

Pausen verkürzt. Eine Steigerung der Schlagfrequenz kann, muss aber nicht damit verbunden sein. Die Eigengeschwindigkeit scheint beim Bolzenflug durch erhöhte Schlagfrequenz und verlängerte Pausen gesteigert zu werden. Bei Tragflächenfliegern könnte stärkere Flügelpfeilung bei konstanter Pausenlänge vermutet (mit Radar aber nicht festgestellt) werden; die dadurch entstehenden grösseren Gleitwinkel wären durch leicht verlängerte Schlagphasen auszugleichen. Die erwartete Steigerung der Geschwindigkeit mit der Flughöhe trat unter den vier geprüften freifliegenden Arten nur bei Mauersegler und Rotkehlchen auf. Die bei drei Arten erhöhte Schlagfrequenz könnte andeuten, dass auf diese Weise die in dünnerer Luft reduzierten Auf- und Vortriebskompo-

nenten kompensiert werden; dabei wird bei Goldhähnchen offenbar keine Geschwindigkeitssteigerung erzielt. Singdrosseln könnten allenfalls den bei geringerem Luftwiderstand reduzierten Auftrieb durch längeres und mit geringerer Flügelpfeilung unterstütztes Gleiten ausgleichen, ohne dabei eine erhöhte Geschwindigkeit zu erzielen.

#### Bibliographische Angaben

STARK, H. (1996): Flugmechanik nachts ziehender Kleinvögel. Diss. Universität Basel, Verlag Schweizerische Vogelwarte, Sempach; 81 Seiten. Bezug: Schweizerische Vogelwarte, Bibliothek, CH-6204 Sempach.

## Zug und Rastverhalten überwinternder Tauchenten (*Aythya fuligula* und *A. ferina*) in der Schweiz

Matthias Kestenholz

Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach

Dissertation am Zoologischen Institut der Universität Basel (1995)

Die wichtigsten Winterquartiere der in der borealen Taiga der Westpaläarktis brütenden Tauchenten liegen im westlichen Europa entlang der Januar-0°C-Isotherme. Die sich vorwiegend von benthischen Muscheln ernährenden Tauchenten werden von den hier herrschenden variablen Umweltbedingungen stark gefordert, denn Nahrungsressourcen und deren Verfügbarkeit, Wetterverhältnisse, Konkurrenz und Feinddruck schwanken in unvorhersagbarer Art und Weise. All diese Faktoren beeinflussen den Energiehaushalt und letztlich auch die individuelle Fitness der Tauchenten, denn von der Körperkondition hängt nicht nur das

Überleben im Winter ab, sondern auch die jährliche Überlebenschance und möglicherweise auch der spätere Bruterfolg.

Als Thema dieser Arbeit stand die Frage nach den Anpassungen im Vordergrund, die von den Tauchenten als Reaktion auf diese variablen Verhältnisse im Winterquartier entwickelt worden sind. Die Studie konzentriert sich auf die Winterökologie von Reiherente *Aythya fuligula* und Tafelente *A. ferina*. Sie wurde im schweizerischen Mittelland an zwei grundverschiedenen Seen durchgeführt: Der westlichste Teil des Bodensees (Untersee) ist dank den dicht besetzten Muschelbänken und den Flach-

wasserbuchten das wichtigste Überwinterungsgebiet Mitteleuropas, während der Sempachersee nur geringe Zahlen von Reiher- und Tafelenten aufweist, da die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* hier fehlt.

Am Untersee weisen beide Arten hohe und recht konstante Körpergewichte auf, wogegen am Sempachersee nur im Dezember ähnlich hohe, in den übrigen Wintermonaten aber weit tiefere Werte gemessen wurden. Das Körpergewicht scheint stark mit der Habitatqualität korreliert zu sein; Gewichtsverluste dürften die Enten oft zum Wechsel des Winterquartiers veranlassen.

