

**RADARBEOBSCHTUNGEN GROSSRÄUMIGER UND REGIONALER VOGEL-
ZUGBEWEGUNGEN IM NORDOSTEN VON MÜNCHEN.**

von HEINRICH WEITZ, Enkirch.

Zusammenfassung: Radarvogelzugbeobachtungen von März bis September 1988 am Flugplatzüberwachungsradar der Bundeswehr in Erding sollten zur Klärung der Fragen beitragen, zu welchen Zeiten und in welchen Räumen ein erhöhtes Vogelschlagrisiko aufgrund regionaler Vogelzugbewegungen im Raum nordöstlich von München besteht. Es konnten während des gesamten Beobachtungszeitraumes Vogelzugechos registriert werden, besonders zahlreich und mit großer räumlicher Ausdehnung während des Frühjahrszuges im März. Aus der Lokalisation der während der Sommermonate festgestellten Vogelzugechos zeichnete sich keine eindeutige Bevorzugung eines oder mehrerer bestimmter Gebiete ab. Eine Analyse des Datenmaterials machte deutlich, daß es insbesondere zur Zugweg-Registrierung der den Ismaninger Speichersee zur Mauser anfliegenden Enten erforderlich sein wird, auch während der Nachtstunden zu beobachten und die Aufnahmeintervalle zu verkürzen. Gleichzeitig müßten die Feldbeobachtungen intensiviert werden.

Summary: During the period March to September 1988 radar observations of migrating birds have been carried out with the airfield surveillance radar at Erding military air base. These observations should answer the questions at which times and in which regions northeast of Munich a high birdstrike risk exists. During the whole observation period echoes of birds could be registered, in great numbers and in large extension during March. The location of echos during summertime did not show a clear preference of a special area or areas. To find out the flyway of ducks reaching the Ismaninger Speichersee for moulting it will be necessary in future to observe during night by using shorter photographing intervals. Moreover visual observations should be intensified.

1. Einleitung - Fragestellung.

Der Voralpenraum ist in ornithologischer Hinsicht vor allem durch zwei Merkmale charakterisiert. So kommt zum einen der Alpenkette im Hinblick

auf den großräumigen Zug eine große Bedeutung zu, denn sie übt, falls sie wegen ungünstiger Wetterbedingungen nicht direkt überflogen werden kann, eine deutliche Leitlinienwirkung aus, insofern die Vogelschwärme auf ihrem Weg in die Winterquartiere gezwungen werden ihre Nord-Süd-Richtung in eine alpenparallele Ost-West-Richtung abzuändern. Zum zweiten ist im Voralpenraum eine Vielzahl von Gewässern natürlichen wie anthropogenen Ursprungs vorhanden, die oftmals eine arten- und individuentreiche Vogelwelt aufweisen. Diese Vogelarten, insbesondere Enten, stellen nicht nur aufgrund ihres Gewichts ein bedeutendes Flugsicherheitsrisiko dar, sondern auch aufgrund regionaler, bislang aber nur unzureichend bekannter Wander- und Austauschbewegungen. Aus diesem Grunde wurden (REICHHOLF, 1988) im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr die Wasservogelwanderungen im Bereich des Ismaninger Speichersees näher untersucht. Dies wurde erforderlich aufgrund der Lage dieses Sees im Nahbereich des künftigen Flughafens München 2. Es sollte geklärt werden, ob die Wasservogelansammlungen am Speichersee und die damit einhergehenden Zugbewegungen ein mögliches Sicherheitsrisiko für die Zivilluftfahrt im Raum des künftigen Flughafens München 2 aber auch für den Flugbetrieb der Bundeswehr in diesem Gebiet darstellen.

Erste Ergebnisse zu dieser Untersuchungen liegen zwischenzeitlich vor (REICHHOLF, 1988). Sie geben ausführlich Auskunft über Arten und Anzahl der am Ismaninger Speichersee anzutreffenden Wasservögel, die langjährigen Bestandstrends sowie über die jahreszeitlichen Vorkommensmuster (Ankunft, Wegzug, Aufenthaltsdauer) der einzelnen Vogelarten. Aus letzteren geht hervor, daß die Monate Juni/Juli für den Flugbetrieb als besonders kritisch anzusehen sind, da in diesen Monaten mehrere zehntausend Enten den Speichersee anfliegen, um dort zu mausern.

Aus dem vorg.Sachverhalt ergibt sich zwangsläufig die Frage, woher die Vögel kommen und auf welchen Wegen sie zum Speichersee fliegen.

