

Vogelzugerfassung mit Hilfe eines SKYGUARD-Zielfolgeradars

(Coverage of bird movements by SKYGUARD tracking-radar)

von HEINRICH WEITZ, Enkirch

Zusammenfassung: In den Jahren 1989, 1990 und 1991 fanden im Raum Erding in Süddeutschland vier SKYGUARD-Meßkampagnen zur Ermittlung der Zugwege und Zughöhen der Vögel statt. Zusätzlich wurden die Fluggeschwindigkeiten ermittelt. Die Zugwege der in der Hauptsache registrierten Möwen und Enten ließen keine Beziehung zu Flüssen oder zur Topographie erkennen. Die Zughöhen variierten innerhalb weiter Grenzen, 66 % aller registrierten Höhen lagen unterhalb 300 m.

Summary: To ascertain flight paths, heights and speeds of migrating birds in the area of Erding, Southern Germany, four SKYGUARD measuring campaigns were conducted in 1989, 1990 and 1991. The majority of recorded birds, which included gulls and ducks, did not reveal any relation to rivers or other topographical features. The migration heights varied widely with 66% of all recorded heights being below 300 m.

1. Einleitung

Der für Radarvogelzuguntersuchungen am häufigsten eingesetzte Gerätetyp ist das Überwachungs- oder Rundsicht radar. In Abhängigkeit von gerätespezifischen, unterschiedlich großen Erfassungsbereichen bieten diese Radargeräte den Vorteil eines mehr oder weniger großen Beobachtungsfeldes. Je nach verwendeter Registriertechnik können mit diesen Radargeräten Daten zur Intensität des Vogelzuges im Tages- und Jahresverlauf und teilweise auch zur Zugrichtung der erfaßten Vogelschwärme gewonnen werden.

Nachteil der Rundsicht radargeräte ist die fehlende bzw. nur eingeschränkt vorhandene Möglichkeit einer exakten Höhenanmessung von Einzelvögeln und Vogel-

schwärmen. Auch eine Identifizierung der erfaßten Vogelarten scheidet bei diesem Radargerätetyp aus.

Während eine Beantwortung letzteren Aspektes mehr von rein ornithologischem Interesse ist, so ist die Kenntnis der Flughöhen ziehender Vögel im Hinblick auf die Flugsicherheit von erheblicher Bedeutung. In welchen Höhenbereichen ziehen die Vögel, kommt es zu einer Konzentration in bestimmten Höhen, welche maximalen Flughöhen werden erreicht ?

Zur Klärung dieser Fragen wurde die Eignung eines SKYGUARD - Radars zur Vermessung von ziehenden Vogelschwärmen erstmals im Herbst 1989 in Süddeutschland geprüft. Nachdem sich das Gerät als geeignet erwiesen hatte, erfolgten im Großraum Erding zusätzlich drei weitere Meßkampagnen. Die bei diesen vier Einsätzen gewonnenen Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt und diskutiert.

2. Material und Methode

Das für diese Untersuchungen eingesetzte SKYGUARD-Radar wurde ursprünglich als Feuerleitgerät von Flugabwehrkanonen und -raketen konzipiert. In modifizierter Form ist das mobile Gerät zur Vermessung von Tiefflugbahnen und zur Identifizierung von militärischen Luftfahrzeugen bei der Bundeswehr im Einsatz. Wichtigste Komponenten dieses Gerätes sind ein Pulsdoppler-Suchradar und ein Pulsdoppler-Zielfolgeradar.

2.1. Radarsystemparameter

Das Zielfolgeradar ist ein X-Band-Radar (3 cm) mit einer Impulsspitzenleistung von minimal 15, im typischen Fall 25 kW. Im Suchmodus liegt 100 % der Leistung dem Suchradar an, durch einen Leistungsteiler erfolgt im Such- und Verfolgemodus eine Energieaufteilung. Die Pulsdauer wird entfernungsabhängig automatisch gesteuert und liegt zwischen 0,3 und 1 μ s. Die Pulsrepetitionsfrequenz beträgt im Mittel 8,5 kHz, die Breite des Radarstrahls 2,4°.

