

PONCY, R.: Formations angulaires des vols des quelques espèces d'Oiseau migrateurs et les reactions observées (particulièrement chez les Canards). Ornith. Beob. Bern 38, S. 18 (1941).

PRANDTL, L.: Flüssigkeitsbewegungen, im Handwörterbuch der Naturw. Bd. IV S. 101 (1913).

STOLPE und ZIMMER: Der Vogelflug, Leipzig 1939.

STRESEMANN, E.: Aves, Handbuch der Zool. VII, 1934.

WACHS, H.: Die Wanderungen der Vögel, Erg. d. Biol. I. S. 479 (1926).

WIESELSBERGER, C.: Ein Beitrag zur Erklärung des Winkelfluges einiger Zugvögel. 1. Flugtechn. u. Motorluftschiffahrt, 5. S. 225, (1914).

Aus dem Max-Planck-Institut für Meeresbiologie Wilhelmshaven

## Versuche zur Wahrnehmung von Ultrakurzwellen durch Vögel<sup>1)</sup>

Von Gustav Kramer

In die Durchführung dieser Versuche teilten sich Frl. Dr. VON ST. PAUL und der Schreiber. FRAU LORE MITTELSTAEDT hatte vorbereitende Erfahrungen gesammelt. — Herr GERHARD HUHN war erfinderisch und unermüdet in der Verbesserung und Instandhaltung der Versuchsanordnung.

DROST<sup>2)</sup> (1) Mitteilung über die Reaktion von Vögeln auf Radarstrahlen hatte etwas Alarmierendes unter zweierlei Gesichtspunkten.

1. Vom Standpunkt der allgemeinen Reizphysiologie aus. Hiervon soll in dieser Darstellung nicht weiter die Rede sein.

2. Von einem spezielleren, oekologischen Standpunkt aus. Elektromagnetische Wellen, u. a. von ähnlicher Frequenz wie diejenigen, welche bei den DROSTschen Beobachtungen zur Anwendung kamen, werden auch von der Sonne und anderen Gestirnen ausgestrahlt.

Das allgemein physiologische Interesse der Grundfeststellung bleibt in gewissem Umfang auch dann bestehen, wenn dahingestellt bleiben muß, ob die beobachteten Vögel auf die eigentliche, hochfrequente Radio-Strahlung ansprachen, oder aber auf die Impulsfolgefrequenz, in deren Rhythmus die kontinuierliche Trägerfrequenz zur Erzielung höherer Intensitäten zerhackt wird, wie SCHWARTZKOPFF (2) vermutet.

Dagegen bleiben die beobachteten Reaktionen für die oekologische Fragestellung nur solange interessant, als die Möglichkeit besteht, daß solche Eigenschaften der Radarstrahlen wirksam sind, die sie mit den aus dem Kosmos gesandten Radiowellen gemeinsam haben.

Bei unserer verzweifelten Ahnungslosigkeit über die Orientierungsmethode nächtlich ziehender Vögel müssen wir jeden Hinweis auf mögliche steuernde Faktoren auf seinen Gehalt prüfen. Diese Überlegung war es, die uns zu dem ziemlich dornenvollen Unternehmen bewog, nächtlich ziehende Singvögel, und zwar Rotrückwürger (*Lanius collurio* L.), mittels der Dressurmethode auf Dezimeterwellen, die von einem schwachen Meßsender kontinuierlich abgestrahlt wurden, zu dressieren<sup>2)</sup>.

Der Erfolg war, um es vorwegzunehmen, negativ.

Wir wurden von dem Institut für Ionosphärenforschung in der Max-Planck-Gesellschaft, Lindau, unterstützt. Dem Leiter des Institutes, Herrn Dr. DIEMINGER, und dem Erbauer des Senders, Herrn HOFFMANN-HEYDEN, danken wir für Hilfe und Beratung.

### Methodisches.

Das Sendegerät strahlte mit einer Frequenz von 520 MHz (= 57,7 cm Wellenlänge). Die von der Antenne abgestrahlte Energie entsprach 3—6 W. (Angaben über die erzeugte Feldstärke finden sich am Schluß.)

