die Signalübermittlung im Biotop wird durch Nebel, intensive Luftbewegung, fallende Niederschläge, Lärm gestört.
- V (+): Von den Umweltelementen des Vogelindividuums stehen die Geschlechtspartner, Gelege, Niststoffe, Brutstätten, Futtermittel usw. im Dienste der Fortpflanzung.
- V (—): Faktoren, welche die Fortpflanzungsfunktionen wesentlich zu stören vermögen, sind unter anderem: Unbilden der Witterung, Eiernräuber, Nestparasiten, Futtermangel, Verlust eines oder beider Eltern.

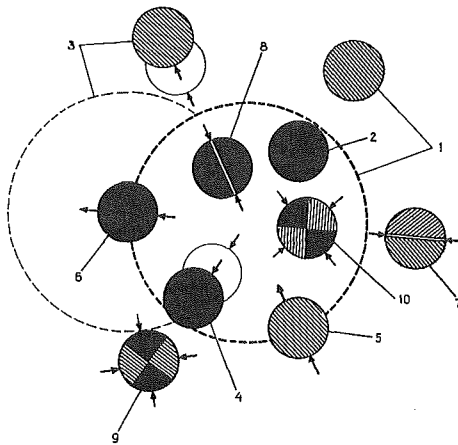


Abb. 2

Abb. 2 veranschaulicht das Grundschema der wichtigsten mechanischen Vorgänge im Milieu intérieur und Milieu extérieur des Individuums, dessen Integument durch die unterbrochene Kreislinie angedeutet ist. Die Ziffern 1 bis 10 bedeuten:

1. Das ganze Individuum und ein oder mehrere Elemente seines Biotops befinden sich im Zustande relativer Ruhe.
2. Ein bestimmtes Organ des Vogels verharrt an Ort.
3. Das ganze Individuum oder Elemente seines Biotops befinden sich im Zustande der Dislokation.
4. Ein bestimmtes Organ (zum Beispiel Blutkörperchen) befindet sich im Zustande der Dislokation.
5. Ein Element der Umwelt wird dem Organismus einverleibt.
6. Ein Element aus dem Milieu intérieur des Vogels wird an die Umwelt abgegeben.
7. Der Vogel zerlegt ein Umweltelement, zum Beispiel ein Nahrungsmittel.
8. Im Organismus findet die Aufspaltung eines Elementes statt.
9. Durch den Vogel werden verschiedene Umweltelemente miteinander kombiniert, zum Beispiel Nistmaterialien zu einem Nest.
10. Im Milieu intérieur findet eine Synthese statt.

Schliesslich lässt sich das mechanische Geschehen, soweit es vom Vogelindividuum in seiner Umwelt verursacht wird, auf folgende drei Kategorien zurückführen:

- A. Die Verschiebung von Umweltelementen.
- B. Die Zerlegung oder die Vereinigung von Umweltelementen.
- C. Die Einverleibung von Umweltelementen in den Vogelorganismus und die Abgabe von Elementen aus dem Vogelleib an den Biotop.

In allen Fällen muss vom Vogel mechanische Arbeit geleistet werden, die mit Energieverlusten verbunden ist. Unter A ist auf den Sonderfall hinzuweisen, da der Vogel auf einer Warte ruht und mit seinem Gewicht die Unterlage belastet. Es stellt sich dabei eine Gleichgewichtslage ein, in welcher der Vogel auf die Stütze zwar eine Kraft ausübt, aber praktisch keine Arbeit leistet.

Die Mechanik des Biotops wirkt auf den Vogel ebenfalls im Rahmen der oben erwähnten Kategorien A bis C ein. So können durch gewisse Umweltelemente das ganze Individuum oder Teile desselben verschoben werden. Der Vogelkörper kann durch Verletzung eine Zerlegung erfahren und es können sich mit ihm zum Beispiel Parasiten verbinden. Schliesslich kann der Vogel durch ein Raubtier einverleibt werden und können Fremdkörper, wie etwa Schrotkugeln, in den Organismus eindringen.

III.

Um die mechanischen Beziehungen zwischen dem Vogelindividuum und seinem Biotop genauer analysieren und die arttypischen Verhaltensweisen der Vögel besser erfassen zu können, sollten, vor allem am lebenden Tier, möglichst viele Masszahlen folgender Art erhoben werden:

- Die minimale, maximale und normale Breite und Tiefe des Torsos.
- Die minimale, maximale und normale Schreit- bzw. Hüpfweite des Vogels.
- Die Schreit- und Hüpfrequenz.
- Die maximale Schlagweite und Schlaghöhe der Flügel.
- Der maximale Aktionsradius und das maximale Sperrvermögen des Schnabels.
- Das Volumen und die Oberfläche des Individuums bei verschiedenen Körperhaltungen.
- Das Körpergewicht.

Manche Daten dieser Art liegen zwar bereits vor, doch ist ihre Valenz bisher erst in den seltensten Fällen studiert worden.

Ferner müssten auch im Biotop genaue Masszahlen erhoben werden, wie etwa:

- die stereometrischen Relationen der Warten und Dislokationsräume;
- über den Deckungsgrad der Refugien;
- die Dimensionen und das Gewicht von Beuteobjekten und Nistmaterialien;
- die metrischen Verhältnisse der Brutstätten;
- bezüglich der Festigkeit (Tragfähigkeit) von Warten;
- die Eigengeschwindigkeit sowie die Geschwindigkeit von Beutetieren und Feinden.

Wo immer der Vogel seine konstitutionell bedingten Bewegungspotenzen entfaltet, sei es auf einer Warte, bei der Dislokation, Körperpflege, Sicherung, Ernährung oder Fortpflanzung, immer spielt die Mechanik des Vogels und diejenige seiner Umwelt eine beherrschende Rolle und vermittelt das mechanische Geschehen einen Schlüssel zum Energiehaushalt des Tieres.

Manche der geforderten Erhebungen lassen sich am freilebenden, andere nur am gefangengehaltenen Vogel anstellen. Die bis anhin an Vogelkörpern vorgenommenen Messungen dienen fast ausnahmslos Zwecken der Diagnostik und Systematik. Mechanischen Problemen ist bei der Haltung von Käfigvögeln kaum je die ihnen gebührende Aufmerksamkeit geschenkt worden, von einer experimentellen Bearbeitung derselben ganz zu schweigen.

Dabei bieten Vogelkäfige bzw. Volieren als künstliche Biotope unerschöpfliche Möglichkeiten zur Durchführung aufschlussreicher Versuche. So können Behausungen gleicher Form, aber verschiedener Grösse oder gleichen Volumens in verschiedener Form eingesetzt werden. Ungemein variationsfähig sind die Warten, deren Form (Querschnitt und Oberflächenbeschaffenheit), Dimensionen (Höhe, Breite, Länge), Elastizität, Lage und Zahl. Die künstlichen Biotope lassen sich ganz allgemein und ausschliesslich aus Elementen von beliebig genau bekannten Eigenschaften aufbauen.

Von ganz besonderem Interesse ist aber, dass sich viele Verhaltensweisen und konstitutionelle Eigenarten der Vögel in Käfigen dadurch analysieren lassen, dass man die letzteren samt ihren Insassen auf sogenannte Erschütterungsaufnehmer bzw. Reaktionstische¹⁾ stellt. Mit Hilfe derselben lassen sich nämlich die, bei Bewegungen eines oder mehrerer Vögel, auftretenden Kräfte messen, und ausserdem lässt sich der Rhythmus der Bewegungen bestimmen.

¹⁾ Hergestellt von der Firma VIERRA, Elektronische Geräte, Wallisellen-Zürich.