Die Raumkoordinaten der verfolgten Objekte - Höhe über SKYGUARD, Entfernung zum Radar, Richtung und Geschwindigkeit - werden kontinuierlich auf Magnetband gespeichert und stehen für eine spätere Auswertung zur Verfügung. Zusätzlich werden während der Verfolgung eines Objektes die genannten Parameter ständig in der Datenzeile eines Kontrollmonitors angezeigt.

Mit dem Zielfolgeradar sind zwei Videokameras gekoppelt. Diese haben eine maxi-

male Brennweite von 640 mm (Zoombereich von 64 -640 mm) bzw. von 4200 mm (Zoombereich von 1000 - 4200 mm).

2.2. Betriebsabläufe beim SYKGUARD-Radar

Im Erfassungsbereich des Rundsichtradars befindliche, Radarstrahlung reflektierende Objekte werden auf dem Radarbildschirm (Plan Position Indicator =PPI) zur Anzeige gebracht. Mittels Rollkugel und damit verschiebbarer Zielmarkierung können Ziele auf dem PPI selektiert und das Zielfolgeradar darauf aufgeschaltet werden. Das Ziel wird dann automatisch verfolgt (getrackt).

Bei ausreichender Helligkeit können die verfolgten Objekte mittels eines mit dem Zielfolgeradar gekoppelten TV-Zielverfolgungssystems (max. 640 mm Brennweite) bzw. TV-Erkennungs-Fernrohr-Systems (max. 4200 mm Brennweite) auf Videoband aufgezeichnet werden. Zusätzlich wird die Datenzeile mit den Raumkoordinaten am unteren Bildrand in das Videoband eingeblendet.

Mit dieser Methode ist eine Identifizierung der aufgefaßten Ziele möglich, jedoch war bei Vögeln eine Artbestimmung nur dann durchführbar, wenn diese in nicht allzu großer Distanz am Radargerät vorbeiflogen.

Des Weiteren kann mit dieser Videokamera der Luftraum gleichsam abgesucht werden. Werden Ziele erfaßt, dann können diese entweder mittels Joystick manuell getrackt werden, oder aber das Zielfolgeradar wird auf Automatikmodus gestellt. In beiden Fällen werden die Raumkoordinaten in der bereits beschriebenen Weise registriert.

Bei Aufschaltungen während der Nacht sowie bei schlechten Sichtverhältnissen war eine visuelle Identifizierung der verfolgten Ziele verständlicherweise nicht möglich. Ausschlaggebend für eine weitere Verfolgung des Objektes nach erfolgter Aufschaltung des Zielfolgeradars war in diesen Fällen stets die Geschwindigkeit (etwa zwischen 40 und 100 km/h) sowie die Höhe. Damit wurde weitestgehend ausgeschlossen, daß andere Objekte als Vögel getrackt wurden.

Anmerkungen zur Methodik:

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß die Auswahl von Echos auf dem PPI und die daran anschließende Aufschaltung des Zielfolgeradars allein nach subjektiven Kriterien des Bedienerpersonals erfolgte. Von diesem werden in der Regel auf dem PPI stärker aufleuchtende Echos schwächeren Echos gegenüber bevorzugt. Da der Rückstrahlquerschnitt von Zielobjekten (Luftfahrzeugen wie Vögeln) mit der Entfernung abnimmt, resultiert daraus auch eine abnehmende Echo-

helligkeit auf dem PPI und somit eine geringere Wahrscheinlichkeit der Aufschaltung auf solche Ziele.

2.3. Untersuchungszeiten und Radarstandorte

Insgesamt wurden vier Meßkampagnen im Großraum Erding durchgeführt, die unter der Bezeichnung „Radarvogelzugbeobachtung Erding“ zusammengefaßt wurden:

- November 1989, 44. + 45. KW, Kampagne „FLIZ“
Standort bei Eicherloh. Beobachtungen nur am Tag.
- Juli 1990, 28. KW, Kampagne „ENTE 90“
Standort auf dem neuen Flughafen München. Beobachtungen nur während der Nacht.
- Oktober/November 1990, 44. + 45 KW, Kampagne „KORMORAN“
Standort auf dem Bundeswehr-Flugplatz Erding. Beobachtungen am Tag und abends.
- Juni/Juli 1991, 26. + 27. KW, Kampagne „ENTE 91“
Standort bei Moosinning. Beobachtungen überwiegend nachts.