<sup>1)</sup> In etwas abgekürzter Form vorgetragen auf der Tagung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft am 13. Mai 1951 in Wilhelmshaven.

<sup>2)</sup> Herr Prof. DROST war so freundlich, uns schon vor der Veröffentlichung von seinen Beobachtungen Mitteilung zu machen und uns zu den hier mitgeteilten Versuchen anzuregen.

Den angewandten Dressurverfahren ist gemeinsam, daß die Vögel nicht einfach auf die Strahlung dressiert wurden, sondern daß wir uns eines Begleitreizes bedienen, von dem man sicher voraussetzen durfte, daß der Vogel ihn wahrnahm.

In allen Versuchen war das Sendegerät so aufgestellt, daß der Beobachter sich am Zeigerausschlag stets überzeugen konnte, daß die Strahlung wirklich in Gang kam.

### Versuche am sitzenden Vogel

a) Ein männlicher Würger lernte, auf das Ertönen eines Tonsignals (Kammer-ton a) einen Mehlwurm aus einem ihm unbequemen, schlauchartigen Anbau an seinen Käfig zu holen. Nachdem die Bedeutung des Tones erlernt war, wurde jedesmal gleichzeitig mit dem Tonsignal das in 2,5 m Entfernung aufgestellte Sendegerät in Betrieb gesetzt. Nachdem diese Kombination 50mal wirksam gewesen war (Dauer dieser Übungen: 5 Tage), wurde das Tonsignal allein und die Strahlung allein angewandt: Der Vogel reagierte in beiden Fällen prompt.

Es war bis dahin nicht möglich, die Strahlung des Senders geräuschlos in Gang zu bringen, sondern dies geschah jedesmal mit einem hörbaren Knacks. Als daraufhin der Schalter ohne Strahlung (und ohne Tonsignal) knackte, reagierte der Würger genau so prompt. Er war also auf das Begleitgeräusch des Einschaltens mitdressiert. Ob er auch auf die Strahlung dressiert war, blieb unbekannt.

b) Der bisherige Schalter wurde nun durch einen völlig geräuschlos arbeitenden Quecksilber-Kontaktschalter ersetzt. Gleichzeitig wurde der abstrahlende Antennenstab von 2,50 m auf 0,60 m angenähert. Die Versuche wurden nach einem Monat wieder aufgenommen, wobei sich herausstellte, daß die Dressur auf das Tonsignal noch haftete. Ton und Strahlung wurden nun von vornherein kombiniert. Von Zeit zu Zeit wurde das Einschalten der Strahlung 2—3 Sekunden vor das Erklingen des Tonsignals verlegt, um ein etwaiges Reagieren des Vogels auf Strahlung allein feststellen zu können. Davon war im Verlauf von weiteren 27 Dressurfütterungen nicht die Rede.

c) Ein undressierter Würger ruhte auf dem Sendegerät in 6 cm Abstand von der Antenne. Der Sender wurde geräuschlos in Gang gebracht. Der Würger blieb unbeweglich.

### Versuche am fliegenden Vogel

Der Verlauf dieser Versuche ist folgender (vgl. zum folgenden Abb. 1a und b): Ein Würger lernt in einem gewünschten Augenblick eine Strecke von 13 m zu durchfliegen. Er erwartet am Ziel eine Beute, die er jedoch nicht direkt sieht, sondern die er aus Erfahrung in einer Vertiefung liegen weiß. (Würde er sie sehen, so würde beim Jagdtemperament dieser Art eine Dressur auf Flugunterbrechung, wie sie unten beschrieben wird, aussichtslos sein.) Die Flugstrecke ist dadurch recht genau festgelegt, daß der Vogel an einer Stelle den Durchbruch einer eingesetzten Trennwand durchfliegen muß. Die Trennwand dient gleichzeitig dazu, den Experimentator zu verbergen. Er beobachtet den Anflug des Vogels durch ein Guckloch.

