

Die räumliche und zeitliche Beziehung zwischen Flusseeeschwalben *Sterna hirundo* und ihren Beutefischen im Wattenmeer

Andreas Dänhardt

Dänhardt A 2011: The spatial and temporal link between Common Terns *Sterna hirundo* and their prey fish in the Wadden Sea. *Vogelwarte 49*: 25-27.

Dissertation an der Carl-von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften, betreut von Prof. Dr. Peter H. Becker.

✉ AD: Suerhoper Brunnenweg 13 a, 21244 Buchholz, E-Mail: andreas@daenhardt.com

Von allen Wirtbeltieren im Nahrungsnetz des Wattenmeeres stellen Fische die größte Biomasse, wodurch sie als Konsumenten und Beute eine Schlüsselrolle einnehmen. Fischarten mit der größten potenziellen Auswirkung auf den Energiefluss durch das Nahrungsnetz leben nicht ganzjährig im Wattenmeer, sondern kommen aus den großen Flüssen und aus der Nordsee. Diese Fischarten bilden die Nahrungsgrundlage für Flusseeeschwalben (*Sterna hirundo*), die in großen Kolonien entlang der Wattenmeerküste und benachbarter Ästuare brüten. Seit 2002 haben die Flusseeeschwalben im Niedersächsischen Wattenmeer nur noch unterdurchschnittlichen Bruterfolg, was offenbar mit der Nahrungsversorgung zusammenhängt. Informationen über die räumliche und zeitliche Verteilung und die Abundanzdynamik der Fische fehlen jedoch weitgehend. Das Ziel dieser Dissertation war daher, die räumliche und zeitliche Verteilung und Abundanz der Beutefische der Flusseeeschwalben zu untersuchen, die für den Jagderfolg als Voraussetzung für den Bruterfolg relevant erschienen.

Die Daten wurden 2006 und 2007 in den Brutkolonien am Banter See (53°30 N, 08°05 O) und auf der Wattenmeerinsel Minsener Oog (53° 45'N 008° 01'O) gesammelt. Nach standardisierter Methodik wurden in beiden Kolonien Brutparameter, die Gewichtsentwicklung der Küken (Wagener 1998) sowie Balz- und Kükenfütterungen (Frick & Becker 1995) aufgenommen. Im Jahr 2007 wurden in ausgewählten Gebieten um Minsener Oog Jagdbeobachtungen durchgeführt. Die saisonale Zusammensetzung, Abundanz und Längenverteilung der Fische wurde mit Hilfe schiffsbasierter Hamennetzfänge untersucht, die im zentralen Jadebusen (53°28 N, 08°12 O) und südöstlich vor Minsener Oog (53°44 N, 08°02 O) während der Brutzeit und innerhalb des mittleren Jagdradius der Flusseeeschwalben stattfanden. Das Netz bestand aus fünf übereinander

angeordneten Fächern, wodurch Informationen über die Vertikalverteilung potenzieller Beutefische der Flusseeeschwalben gewonnen werden konnten. Veröffentlichte Daten zur Abundanzdynamik des Herings (*Clupea harengus*) in der Nordsee und im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer wurden zum Bruterfolg und Kükenwachstum in Bezug gesetzt.

Die Stärke des Nachwuchsjahrgangs (Rekrutierung) des Nordseeherings ist ein nützliches Maß, um das Kükenwachstum und den Bruterfolg der Flusseeeschwalben im Wattenmeer vorherzusagen. Die Rekrutierung des Nordseeherings erklärte einen größeren Anteil der Variabilität des Bruterfolges der Flusseeeschwalben als räumlich aufgelöste Indices aus der Nordsee und dem Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Außerdem konnte mit der Rekrutierung des Nordseeherings der Bruterfolg am Banter See besser erklärt werden als der Bruterfolg auf Minsener Oog, wo wegen des Fehlens vollwertiger Beutealternativen wie dem Stint (*Osmerus eperlanus*) eigentlich ein stärkerer Zusammenhang mit mariner Beute wie dem Hering zu erwarten gewesen wäre. Der Anteil erklärter Variabilität auf Minsener Oog stieg jedoch, wenn Jahre ohne Bruterfolg stärker gewichtet wurden. Daraus folgt, dass die schwachen Nachwuchsjahrgänge des Herings, die seit 2002 beobachtet werden und sich deutlich im Bruterfolg am Banter See widerspiegeln, auch den Bruterfolg der Flusseeeschwalben von Minsener Oog stark beeinflussten.