Ausschlaggebendes Kriterium bei der Auswahl der jeweiligen Standorte war der Aspekt einer möglichst guten, uneingeschränkten Rundumsicht. Gebäude, Hochspannungsleitungen, Sendemasten und ähnliche Strukturen im Erfassungsbereich des Radargerätes haben zur Folge, daß sich das Zielfolgeradar bei der Verfolgung eines niedrig fliegenden Vogelschwarmes häufig auf derartige Objekte aufschaltet, da diese in der Regel einen größeren Radarrückstrahlquerschnitt aufweisen.

Höher gelegene, exponierte Standorte stellen insofern keine geeignete Lösung dieses Problems dar, da bei der Verfolgung eines Vogelschwarmes „von oben herab“, d.h. von einer Höhe des Radars, die über der Flughöhe des zu verfolgenden Schwarmes liegt, die Wahrscheinlichkeit einer automatischen Aufschaltung auf „Fremdobjekte“ noch größer ist.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden bei den vier Meßkampagnen 375 Aufschaltungen vorgenommen. Einzelvögel oder Vogelschwärme wurden insgesamt 17 Stunden und 52 Minuten registriert. Bei 270 (72 %) dieser Aufschaltungen konnten die Vogelschwärme jeweils länger als 1 Minute verfolgt werden.

Die Gesamtlänge aller Tracks von mehr als einer Minute Registrierzeit betrug 1168,6 km. Die durchschnittliche Länge der Tracks von mehr als einer Minute Dauer war mit 3,1 km während der Kampagne „FLIZ“ am kürzesten und mit 8,2 km während der Kampagne „ENTE 90“ am längsten.

Während des letztgenannten Einsatzes betrug die längste registrierte Flugstrecke eines Vogelschwarmes 16,9 km, die in 16 Minuten und 48 Sekunden von diesem Schwarm zurückgelegt wurde. Dies entspricht einer Fluggeschwindigkeit von 60,35 km/h.

Die Anzahl der pro Versuchsreihe erfaßten Vogelschwärme war von mehreren Faktoren abhängig. Zu nennen sind Versuchsdauer, Jahres- und Tageszeit der Registrierung (letztere haben entscheidenden Einfluß auf Art und Anzahl der in einem Gebiet vorkommenden Vögel und deren Aktivitätsmuster) sowie die aktuellen Wetterbedingungen.

So wurde beispielsweise während der Kampagne „ENTE 90“ zwar nur eine relativ geringe Zahl von Vogelschwärmen registriert, jedoch wiesen diese mit durchschnittlich 7 Minuten Erfassungsdauer bzw. 8,2 km Flugstrecke im Vergleich zu den übrigen Einsätzen die im Mittel höchsten Werte auf. Wird aber ein Vogelschwarm getrackt, so bedeutet dies, daß während dieser Zeit nicht auf andere, auf dem PPI ebenfalls sichtbare Ziele aufgeschaltet werden kann.

Eine derartige „Konfliktsituation“ trat bei „ENTE 90“ häufiger auf. Nach mehreren Tagen mit lang anhaltenden Starkniederschlägen zeichneten sich in der Nacht vom 12. auf den 13.07.1990 auf dem PPI oftmals gleichzeitig mehrere Echosignaturen von Vogelschwärmen ab, von denen dann aber systembedingt nur jeweils eine zur Verfolgung mit dem Zielfolgeradar ausgewählt werden konnte.

(Anmerkung: Die Begriffe „Zug“ und „Flug“ (z.B. Flughöhe, Zughöhe) werden im nachfolgenden Text synonym verwendet. Im allgemeinen werden mit Vogelzug die großräumigen, mit dem Aufsuchen der Brut- bzw. Überwinterungsgebiete in Verbindung stehenden Wanderbewegungen bezeichnet, wohingegen unter Vogelflug eine Form der Fortbewegung bei Vögeln aber auch lokale Ortsveränderungen verstanden werden.)

3.1. Zugwege und Zugrichtungen

Eine bei fast allen Einsätzen festzustellende Häufung von Tracks innerhalb des 4 und 8 km großen Umkreises um den Radarstandort ist durch die Radartechnik begründet. Bereits eingangs wurde dargelegt, daß die Erfassungswahrscheinlichkeit und Erfassungsmöglichkeit von Objekten mit der Entfernung abnimmt.