Die erste Frage konnte weitgehend mit Hilfe der Beringung beantwortet werden; die mausernden Enten kommen vorwiegend aus Nord-, Nordost- und Osteuropa an den Speichersee, der neben dem Ijsselmeer in Holland und dem Wolgadelta der bedeutendste europäische Mauserplatz für Wasservögel ist (REICHHOLF, mdl.). Die zweite Frage ist mit den herkömmlichen Methoden der Feldornithologie nicht oder nur in Ansätzen zu beantworten. Dies ist insbesondere darin begründet, daß der größte Teil der Zugbewegungen während der Dämmerungsphasen und nachts stattfindet und sich die Vögel

somit der visuellen Beobachtung entziehen. Zur Klärung der Frage nach den Zugwegen blieb daher nur die Radarbeobachtung, deren Durchführung auf dem Bundeswehrflugplatz Erding nur mit wesentlicher Unterstützung der dortigen Fliegerhorstgruppe/Flugbetriebsstaffel möglich war. Dafür sei an dieser Stelle gedankt.

2. Methodik.

Auf die Methodik der Radar-Vogelzugbeobachtung wird hier nicht im einzelnen eingegangen, es wird vielmehr auf die grundsätzliche Darstellung von BECKER / VAN RADEN (1985) hingewiesen. Bei dem in Erding benutzten Radargerät handelt es sich um ein Flugplatzüberwachungsradar (ASR - Airport Surveillance Radar) vom Typ Telefunken 910, Durchschnittsleistung 525 KW pro Kanal, Pulsdauer $1 \pm 0.1 \mu\text{s}$. und Pulsfolgefrequenz im Durchschnitt 1050 Hz. Der Erfassungsbereich betrug bei den Beobachtungen 30 nm.

Während bei einem Umlauf des Kathodenstrahls Radarziele auf dem Radarbildschirm lediglich ein punktförmiges Echo hervorrufen, hat eine fotografische Langzeitbelichtung des Bildschirms, wie sie hier verwendet wurde, eine Addition dieser Punkte zu einer durchgezogenen oder perschnurartigen Linie zur Folge. Zur Anfertigung der Radarfotos wurde eine leicht modifizierte Kleinbildkamera eingesetzt, die an einen Zeitgeber angeschlossen war. Durch diesen Zeitgeber waren Aufnahmezeitpunkt und Belichtungszeit einstellbar; letztere betrug 5 Minuten, die Aufnahmeintervalle betrugen 30 Minuten (07.00-11.00 Uhr und 14.00-17.00 Uhr) bzw. 60 Minuten (11.00-14.00 Uhr). Die Kamera war mit einem Makroobjektiv (55 mm Brennweite) ausgestattet und auf einem Stativ vor dem in einem völlig abgedunkelten Raum befindlichen Radarbildschirm installiert.

In der Zeit vom 24.02. bis 26.09.1988 wurden insgesamt 1869 Langzeitfotos des Radarbildschirms angefertigt, deren Negative einer Auswertung mittels Diaprojektor unterlagen. Das hatte den Vorteil, daß für die Auswertung die kreisrunde Projektionsfläche und das jeweilige Negativ mit dem ebenfalls kreisrunden Radarbildschirm zur Deckung gebracht werden konnte. Die Projektionsfläche war in 44 Felder gleicher Größe unterteilt, die entsprechenden geographischen Räumen von etwa 14 km Seitenlänge zuzuordnen waren. Bei der Auswertung wurde ausgezählt, welche Felder mit Vogelzugechos in welcher Anzahl belegt waren.

Bei 1-3 Echos pro Feld wurde die Intensität des Vogelzuges mit 1, bei 4-6 als 2 und bei ≥ 7 als 3 bezeichnet. Aus der Ausrichtung der Echos ergab sich die Zugrichtung, jedoch

nur in der Art, daß zwei alternative Zugrichtungen in Betracht kamen (z.B. 90 oder 270°).

3. Ergebnisse.

3.1. Technisch-methodische Ergebnisse.

1396 der insgesamt 1869 Radaraufnahmen konnten für die hier vorgelegte Auswertung verwendet werden; nicht auswertbar waren solche Aufnahmen, bei denen der größte Teil der Fläche von Wetterechos bedeckt war bzw. solche, die technische Mängel, z.B. Belichtungsfehler, aufwiesen. Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, wie viele auswertbare Aufnahmen pro Tag während der Beobachtungsperiode erstellt wurden. Für insgesamt 114 Beobachtungstage liegen im Mittel 12,2 auswertbare Fotos pro Tag vor. Beobachtungslücken sind auf Wochenenden und Feiertage sowie auf Kameraausfälle zurückzuführen; in der zweiten Junihälfte mußte die Aufnahmeeinheit abgeschaltet werden.