Am Sempachersee besteht eine klare Beziehung zwischen Nahrungsverfügbarkeit und Verweildauer. Während der zweiten Dezemberhälfte beträgt die minimale Verweildauer (zwischen dem Zeitpunkt der Markierung und dem der letzten Beobachtung) dank des kurzzeitig reichen Angebots an Felchenlaich *Coregonus* sp. etwa 3 Wochen, in der übrigen Zeit aber im Mittel nur wenige Tage. Dies widerspiegelt sich in den nach Ende Dezember abnehmenden Bestandszahlen. Entsprechend zeigen die Durchzugsmuster an verschiedenen Überwinterungsgewässern innerhalb der «Mitteleuropäischen Flugstrasse» vom Bodensee bis zur Camargue eine im Verlauf des Winters stattfindende Populationsverschiebung Richtung Südwesten.

Mit Hilfe von zwei Zielfolgeradars, die gleichzeitig an den beiden Testgewässern im Einsatz standen, konnten die nächtlichen Winterbewegungen direkt beobachtet werden. Flügelschlagfrequenzen gaben Auskunft über die Artenzusammensetzung. Verglichen mit den schweizerischen Winterbeständen der häufigsten Wasservogel herrschten in den Radar-Registrierungen Tauchenten vor, während Stockenten *Anas platyrhynchos* und Blässhühner *Fulica atra* stark untervertreten waren. Obwohl die Beobachtungen aus dem Winter 1989/90 stammen, einem der mildesten unseres Jahrhunderts, fanden die Verschiebungen regelmässig während des ganzen Winters statt; die gemittelte Zugintensität für Tauchenten (14,6 Tauchenten, die eine Frontlinie von einem Kilometer in einer Stunde überqueren) war nur wenig schwächer als im Herbstzug. Unter

Hochdruckeinfluss führten die relativ starken Bewegungen südwestwärts, bei Tiefdrucklagen waren die Bewegungen insgesamt schwächer und ungerichtet, mit einer bemerkenswerten Komponente nach Nordosten. Regen unterdrückte die Winterbewegungen weitgehend. Ihre Intensität war mit dem Temperaturrückgang in den vergangenen 7 Tagen und mit der Windkomponente in Zugrichtung (zunehmende Bise aus NE) positiv korreliert. Der Temperatureinfluss war der wichtigere von beiden, denn er blieb auch bei schwachen Winden erhalten, während der Einfluss des Windes bei geringen Temperaturunterschieden verschwand. Ab Ende Januar waren die Bewegungen unabhängig von der Wetterlage mehrheitlich gegen NE gerichtet.

Winterbewegungen setzen kurz nach Sonnenuntergang ein, erreichen ihre grösste Intensität nach dem ersten Nachtdrittel und sinken nachher wieder stark ab, wobei kurz vor Sonnenaufgang ein zweites kleineres Maximum zu verzeichnen ist. Eine durchschnittliche Tauchente steigt mit 0,3 m/s bis zu einer Flughöhe von 300 m über Boden, wo sie mit einer Flugeschwindigkeit von 17,9 m/s unter Ausnutzung von Rückenwind (Eigengeschwindigkeit 15,8 m/s) etwa 3 Stunden fliegt, bevor sie mit 1,0 m/s absinkt und auf der Wasseroberfläche niedergeht. Daraus resultiert eine mittlere Flugstrecke von ca. 200 km pro Etappe, was recht gut mit den Beobachtungen von farbmarkierten Tauchenten und den kurzzeitigen Ringfunden übereinstimmt. Geeignete Habitate zum Landen werden wohl primär optisch ausgewählt, denn eine geschlossene Nebeldecke verhindert Landeversuche fast vollständig.

In einer unvorhersagbaren variablen Umwelt erweist sich die Evolution eines flexiblen Verhaltens von exogen gesteuerten Winterbewegungen als sehr vorteilhaft. Diese Anpassung dient einerseits der Vermeidung ungünstiger Wetter- und Nahrungsbedingungen und andererseits der Ausnutzung kurzfristig zugänglicher Nahrungsquellen. Kontinentweiter Genfluss und von Jahr zu Jahr grossräumige Verschiebungen der Winterquartiere wirken lokaler Anpassungen und Ortstreuung zu Winterhabitaten entgegen.