Eine Häufung von Tracks in bestimmten Regionen war hingegen nicht festzustellen, anhand der Daten der vier Meßkampagnen kann nicht zwischen vogelflugärmeren bzw. vogelflugreicheren Gebieten unterschieden werden.

Eine Meidung bestimmter Gebiete war nicht erkennbar. Städte, z.B. Erding, wurden ebenso überflogen wie andere anthropogene Einrichtungen, z.B. der damals noch im Bau befindliche Flughafen München 2. Auch ist kein Einfluß auf die Flugrichtung festzustellen, wie er z.B. im letzteren Falle durch die auch nachts hell erleuchtete Baustelle zumindest denkbar gewesen wäre.

Von ausgesprochen kurvenreichen Flugwegen hoben sich sehr geradlinige Tracks deutlich ab. Im ersteren Falle berechtigt dies, von mehr oder weniger ungerichteten, lokalen Flügen zu sprechen, die unzweifelhaft auf das Aufsuchen geeigneter Nahrungsbiotope wie auch auf Schlafplatz- und Rastplatzflüge zurückzuführen sein dürften. Unterstrichen wird diese Annahme durch das Dominieren solcher Flüge während der hellen Tageszeit.

Geradlinige Tracks hingegen deuten auf zielgerichteten Vogelzug hin. Er ist durch solche Arten bedingt, die regelmäßig gerichtete periodische Wanderungen ausführen. Dazu zählen im süddeutschen Raum auch die Lachmöwen, die nach Abschluß der Brutzeit in ihre im Westen gelegenen Sommerquartiere ziehen (REICHHOLF mdl.).

Sowohl bei ungerichteten wie auch bei gerichteten Tracks war eine an Flüsse oder die Topographie gebundene Konzentration der Vogelzüge (Leitlinienwirkung) nicht erkennbar.

Ein möglicher Einfluß des Wetters - besonders des Windes - auf die Zugrichtungen, aber auch auf Zuggeschwindigkeiten und -höhen, wurde nicht im Detail herausgearbeitet. Die Zugrichtungen betreffend zeigte sich, daß diese nicht mit der Windrichtung korrelierten. Flüge erfolgten sowohl gegen wie mit dem Wind wie auch bei Seitenwind. Zeiten mit sehr starkem Wind wurden nicht unbedingt als Zugtage gemieden, jedoch war in diesen Fällen eine modifizierende Wirkung des Windes auf die Zugrichtung nicht auszuschließen.

Hinsichtlich der Zugintensität wurde ein deutlicher Rückgang bei anhaltenden Niederschlägen festgestellt.

Während der Kampagne „FLIZ“ wurden Vogelzüge in nahezu alle Himmelsrichtungen registriert, dominierend sind jedoch die Zugrichtungen NE und SSW sowie SW.

Die wenigen beim Einsatz „ENTE 90“ erfaßten Vogelzüge zogen mit einer Ausnahme in westliche Richtungen zwischen 240° und 300°.

Auffallend bei der Richtungsverteilung während des Einsatzes „KORMORAN“ war das Fehlen von Vorzugsrichtungen. Als solche können allenfalls die Werte 120° - 140° und 260° und 270° angesprochen werden. Daneben wurde eine Vielzahl weiterer Richtungen registriert, die in vielen Fällen nur einmal auftraten und nahezu alle Himmelsrichtungen betrafen.

Eine sehr deutliche Richtungsverteilung der Vogelzüge ergab sich bei der Meßkampagne „ENTE 91“. Dominierend sind Flüge nach Westen (270°), die Abnahme der Anzahl der Richtungen oberhalb und unterhalb dieses Wertes verlief relativ gleichförmig.

3.2. Zughöhen

Die prozentuale Verteilung der Zughöhen der registrierten Vogelschwärme ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Skalierung der Ordinate erfolgte in Abschnitten von 50 m.