3.2. Radarornithologische Ergebnisse.

3.2.1. Jahreszeitliche Verteilung der Vogelzugechos.

Aus Abbildung 2 ergibt sich, daß nahezu kontinuierlich während der gesamten Beobachtungsperiode Vogelschwärme erfaßt wurden; nur an 8 Tagen (=7 % der Zeit) wurden keine Vogelschwärme registriert.

Deutliche Unterschiede zwischen den Erfassungstagen zeigen sich hingegen in der räumlichen Ausdehnung des Zuges. Diese läßt sich aus der Anzahl der pro Bild mit Vogelzugechos belegten Felder der insgesamt 44 Felder ablesen. Abbildung 2 macht zudem deutlich, daß die räumliche Ausdehnung des Zuges im März 1988 am stärksten war; deutlich heraus ragt der 15. März 1988; an diesem Tag waren 23,5 der insgesamt 44 Felder im Durchschnitt mit Vogelzugechos belegt. Eine derartige Massierung deutet darauf hin, daß hier vermutlich großräumiger Vogelzug erfaßt wurde, der sich unabhängig von geographischen Leitlinien über den gesamten Erfassungsbereich erstreckte.

Die Anzahl der pro Bild mit Vogelzugechos belegten Felder läßt zwar Aussagen über die räumliche Ausdehnung des Zuges zu, sie sagt jedoch noch nichts aus über die Intensität des Vogelzuges. Um festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen räumlicher Ausdehnung und Intensität des Vogelzuges besteht, wurden die Daten einer Korrelationsanalyse unterworfen. Diese ergab, daß ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen beiden Fakto-

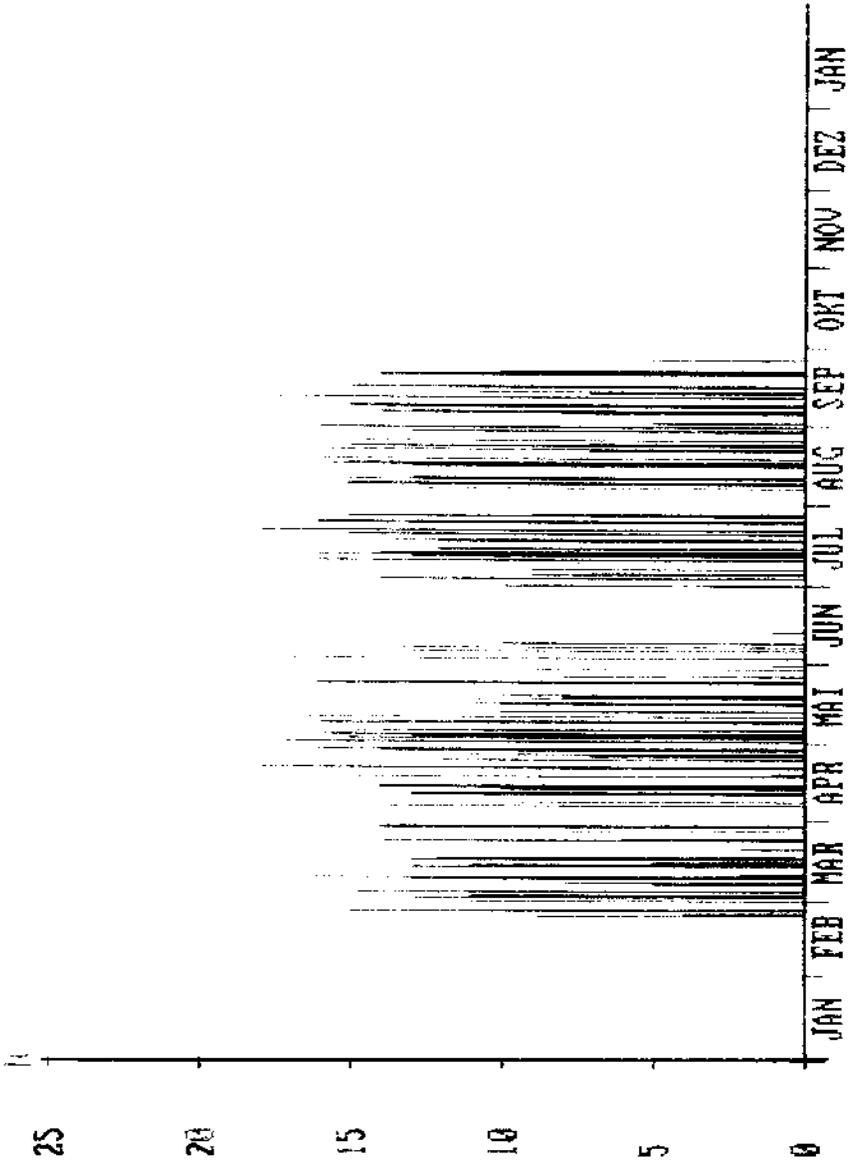


Abb.1: Anzahl und Verteilung der pro Tag für die Zeit vom 24.02.1988 bis 26.09.1988 vorliegenden auswertbaren Radarfotos.