Der nächste Schritt besteht darin, daß der Würger auf ein bestimmtes Signal hin zum Umkehren vor der Trennwand gezwungen wird. Über dem Durchbruch ist (auf der dem Abflugsort abgewandten Seite) ein Vorhang angebracht, der normalerweise über der Oberkante des Durchflugfensters gerafft, also dem Vogel unsichtbar ist. Durch einen Handgriff werden 2 Gummizüge in Bewegung gesetzt, die den Vorhang blitzschnell nach unten zeren.

Die methodische Spekulation ist die, daß es möglich sein muß, dem Würger ein Stoppsignal anzudressieren. Er muß lernen, daß immer dann, wenn dieses Signal bemerkbar wird, binnen Kurzem der Vorhang fallen wird, daß es also nutzlos ist, weiterzufliegen. Wendet der Würger, ohne daß der Vorhang fällt (oder bevor er fällt), so zeigt er damit, daß er dieses Signal im Flug wahrgenommen hat.

Das Stoppsignal ist wieder zusammengesetzt aus einem sicher wahrnehmbaren akustischen Phänomen (ein einmaliges Anschlagen eines durch eine Feder gespannten Klöppels an eine Klingel) und aus demjenigen physikalischen Geschehen, dessen Wahrnehmbarkeit zur Frage steht, eben der Radiostrahlung. Durch Trennung der

beiden Komponenten muß dann feststellbar sein, ob der Vogel, nachdem sich seine Reaktion auf das kombinierte Signal erwiesen hat, auch auf jede der beiden Komponenten allein wendet.

Es war eine harte Arbeit, das Wenden auf den kombinierten Reiz zu erzielen. Die Kunst des Experimentators während des Einübens besteht darin, den Vogel nach Auslösung des Kombinationsreizes (also: Ertönen des Klingeltones plus gleichzeitige Strahlung) möglichst dicht heranfliegen zu lassen, bis er den Vorhang schnappen läßt. Schließt er den Vorhang gleichzeitig mit dem Stoppsignal (oder zu kurz danach), so macht er es dem fluggewandten Würger zu leicht: Dieser hat Zeit, eine weite Kurve zu fliegen, und das kostet ihn so wenig an Unbequemlichkeit, daß der Dressureffekt ein zu geringer ist. Dressurwirksamkeit erhielten wir erst, wenn wir die Vögel zwangen, scharf zu bremsen, oder sie gar in den lockeren Vorhang hineinrennen ließen. (Letzteres wäre auf Anfangsstadien der Dressur von Übel! Der Vogel würde die Lust zum glatten Durchflug verlieren.) Durch solche Behandlung wurde der eine der beiden Vögel ein zuverlässiger Wender. Der zweite blieb immer ein unsicherer Kandidat. Dieser Vogel war normal schwer, der gute