Änderte ein Schwarm während der Verfolgung seine Flughöhe, so wurden bei der Darstellung alle dabei durchflogenen 50 m-Abschnitte berücksichtigt. Dies bedeutet, daß eine Häufung der Beobachtungen im bodennahen Niveau nicht ausschließlich auf viele niedrige Flüge zurückzuführen sein muß, sondern auch darauf, daß häufiger Schwärme beim Auf- und Absteigen erfaßt wurden. Die Häufigkeitsverteilung der so dargestellten Flugaktivitäten pro Höhenintervall weist bei allen Meßkampagnen eine exponentielle Abnahme mit der Höhe auf. Diese ergab sich auch bei vergleichbaren Untersuchungen von BRUDERER (1971) und BURMA et al. (1986).

Bei der Kampagne „FLIZ“ war eine deutliche Bevorzugung der bodennahen Höhenbereiche zu erkennen: die meisten Registrierungen fanden im Höhenbereich von 100 - 150 m statt. Die Maximalhöhe während dieser Versuchsreihe lag zwischen 600 und 650 m und wurde von einem in der Thermik aufsteigenden Möwenschwarm erreicht.

Da die Versuchsreihe Anfang November 1989 stattfand, war der großräumige Vogelzug weitgehend abgeschlossen. Wie die Richtungstracks dieser Meßkampagne zeigen, zogen die meisten registrierten Vogelschwärme in Richtung SW, häufig festgestellte Flugrichtungsänderungen sind ein Hinweis auf lokale Nahrungs- und Schlafplatzflüge. Im Gegensatz zum großräumigen Vogelzug ist es biologisch wenig sinnvoll, wenn diese in einer größeren Höhe erfolgen.

PENNYCUICK (1969) hat die biologischen Vorteile einer möglichst großen Zughöhe für

ziehende Vögel erörtert und mathematisch belegt, da eine Abnahme von Luftdichte und -widerstand mit der Höhe erfolgt. Eine größere Flughöhe ermöglicht somit bei gleichem Kraftaufwand eine größere Fluggeschwindigkeit und somit längere Flugstrecke. Erfolgen Flüge hingegen nur über kürzere Distanzen, wie z. B. beim Wechsel von Schlaf- zu Nahrungsplätzen, so ist nur eine Minimalflughöhe notwendig.

Eine weiter gestreute Höhenverteilung ergab sich bei der Untersuchungsreihe „ENTE 90“; die Werte reichten von 100 bis 1050 m. Die Bevorzugung eines bestimmten Höhenbereichs war nicht zu erkennen. Die Registrierungen erfolgten ausschließlich nachts, eine visuelle Identifizierung der registrierten Vögel war somit nicht möglich. Aufgrund der Jahreszeit ist jedoch wahrscheinlich, daß vorwiegend Enten erfaßt wurden, zumal diese ausgesprochen dämmerungs- und nachtaktiv sind.

Bei der Meßkampagne „KORMORAN“ dominierten die Höhenbereiche unterhalb 400 m. Wie die Aktion „FLIZ“ fand auch diese Untersuchung außerhalb der eigentlichen Zugzeit statt, wodurch dieser Befund zu erklären wäre.

Höhenwerte von 0 bis 1550 m wurden bei „ENTE 91“ festgestellt. Diese Untersuchung fand im Juni/Juli 1991 statt und sollte insbesondere zur Klärung der Fragen nach Zugwegen und Zughöhen der Enten dienen, die in der Regel während dieser Jahreszeit den Ismaninger Speichersee zur Mauser aufsuchen. Aufgrund eines witterungsbedingten jahreszeitlich späteren Brutbeginns fand dieser Zustrom während des Meßeinsatzes jedoch nicht in dem erwarteten Maße statt.

Insgesamt zeigt die Darstellung eine deutliche und nahezu kontinuierliche Abnahme der registrierten Vögel mit der Höhe, in mehr als 60 Fällen wurden Flüge im Bereich zwischen 50 und 100 m verzeichnet.

Aus der zusammenfassenden Darstellung der Höhenverteilung der Vogelzüge aller vier Meßkampagnen (Abb. 1) geht hervor, daß 66 % aller gemessenen Höhen unterhalb bzw. bis 300 m lagen, die häufigsten Registrierungen wurden mit 16 % im Höhenband von 50 -100 m erzielt.

Das unterste Höhenband von 0 - 50 m kann aus radartechnischen Gründen kaum erfaßt werden, da der Störeinfluß durch Bodenechos (Bäume, Häuser, Masten etc.) zu groß ist.