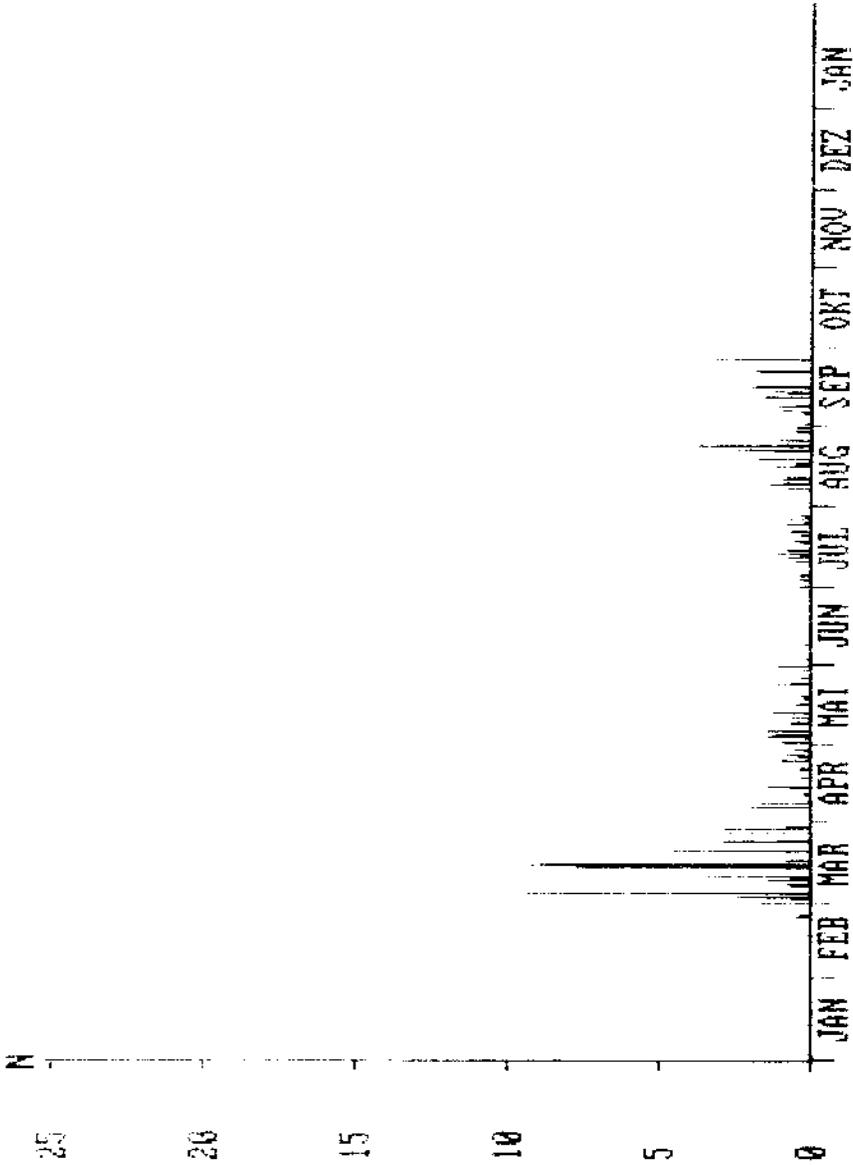


Abb. 2: Jahreszeitliches Auftreten von Vogelzugeschos und räumliche Ausdehnung des Zugeschehens. Dargestellt ist die Anzahl der im Mittel mit Vogelzugeschos belegten Felder pro Korn, bezogen auf die Beobachtungstage.

ren besteht ($r_s = 0.285$, $p < 0.01$). Tage mit einer starken räumlichen Ausdehnung des Zuges gingen stets mit hohen Intensitäten desselben einher. Tage mit hohen Zugintensitäten waren während des Beobachtungszeitraumes der 01., 03. und 04. März sowie der Zeitraum vom 15. März bis 08. April mit Ausnahme des 17./18. März. Während der Frühjahrs- und Sommermonate heben sich der 02. und 30. Mai, der 13. und 27. Juli sowie der 09., 12. und 23. August aufgrund hoher Zugintensitäten von den übrigen Erfassungstagen ab. Am 07. September setzt dann mit Beginn des Herbstzuges wieder ein Zeitraum hoher Zugintensität ein, der mit einigen Ausnahmen bis zum 26. September (Erfassungsende) zu beobachten war.