### Bibliographische Angaben

- KESTENHOLZ, M. (1994): Body mass dynamics of wintering Tufted Duck *Aythya fuligula* and Pochard *A. ferina* in Switzerland. *Wildfowl* 45: 147–158.
- KESTENHOLZ, M. (1995): Movements and roosting behaviour of diving ducks (*Aythya fuligula* and *A. ferina*) wintering in Switzerland. Englisch mit deutscher und französischer Zusammenfassung. 103 Seiten. Diss. Universität Basel; Verlag Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Bezug: Schweizerische Vogelwarte, Bibliothek, CH–6204 Sempach.
- KESTENHOLZ, M. & B. BRUDERER (submitted): Winter movements of waterbirds in Switzerland: Species composition, densities and directions. *J. Avian Biol.*
- KESTENHOLZ & B. BRUDERER (submitted): Time pattern and range of winter movements by diving ducks in Switzerland. *Ardea*.

## Flugverhalten ziehender Greifvögel im Süden Israels

Reto Spaar

Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach

Dissertation am Zoologischen Institut der Universität Basel (1996)

Untersuchungen mit Zielfolgeradar im Negev-Hochland und im Arava-Tal (Herbst 1991 und Frühling 1992) lieferten die Grundlagen für die Analyse von (a) inter- und intraspezifischer Variabilität des Flugverhaltens, (b) Einfluss von morphometrischen Faktoren wie Körpergewicht und Flügelmassen und (c) Reaktionen und Anpassungen im Flugverhalten an unterschiedliche Umweltbedingungen.

Jeder Vogel wurde im Idealfall während einer kompletten Gleitphase und einer kompletten Segelphase beobachtet. Zur Analyse wurden die Flugwege in Abschnitte von 10 Sekunden unterteilt und Gleit- sowie Segelphasen interaktiv am Computerbildschirm erfasst. Insgesamt wurden auf diese Weise 2400 Greifvögel mit total 6800 einzelnen Flugphasen beobachtet. Um die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten in allen Flughöhen zu ermitteln, wurden Pilotballone alle vier Stunden mit dem Radar verfolgt.

Das Flugverhalten der folgenden Arten wurde studiert: Steppenadler *Aquila nipalensis*, Schreiadler *Aquila pomarina*, Zwergadler

*Hieraaetus pennatus*, Schlangenadler *Circus gallicus*, Gänsegeier *Gyps fulvus*, Schmutzgeier *Neophron percnopterus*, Wespenbussard *Pernis apivorus*, Falkenbussard *Buteo buteo vulpinus*, Schwarzmilan *Milvus migrans*, Rohrweihe *Circus aeruginosus*, Wiesenweihe *Circus pygargus*, Steppenweihe *Circus macrourus*, Kurzfangsperber *Accipiter brevipes* und kleinere Falken wie Turmfalke *Falco tinnunculus*, Rötelfalke *Falco naumanni*, Baumfalke *Falco subbuteo* und Rotfussfalke *Falco tinnunculus*.

*Thermiksegeln*: Die Bedingungen für das Thermiksegeln variierten im Verlaufe des Tages: Falkenbussarde, Steppenadler und Weihen starteten mit dem Thermiksegeln ungefähr 2–3 Stunden nach Sonnenaufgang und erreichten zu dieser Tageszeit nur geringe Steigraten. Diese nahmen im Verlaufe des Morgens zu und erreichten die höchsten Werte in der Zeit vor Mittag bis in die frühen Nachmittagsstunden. Gegen Sonnenuntergang nahmen sie wieder ab. Die Steigraten der einzelnen Arten unterschieden sich nicht, die Mittelwerte lagen