Insgesamt wurden in allen Höhenbereichen von 0 - 1100 m Vogelzüge registriert, wobei ab einer Höhe von 550 m die Abnahme der Anzahl registrierter Schwärme nicht mehr so gleichförmig verlief wie unterhalb dieser Höhe.

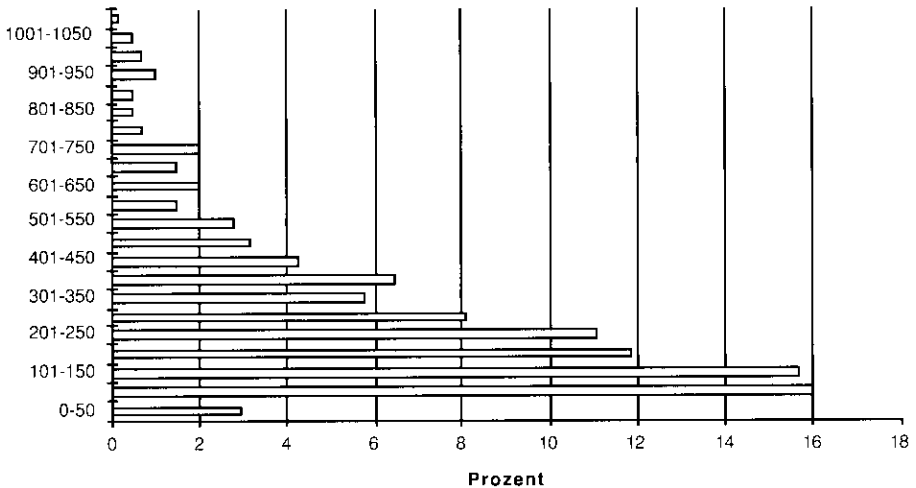


Abb. 1: Prozentuale Höhenverteilung der Vogelzüge (alle 4 Meßkampagnen)

Im Höhenbereich von 1100 - 1200 m fanden keine Registrierungen statt, im Bereich von 1200 - 1550 m wurde nur ein Vogelschwarm erfaßt (in Abb. 1 nicht dargestellt), der diese Höhenbänder durchquerte. Dabei handelte es sich um Kiebitze (*Vanellus vanellus*).

Nur ein Teil der registrierten Vogelarten konnte identifiziert werden. Am häufigsten wurden Möwen, in der Hauptsache wohl Lachmöwen (*Larus ridibundus*), festgestellt, die in Höhen von 50 - 950 m angetroffen wurden. Dominierend für diese Art war jedoch das Höhenband zwischen 100 und 200 m. Dieses Verteilungsmuster ist ein Hinweis darauf, daß sowohl lokale Flüge in niedrigen Höhen als auch der frühsummerliche Abzug der Lachmöwen in ihre im Westen gelegenen Sommerquartiere erfaßt wurden. Für letzteres ist die Annahme berechtigt, daß diese in größeren Flughöhen ablaufen. Anhand der Daten kann jedoch nicht angegeben werden, ob und in welchem Höhenbereich eine Grenze zwischen lokalen Flügen und überregionalen Zügen zu ziehen ist.

Noch auffälliger war das Höhenverteilungsmuster beim Kiebitz. Die meisten Registrierungen - auf lokale Flüge zurückzuführen - fanden in Höhen von 50 - 250 m statt. Im Höhenbereich von 250 - 900 m konnte diese Art nicht festgestellt werden. Zwei am 2. Juli 1991 erfaßte Kiebitzschwärme bewegten sich jedoch in einem Höhenbereich von 900 - 1000 m bzw. von 1200 - 1550 m. Daß es sich dabei mit großer

Wahrscheinlichkeit um Frühwegzug bzw. Frühsommerzug der Kiebitze handelte, wird neben der großen Flughöhe auch durch die Zugrichtung unterstrichen, die 290° bzw. 250° betrug. Dies deckt sich mit Literaturangaben, in denen für südliche Populationen des Kiebitzes für den Frühsommerzug eine westliche und nordwestliche Wegzugrichtung angegeben wird (CRAMP 1983, IMBODEN 1974).

3.3. Zuggeschwindigkeiten

In Abhängigkeit von seiner Stärke und Richtung übt der Wind nicht nur eine Wirkung auf die Richtung ziehender Vögel aus (BRUDERER et al. 1989, BRUDERER & LIECHT 1990, GAUTHREAU 1991), sondern er beeinflusst auch die Zuggeschwindigkeit (BRUDERER 1971).