3.2.2. Tageszeitliche Verteilung der Vogelzugechos.

Viele Aktivitäten von Tieren werden exogen durch Umweltfaktoren gesteuert bzw. beeinflusst. Insbesondere die Lichtverhältnisse spielen hinsichtlich Aktivitätsbeginn und -ende eine bedeutende Rolle. STORK (1986) konnte bei Westberliner Krähenpopulationen eine Korrelation zwischen dem Beginn der morgendlichen Schlafplatzflüge und den Lichtverhältnissen (Sonnenaufgang, Bürgerliche Dämmerung) nachweisen.

Eine Analyse der Urding-Daten unter dem Gesichtspunkt des tageszeitlichen Verteilungsmusters von Vogelzugechos führte zu keinen statistisch abgesicherten Ergebnissen. Dies ist in erster Linie auf einen zu späten und uneinheitlichen Aufnahmebeginn am Morgen wie auf ein zu frühes und uneinheitliches Aufnahmeende in den Nachmittags- und Abendstunden zurückzuführen. Generell läßt sich jedoch feststellen, daß während der Monate März und April, d.h. zur Zugzeit, zu allen Tageszeiten (innerhalb der Beobachtungsstunden) Vogelzugechos registriert wurden. In den Monaten Juni und Juli hingegen ist das nahezu völlige Fehlen von Vogelzugechos in den Mittagsstunden auffällig. So wurden in diesen beiden Monaten die letzten morgendlichen Vogelzugechos - von einigen Ausnahmen abgesehen - um 10.00 Uhr und die ersten nachmittäglichen zwischen 13.00 und 14.00 Uhr MESZ verzeichnet.

3.3.3. Räumliche Verteilung der Vogelzugechos.

Es wurde bereits erwähnt, daß vor allem im März während der Tage mit starkem Vogelzug nahezu der gesamte Erfassungsbereich des Radars Erding mit Vogelzugechos bedeckt war. Jedoch war dieser "Bedeckungsgrad" nicht einheitlich. Während in einigen Feldern sehr häufig Echos registriert wurden, war dies in anderen nur selten der Fall. Allerdings wäre es falsch, daraus

den Schluß ziehen zu wollen, daß bestimmte geographische Strukturen oder Räume bevorzugt oder gemieden würden. Für den großräumigen Vogelzug ist das nahezu auszuschließen. Unterschiedliche Bedeckungsgrade in den einzelnen Feldern sind viel wahrscheinlicher auf technisch wie orographisch bedingte Erfassungsgrenzen (Abschattungen, Radarkeulen-Konfiguration) des Radargerätes zurückzuführen, worauf noch eingegangen werden wird. Für die Flugsicherheit würde dies bedeuten, daß während der Zugzeiten in dem von Zugvögeln bevorzugt aufgesuchten Höhenband das Vogelschlagrisiko im gesamten Großraum München annähernd gleich groß ist.

Wie aber ist die Situation außerhalb der eigentlichen Zugzeiten; läßt sich eine Konzentration der während der gesamten Sommermonate zu verzeichnenden Vogelechos in bestimmten Räumen feststellen, die dann als besonders vogelschlagträchtig angesprochen werden müßten? Eine unter dieser Fragestellung vorgenommene Analyse führte zu dem nachfolgenden Ergebnis:

Während im Mai noch nahezu alle Felder mit Vogelechos bedeckt sind, finden sich diese in den beiden Folgemonaten fast nur noch im Bereich östlich von Erding, ohne daß allerdings eine klare Präferenz bestimmter Teilräume zu erkennen wäre. Im Gebiet westlich Erding wurden nur sehr wenige Echos registriert, im Bereich der Stadt München fehlen solche völlig (Abb. 3).

Nach Untersuchungen von REICHHOLF (1988) kommen mehrere zehntausend, aus Nord- und Nordosteuropa stammende Enten in den Monaten Juni/Juli an den Ismaninger Speichersee, um dort zu mausern. Wenn in diesen Monaten gerade im Osten von Erding und somit auch des Ismaninger Speichersees sehr viele Vogelzugechos registriert wurden, so wäre es denkbar, daß diese durch eben jene Enten verursacht wurden. Trifft diese Annahme zu, würde dies auf einen mehr breitfrontartigen Zustrom von Enten zum Speichersee schließen lassen. Andererseits ist denkbar, daß die im Osten von Erding weniger als im Westen anthropogen beeinflusste Landschaft eine größere Anzahl standorttreuer Vögel beherbergt, die durch lokale Zugbewegungen während der Sommermonate die festgestellte Konzentration der Radarechos im Osten von Erding hervorriefen.