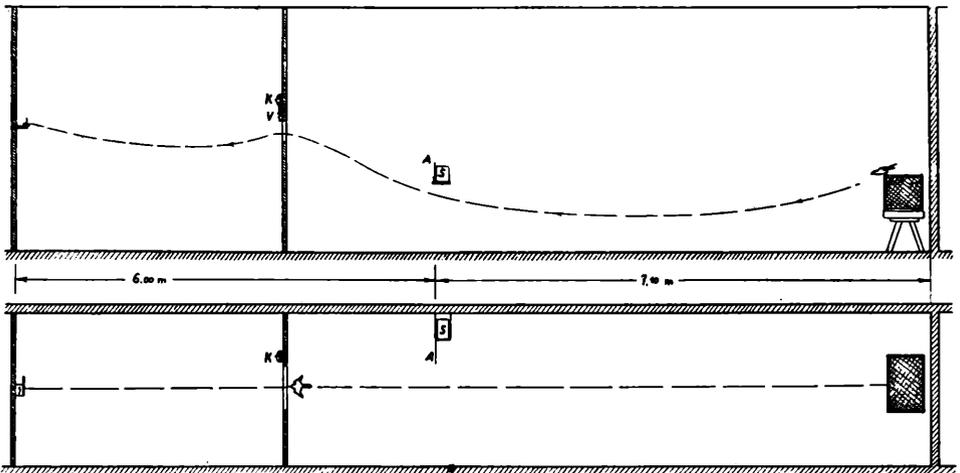


Abb. 1. Oben: Längsschnitt, unten: Grundriß der Versuchsanordnung. Die gestrichelte Linie gibt den Verlauf der Flugbahn an. Der Würger gewinnt bei kräftiger Flügellarbeit und Höhenverlust Fahrt bis kurz vor dem Sendegerät (S mit Antenne A), läßt sich im Gleitflug durch das Fenster tragen und beschleunigt danach nochmals leicht. K: Klingel. V: Vorhang. Am Ziel: Sitzstange mit Futterschale.

Wender dagegen hatte erhebliches Übergewicht. Für ihn als plumperen Flieger war natürlich die Berücksichtigung des Stoppsignals viel bedeutsamer. — Den unsicheren Vogel haben wir für die Versuche mit getrennten Signalkomponenten überhaupt nicht verwendet.

Natürlich wird durch das Stoppen der Flüge das Vertrauen der Vögel in den Erfolg des Flugs geschwächt. Man muß also zwischen die unterbrochenen Flüge immer wieder solche einfügen, die zum Erfolg führen. Allerdings war die diesbezügliche Belastbarkeit des gut eingeflogenen Würgers erheblich. Man konnte bis zu 6 Flüge hintereinander unterbrechen, ohne daß er den Mut zum neuen Versuch verlor. Wir riskierten gegen Ende der Dressur, mehr unterbrochene als erfolgreiche Flüge durchführen zu lassen.

Mit wenigen Ausnahmen wurde jeden Tag gearbeitet, häufig 2mal am Tage. Pro Lektion kamen wir maximal auf über 27 Flüge; in anderen Fällen (wenn der Vogel nicht genügend hungrig war) weigerte er sich schon nach 7—10 Flügen, zu starten.

Was hier wesentlich interessiert, sind die Fragen:

1. Was tut der wendesichere Würger, wenn nur die Klingel ertönt?
2. Was tut er, wenn nur die Strahlung in Gang gesetzt wird?

In anfänglichen Versuchen erzielten wir genau so wie bei der Dressur des sitzenden Würgers scheinbare Strahlungs-Effekte. Der Würger wendete, wenn die Klingel allein ertönte, und ebenso, wenn nur die Strahlung in Gang kam. Es stellte sich

heraus, daß der Vogel die Bewegung der Leine sah, welche die Klingelauslösung betätigte. (Die Klingelauslösung wurde auch dann mitbetätigt, wenn der Klingelklöppel nicht gespannt war.) Nach Verbesserung der Anordnung wendete der Würger zwar noch auf die Klingel, flog aber bei Strahlung allein glatt durch.

Zu der nun beginnenden letzten Serie ließen wir den einen geeigneten Vogel rund 1200mal über die Strecke fliegen. Die kritischen Versuche darunter sind verschwindend wenige: Ertönen der Klingel allein wandten wir in diesem letzten Anlauf 22mal an. 13mal wendete der Vogel; 9mal bremste er, manchmal bis zum Stillstand im Rüttelflug, um dann doch noch durchzufliegen. Die Dressur auf die eine Komponente des Doppelreizes war also klar erwiesen.

Strahlung allein wandten wir (im endgültigen Zustand der Versuchsanordnung) 10mal an. 9mal flog der Vogel glatt durch, ein einziges Mal bremste er. — Eine Reaktion auf die Strahlung war also nicht nachzuweisen. Bremsen kommt gelegentlich auch ganz ohne Signal vor. Der Vogel ist eben durch das häufige Abstoppen nervös geworden. (Die geringe Zahl der kritischen Versuche erklärt sich dadurch, daß jeder ungestrafte Durchflug die Dressurfestigkeit verdirbt. Der Vogel muß dann wieder neu erzogen werden.)