Während der vier SKYGUARD-Meßkampagnen wurden keine Windmessungen in verschiedenen Höhen durchgeführt. Die nachfolgend vorgestellten Geschwindigkeitsangaben sind deshalb mit dem Fehler belastet, daß sie mit Ausnahme der Fälle von windstillen Zeiten die tatsächliche Eigengeschwindigkeit der verfolgten Vogelschwärme nur annäherungsweise repräsentieren, da aufgrund fehlender Winddaten eine entsprechende Korrektur der Geschwindigkeitsangaben nicht möglich ist.

Auffallend waren die großen Streubereiche wie auch die teilweise recht hohen Geschwindigkeiten, die während der vier Meßeinsätze ermittelt wurden.

Bedingt durch die geringe Anzahl erfaßter Vogelschwärme wurden während der Meßkampagne „ENTE 90“ nur Geschwindigkeiten im Bereich von 45 - 94 km/h festgestellt. Beim Einsatz „FLIZ“ lagen die Geschwindigkeiten zwischen 25 bis 129 km/h, bei „KORMORAN“ zwischen 35 bis 134 km/h und bei „ENTE 91“ zwischen 40 bis 134 km/h.

In der Abbildung 2 werden die während der vier Meßkampagnen ermittelten Zuggeschwindigkeiten zusammengefaßt dargestellt. Dabei ist der Geschwindigkeitsbereich von 75 - 79 km/h mit knapp 13 % am häufigsten vertreten. Werden nur die Geschwindigkeiten berücksichtigt, die in mehr als 1 % aller Fälle festgestellt wurden, so ergeben sich als langsamste Fluggeschwindigkeit 35 - 39 km/h und als schnellste 105 - 109 km/h.

Enten und Möwen nehmen ein recht breites Geschwindigkeitsspektrum ein, wohingegen sich die Werte bei Kiebitzen, Tauben und Kleinvögeln nur innerhalb relativ enger Grenzen bewegen.

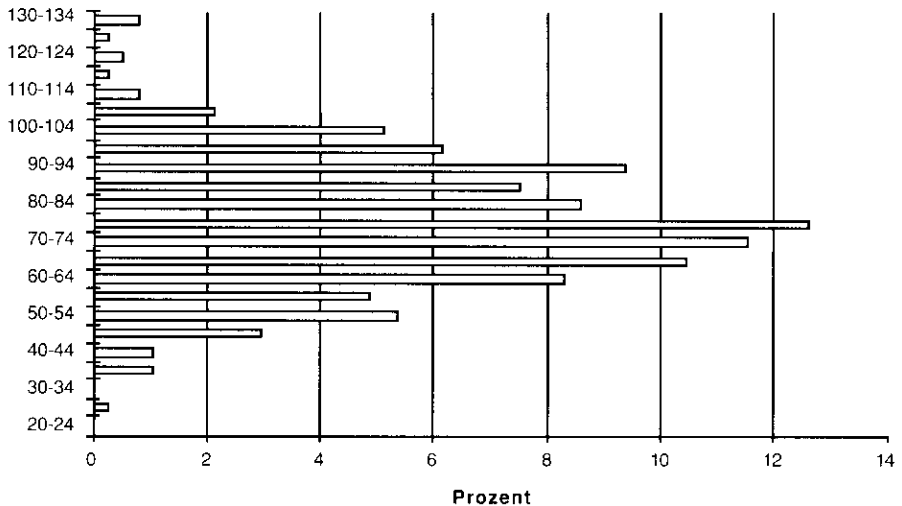


Abb. 2: Prozentuale Geschwindigkeitsverteilung der Vogelzüge (alle 4 Meßkampagnen)

Zur Fluggeschwindigkeit einiger Vogelarten macht TERRES (1980) folgende Angaben:

Krähen	49,8 - 72,4 km/h
Lerchen, Pieper	32,2 - 59,5 km/h
Stare	61,1 - 78,8 km/h
Gänse	67,6 - 72,4 km/h
Enten	70,8 - 94,9 km/h

Aus diesen Literaturangaben wird zweierlei deutlich. Sie zeigen zum einen, daß die Geschwindigkeiten einzelner Vogelarten innerhalb recht weiter Grenzen variieren können.