3.3.4. Richtungsverteilung der Vogelzugechos.

Eine Betrachtung der mittleren Richtungsverteilung der Vogelzugechos während der Gesamtbeobachtungsperiode weist eine ausgeprägte West-Ost-Richtung auf. Zurückzuführen ist dies vor allem auf die Vielzahl der Echos während des Frühjahrszuges, wobei deren Ausrichtung auf einen alpenparallelen Zug hin-

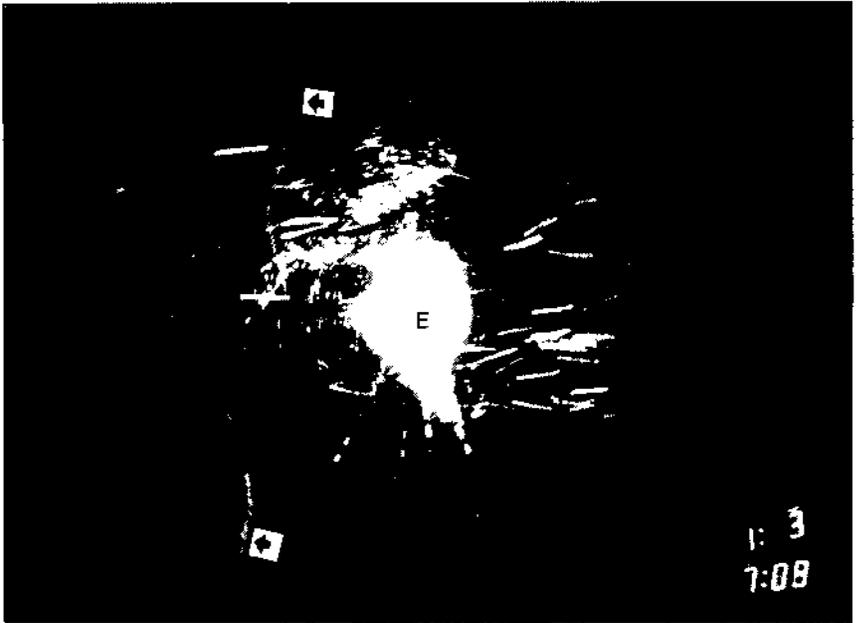


Abb.3: Aufnahme des Radar-Bildschirms vom 01.März 1988, 07.09 MEZ. Das Festzeichenbild ist eingeblendet; Erding (E) liegt in der Bildmitte. Die beiden Pfeile weisen auf die Echosignaturen zweier Luftfahrzeuge hin. Deutliche Vogelzugechos sind im Osten und Nordwesten von Erding als etwa 1 cm lange "Balken-Echos" zu erkennen. (Foto: Bundeswehr Erding/DAVVV)

weist. Bei der Analyse einzelner Felder während einzelner Monate ist meist eine Vielzahl von Richtungen feststellbar, jedoch ist eine eindeutige Richtungsbevorzugung in den wenigsten Fällen zu erkennen. Die Interpretation wird zusätzlich dadurch erschwert, daß es z.B. bei einem Nord-Süd ausgerichteten Echo nicht möglich ist zu entscheiden, ob die Vögel nun von Nord nach Süd oder in umgekehrter Richtung geflogen sind. Bei einer Verkürzung der Aufnahmeintervalle ließe sich dieser Nachteil weitgehend ausschalten, da dann in vielen Fällen eine Verfolgung der Echos und somit eine Bestimmung der Zugrichtung auf Reihenfotos möglich wäre.

4. Diskussion.

Die Analyse des Erdinger Datenmaterials in diesem als vorläufige Auswertung gedachten Bericht vermochte auf einige der eingangs gestellten Fragen konkrete Antworten zu geben. Gleichzeitig wurde aber auch deutlich, daß bestimmte Fragen nur durch einen modifizierten Einsatz der Registriertechnik bzw. durch zusätzliche Begleituntersuchungen zu beantworten sind. Das betrifft in erster Linie die Aufnahmezeiten und -intervalle.