Wir waren überzeugt, daß auf diesem Wege eine Reaktion auf die angewandte Strahlung nicht zu erweisen war, und unterbrachen die Versuche. Soweit negative Feststellungen überhaupt etwas besagen, spricht das erhaltene Ergebnis dafür, daß die von uns geprüfte Frequenz für unsere Vögel nicht wahrnehmbar ist.

Nach einer Berechnung des Institutes für Ionosphärenforschung beträgt die Feldstärke beim verwendeten Apparat in einem Antennenabstand von 2—10 m 1,3—6,5 V/m, liegt somit in der gleichen Größenordnung wie die durch einen 10-kW-Funkmeßsender bei 10facher Bündelung in 1 km Abstand erzeugte Feldstärke (2,5 V/m). Es ist also sicher, daß unser Versuchsvogel stärkeren Energien ausgesetzt war als die Drosschen Vögel; denn die Flugbahn des Würgers lief in etwa 50 cm Abstand an der Antennenspitze vorbei. Die Sendewirkung sprach natürlich nicht erst im Augenblick des kürzesten Abstandes an, sondern früher; anschließend dauerte sie 1—2 Sekunden an. Das bedeutet, daß der Vogel eine Strecke

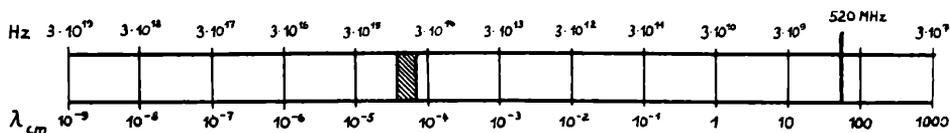


Abb. 2. Teil des Spektrums der elektromagnetischen Schwingungen, links beginnend bei kurzen Röntgenstrahlen, rechts endigend bei den Meterwellen. Schraffiert: Der fürs menschliche Auge sichtbare Bereich. Obere Skala: Frequenzen in Hertz. Untere Skala: Wellenlänge in cm. Senkrechte Linie bei 520 Megahertz: Die zu den Dressuren verwendete Frequenz.

variabler Feldstärke durchmaß, aber diese betrug sicher an jeder Stelle mehr als 1,3 V/m und stieg über 6,5 V/m an. (Es ist nicht anzunehmen, daß unser Feld ein regelmäßiges Gefälle hatte, da durch die Begrenzungen des Ganges, in dem sich die Flüge abspielten, unübersichtliche Interferenzwirkungen zu erwarten sind.) —

Abgesehen von den negativen Dressurergebnissen erinnere ich an den undressierten Würger, der in allernächster Nachbarschaft der Antenne saß und keine Reaktion zeigte, als diese zu strahlen begann.

Nach all dem gewinnt die Vermutung von SCHWARTZKOPFF (2) an Wahrscheinlichkeit, daß die von Radarbündeln getroffenen Vögel nicht auf die Trägerfrequenz, sondern auf die Impulserfolge-(Tast-)Frequenz reagierten, die bei solchen Geräten zwischen 50—5000 Hz liegt. (Also im Frequenzbereich hörbarer Töne.)

Die Impulstastung der Funkmeßgeräte wurde am verwendeten Versuchssender bisher nicht nachgebildet.

Wir sind nicht der Ansicht, daß durch unsere Untersuchungen die Frage der Bedeutung elektromagnetischer Wellen des unsichtbaren Bereichs für die Orientierung nächtlich ziehender Vögel erledigt ist, selbst dann, wenn man von der Problematik absieht, die einer negativen Feststellung stets anhaftet, denn:

1. Die oekologischen Umstände sind ziemlich verführerisch. a) Die Orientierung nach elektromagnetischen Wellen von Frequenzen unterhalb des sichtbaren Spektralbereichs würden den Vogel weitgehend unabhängig von Wettereinflüssen machen. b) Das Verhältnis von Radiostrahlungsenergie zu sichtbarer Strahlungsenergie ist bei Sternen allgemein, insbesondere aber bei einigen Gruppen wesentlich günstiger als bei der Sonne (3). —

2. Auf Abbildung 2 haben wir einen Bereich des Spektrums der elektromagnetischen Schwingungen dargestellt, angefangen von den Röntgenstrahlen bis zu den 10-m-Wellen. Man erkennt daraus die Winzigkeit des Bereichs, auf den die Sehelemente unserer Netzhaut abgestimmt sind, und die zufallsmäßig isolierte Lage der von uns angewandten Frequenz.