BRUDERER (1971) zeigte am Beispiel des Buchfinken (*Fringilla coelebs*), daß bei dieser Art der Streubereich der Eigengeschwindigkeit bei gleichem Windvektor in Kursrichtung 30 km/h umfassen kann. Mit BRUDERER wird im Hinblick auf die eigenen Daten zur Fluggeschwindigkeit die Ansicht vertreten, daß diese als Kriterium der Artbestimmung unter den gegebenen Bedingungen äußerst problematisch ist.

Zum anderen zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung mit den eigenen Daten zur Fluggeschwindigkeit.

Nach Abzug der durch Rückenwind erreichten Maximalwerte ergab sich für Enten ein Geschwindigkeitsbereich von 70 - 94 km/h. BEZZEL (1977) gibt für Stockenten einen Bereich von 74 - 96 km/h und für die übrigen aufgeführten Entenarten Werte von 70 - 115 km/h an. TERRES (1980) nennt für Enten Werte von 70,8 - 94,9 km/h.

Für Möwen konnte in der Literatur keine Angabe zur Geschwindigkeit gefunden werden, für Kiebitze nennt BEZZEL (1977) 40 - 70 km/h. Die eigenen Meßergebnisse lagen zwischen 55 und 79 km/h.

Die Fluggeschwindigkeit der registrierten Taubenschwärme lag zwischen 85 und 104 km/h.

Schlußbemerkungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß mittels eines Zielfolgeradars, in diesem Falle einem SKYGUARD - Gerät, eine mit keinem anderen Radartyp erreichbare Summe von quantitativen Informationen über den Vogelzug gewonnen werden kann. Dies beweisen u.a. auch die Untersuchungen von BRUDERER (u.a. 1971, 1990) mit dem Feuerleitradar „Superfledermaus“, einem Vorläufermodell des SKYGUARD-Radars.

Neben den Vorteilen eines Zielfolgeradars darf aber nicht übersehen werden, daß die SYKGUARD - Einsätze relativ personal- und kostenintensiv sind. Die verständlicherweise erforderlichen Planungsvorlaufzeiten schließen sehr kurzfristige Einsätze aus. Im Falle der Meßkampagne „ENTE 91“ erwies sich dies als nachteilig: Bedingt durch ungünstige Witterungsverhältnisse während der Brutzeit erfolgte der Zuflug von Enten zum Ismaninger Speichersee jahreszeitlich verspätet, so daß ihre mit diesem Einsatz beabsichtigte Erfassung nicht gelang.

5. Literatur

BEZZEL, E. (1977): Ornithologic. Ulmer, Stuttgart.

BRUDERER, B. (1971): Radarbeobachtungen über den Frühlingszug im Schweizerischen Mittelland. Orn. Beob. 68: 89-158.

BRUDERER, B. & F. LIECHTI (1990): Richtungsverhalten nachziehender Vögel in Süddeutschland und der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Windinflusses. Orn. Beob. 87: 271-293.

BRUDERER, B., F. LIECHTI & D. ERICH (1989): Radarbeobachtungen über den herbstlichen Vogelzug in Süddeutschland. Vogel und Luftverkehr: 174-194.

BUURMA, L. S., R. LENSINK & L. G. LINNARTZ (1986): Hoogte van breedfronttrek boven Twente: een vergelijking van radar en visuele waarnemingen in oktober 1984. Limosa 59: 169-182.

CRAMP, S. (Hrsg.) (1983): Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. Bd. 3, Oxford University Press.

GAUTHREAUX, S. A. (1991): The flight behavior of migrating birds in changing wind fields: Radar and visual Analyses. Amer. Zool., 31: 187-204.

IMBODEN, C. (1974): Zug, Fremdansiedlung und Brutperiode des Kiebitz Vanellus vanellus in Europa. Orn. Beob. 71: 5-134.

PENNYCUICK, C. J. (1969): The mechanics of bird migration. Ibis 111: 525-556.

TERRES, J. K. (1980): The Audubon Society encyclopedia of North American Birds. A. Knopf, New York.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Heinrich Weitz
Zum Zeppwingert 38
56850 Enkirch