Insgesamt kann festgehalten werden, daß es mit der in Erding angewandten Methode grundsätzlich möglich ist, den großräumigen wie regionalen Vogelzug hinsichtlich seines zeitlichen und räumlichen Verlaufes wie auch seiner Intensität auszeichnend genau zu erfassen. Für die Richtigkeit der Interpretation der Radarfotos (Abbildung 3) spricht unter anderem, daß als Monat des stärksten Frühjahrsvogelzuges der März erkannt wurde; BECKER und VAN RADEN (1985) ermittelten diesen Monat ebenfalls als Hauptdurchzugsmonat der Jahre 1981-1983 anhand von Radarfilmern, die in der Großrundsticht-Radaranlage in München-Gronsdorf erstellt wurden. Diese Übereinstimmung deutet gleichzeitig auf einen von Jahr zu Jahr relativ konstanten Zeitraum des Frühjahrsvogelzuges im Münchener Raum hin.

Auffallend ist, daß auch während der übrigen Frühjahrs- sowie während der Sommermonate nahezu kontinuierlich Vogelzugechos, wenn auch geringerer Intensität und räumlicher Ausdehnung als zu den Hauptzugzeiten, registriert wurden. Zwei mögliche Erklärungen für deren gehäuftes Auftreten im Gebiet östlich von Erding wurden bereits gegeben. Abbildung 4 ermöglicht es, die Diskussion auf den Beobachtungsraum zu beziehen. Dargestellt ist hier der größte Teil des Radar-Erfassungsbereiches; die Stadt Erding liegt dabei in der Bildmitte. Deutlich erkennbar ist auch das Isartal, das die im Vordergrund gelegene Münchener schiefe Ebene nach Nordosten hin verläßt. Desgleichen