Solchen Erwägungen stehen freilich generelle Zweifel wegen der geringen absoluten Energiemengen entgegen, die den Vogel in der Natur treffen können. Es wird nichts anderes übrig bleiben, als schlicht empirisch vorzugehen.

#### Literatur

- (1) DROST, R.: Zugvögel perzipieren Ultrakurzwellen; Die Vogelwarte 15, p. 57. (1949)
- (2) SCHWARTZKOPFF, J.: Zur Frage des „Wahrnehmens“ von Ultrakurzwellen durch Zugvögel; Die Vogelwarte, 15, p. 194 (1950).
- (3) UNSÖLD, A.: Origin of the radio frequency emission and cosmic radiation in the Milky Way. Nature 163, 489 (1949).

## Zugbeobachtungen an der Schwalbe *Stelgidopteryx ruficollis* in Mexiko

Von Helmuth O. Wagner

Vorbemerkung der Schriftleiter. Die nachfolgenden Beobachtungen sind auch für uns beachtenswert. Auch *Hirundo rustica* zeigt ähnlichen Küstenzug (vgl. für die Adria G. Niethammer, Vogelzug 1935, S. 77, und für Neapel G. Warnke, Vogelzug 1939, S. 63). — Wir haben unseren Mitarbeiter H. Sick in Rio de Janeiro gefragt, ob auch er über die hier behandelte Art Mitteilung zu machen hätte. Er schreibt: „*Stelgidopteryx ruficollis* ist als Brutvogel von den nördlichen USA bis nach Nord-Argentinien verbreitet, in welchem riesigen Areal sie zahlreiche Rassen (8 benannt) ausbildet. In weiten Gebieten muß sie also regulär Zugvogel sein. Genauere Beobachtungen hierüber liegen nur für die nordamerikanischen Populationen vor. Zug- oder Strichbewegung von *Stelgidopteryx ruficollis* im subtropisch-tropischen Gebiet (wie auch in Mexiko) finden ihr Gegenstück bei anderen Schwalben. So erscheint z. B. die südlich bis nach Feuerland verbreitete Rasse *patagonica* der kleinen, schwarz-weißen *Pygochelidon cyanoleuca* alljährlich in Panama — nachdem sie also riesige warme Gebiete durchquert hat, die ihr, unserem Ermessen nach, als Winterherberge dienen könnten. Auch brasilianische Schwalben — darunter *Stelgidopteryx ruficollis* — machen Wanderungen, über die aber so gut wie nichts bekannt ist. In der kompakten Landmasse Brasiliens sind solche Beobachtungen beim Fehlen zahlreicher Kontrollstellen schwer durchzuführen.“

Verschiedene geographische Rassen der kleinen, unscheinbar grau und grau-weiß gefärbten Schwalbe *Stelgidopteryx ruficollis* (Sclater) brüten von den wärmeren Teilen der Vereinigten Staaten bis Nord-Argentinien. In den Vereinigten Staaten, in Mexiko und sogar noch weiter südlich in El Salvador sind sie Zugvögel. Hierbei fällt auf, daß die nördlichen Populationen vielfach in Mexiko schon in Breiten, ja selbst Orten überwintern, von denen die dort brütenden Artgenossen fortwandern. DICKEY und VAN ROSSEM glauben, für El Salvador einen vertikalen Ortswechsel

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [16\\_1951](#)

Autor(en)/Author(s): Kramer sen. Heinrich

Artikel/Article: [Versuche zur Wahrnehmung von Ultrakurzwellen durch Vögel  
55-59](#)