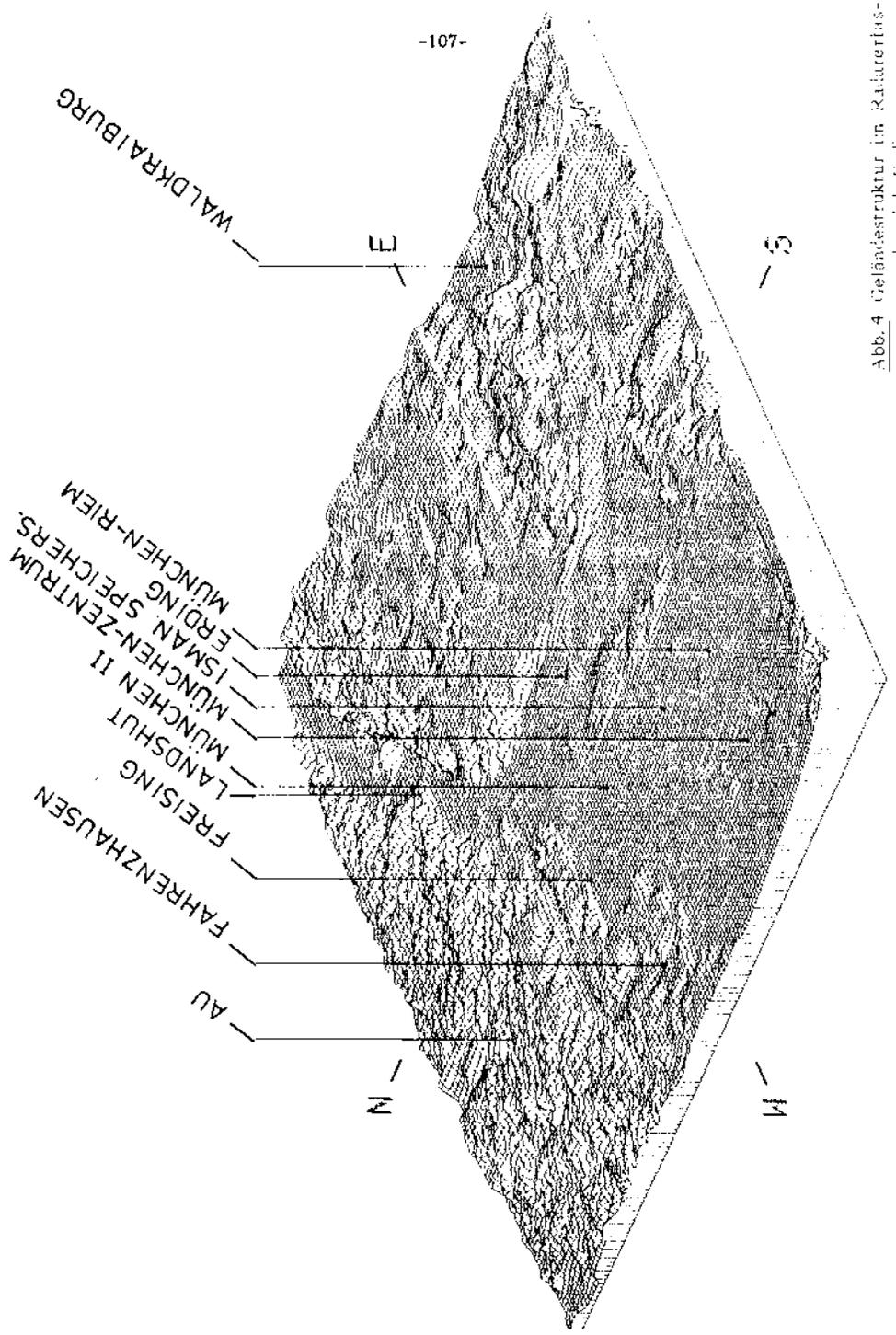


Abb. 4 Geländestruktur im Karrierflugsungsbereich Erding.

ist die starke Reliefenergie im gesamten östlichen Bereich sowie im Norden und Nordwesten erkennbar. Gerade diese Geländestruktur aber führt dazu, daß die Radarstrahlung von einer Vielzahl von Festzielen (einzelne Berge, Höhenzüge) reflektiert wird, die zudem Abschattungen hervorrufen, in denen eine Erkennung von Objekten nicht möglich ist. Je weiter entfernt vom Radargerät sich ein Vogel hinter einem Abschattung produzierenden Objekt befindet, umso höher muß er fliegen, um von der Radarstrahlung erfaßt werden zu können. Die technisch-orographisch bedingten Einschränkungen sind nicht ohne Auswirkungen auf die Aussagekraft der radarornithologischen Ergebnisse. So ist beispielsweise denkbar, daß aus Nordosten kommende Enten auf ihren Flügen zum Ismaninger Speichersee dem Verlauf der Isar folgen (Leitlinienwirkung). Überschreiten sie dabei eine bestimmte Flughöhe nicht - diese müßte z.B. bei der Stadt Landshut 150 m betragen - , so sind sie mittels Radar nicht erfaßbar. In niedrigeren Höhen fliegend würden sie erst dann wieder auf dem Radarbildschirm sichtbar, wenn sie, aus dem Isartal kommend, in den Bereich nördlich des Erdinger Moores gelangen (Abb.4).

Um in diesem Zusammenhang nochmals auf die sehr unterschiedliche Belegung der einzelnen Felder mit Vogelzugechos einzugehen, dürfte aus dem Vorgesagten deutlich geworden sein, daß wenige Echos sowohl ein geringes Vogelaufkommen in diesem Bereich signalisieren können, als auch - bei sehr niedrig fliegenden Vögeln - die Folge von Radar-Abschattungen sein können.

Zur Klärung der Frage nach den Zugwegen der am Ismaninger Speichersee mausernden Enten ist es erforderlich, die Radarbeobachtungen während der kritischen Phasen Juni und Juli auch während der Nachtstunden durchzuführen und das bei gleichzeitiger Intensivierung der Feldbeobachtungen. Sollten letztere z.B. einen enormen Anstieg des Entenbesatzes vom Abend eines Tages zum Morgen des nachfolgenden Tages ergeben, so wären auf den während dieser Nacht angefertigten Fotos erhebliche Vogelzugechos zu erwarten, vorausgesetzt, daß sich die Züge nicht in den Radar-Abschattungsbereichen (z.B. im Isartal) bewegten. In diesem Fall müßte es dann jedoch zu einer erheblichen Massierung der Echos am Ausgang des Isartales kommen, womit die Bestätigung für einen isarparallelen Zugweg der Enten erbracht wäre. Sind die Echos aber über das gesamte Gebiet östlich von Erding verstreut zu finden, so würde dies einen breitfrontartigen Zustrom zum Ismaninger Speichersee bedeuten.

6. Literatur.

BECKER, J. u. H. VAN RADEN : Grundlagen der Radarornithologie und Ergebnisse der Radarvogelzugbeobachtung in München. 1981-1983. Vogel u. Luftverkehr; Sonderheft 1.

- STORK, H.J. (1986) : Radarbeobachtungen regionaler Vogelbewegungen im Luftraum über Berlin. Nicht veröff. Untersuchung i.A. des Senators für Verkehr und Betriebe. 178 S.; Berlin.
- REICHHOLF, J.H. (1988) : Wasservogelwanderungen im Bereich des Ismaninger Speichersees. Nicht veröff. Zwischenbericht; i.A. des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr. 19 S.; München.
- REICHHOLF, J.H. (1988) : Wasservogelwanderungen im Bereich des Ismaninger Speichersees. Nicht veröff. Abschlußbericht; i.A. des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr. 34 S.; München.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Heinrich Weitz
Sponheimer Str. 60
5585 Enkirch