Vollziehen Räuber und Beute saisonale Wanderungen, setzt ihre Interaktion zeitliche und räumliche Überschneidung voraus. Um beide Aspekte zu berücksichtigen, wurden die Konzepte der Match-Mismatch-Hypothese und der Central-Place-Foraging-Theorie zur Untersuchung der Seevogel-Fisch Interaktion im Wattenmeer genutzt. Kernannahmen beider Modelle wurden durch eine vergleichende Untersuchung der saisonalen Abundanz- und Wachstumsdynamik von vier

wichtigen Beutefischarten und dem saisonalen Energiebedarf der Flusseeeschwalbenkolonie am Banter See getestet. Entgegen den Annahmen der Match-Mismatch-Hypothese (unimodaler Verlauf der Energiebedarfes des Räubers und der Beuteabundanz; ein Räuber hängt von einer Beuteart ab) waren sowohl der Energiebedarf der Seeschwalben als auch die Abundanz der Beutefische polymodal, und der Brutverlauf der Seeschwalben hing von mehr als nur einer Beutefischart ab. Unterschiede in der Nahrungsversorgung und den Brutparametern zwischen 2006 und 2007 zeigten, dass die Beuteabundanz mögliche Effekte zeitlicher und räumlicher Überlappung bei weitem kompensiert. Die zeitliche Komponente könnte nur dann wichtig werden, wenn die Nahrungsfischdichte unter einen –bisher unbekanntem– Schwellenwert unterschreitet. Entgegen den Vorhersagen der Central Place Foraging-Theorie wurden Heringsartige dem Stint und dem Wittling (*Merlangius merlangus*) vorgezogen, obwohl diese beiden Arten mehr Energie pro erbeutetem Individuum geliefert hätten. Kleine, aber energiereiche Beute wie Hering liefert vergleichsweise viel Energie pro Einheit Jagdaufwand durch sein konzentriertes Auftreten in Schwärmen. Diese lokal erhöhte Beutedichte kann allerdings bei zu hohen Wassertemperaturen verringert sein, wenn Heringe tieferes und kälteres Wasser aufsuchen.

Flusseeeschwalben würden von Beutefischen unterhalb ihrer maximalen Eintauchtiefe (40–50 cm) nur dann profitieren, wenn aus einer erhöhten Beutedichte in der Tiefe eine erhöhte Beutedichte nahe der Wasseroberfläche folgte. Es wurde daher untersucht, ob sich Abundanz und Längverteilung der wichtigsten Beutefische der Flusseeeschwalben in der gesamten Wassersäule in den Fängen aus den für die Flusseeeschwalben erreichbaren Tiefen widerspiegeln. Die Fischabundanz innerhalb und außerhalb der Reichweite der Seeschwalben war nicht in allen Fällen proportional zueinander. Die Beutefische hielten sich zumeist unterhalb der maximalen Eintauchtiefe der Flusseeeschwalben auf. Oberflächennah wurden nur äußerst geringe Fischdichten festgestellt, sodass es unwahrscheinlich erscheint, dass die großen Brutkolonien des Untersuchungsgebietes nur auf Grundlage der in den Prielen oberflächennah auftretenden Fische fortbestehen könnten. Folglich kann die Vertikalverteilung in tieferem Wasser, wie sie durch die Hamenfänge repräsentiert wird, nur einer von vielen Faktoren sein, welche die Nahrungsverfügbarkeit steuern. Physikalische und biologische Faktoren können nur dann die Nahrungsverfügbarkeit erhöhen, wenn die Beuteabundanz grundsätzlich groß genug ist, um ein Zusammentreffen zwischen Räuber und Beute in allen genutzten Jagdhabitaten hinreichend wahrscheinlich zu machen.

Nach erfolgreicher Jagd treffen die Seeschwalben individuelle Entscheidungen im Hinblick auf die Verwendung ihrer Beute. Die lokale Beutefischdichte, das Jagdverhalten und die Beutenutzung von Flusseeeschwalben

auf See und schließlich die Fütterungsbeobachtungen auf Minsener Oog wurden zusammenhängend ausgewertet. Qualitativ hochwertige Beute wurde überdurchschnittlich oft aus dem Jagdgebiet abtransportiert, während energiearme Beute fast immer vom jagenden Altvogel selbst konsumiert wurde. Die Beuteanteile für die Balz- und Kükenfütterung ähnelten denen, die aus dem Jagdgebiet abtransportiert wurden. Übereinstimmend mit anderen Studien wurde generell hochwertige Beute für die Balz- und Kükenfütterung genutzt, wogegen hohe Anteile minderwertiger Nahrung, die in die Kolonie gebracht werden, als Indiz für eine schlechte Nahrungssituation zu interpretieren wären. Da die Seeschwalben hochwertige Beute zum Füttern nutzen, könnte die Abundanz entsprechender Beutefischarten im Meer überschätzt werden, wenn die Schätzungen nur auf koloniebasierten Daten beruhen.

Obwohl der Bruterfolg der Flusseeeschwalben im Wesentlichen mit der Rekrutierung des Nordseeherings erklärt werden kann, haben weitere Faktoren einen Anteil an der verbleibenden Variabilität, z. B. andere Beutefische, saisonale Phänomene wie die räumlich-zeitliche Überschneidung des Vorkommens der Flusseeeschwalben mit der ihrer Beute, deren Abundanz und Wachstum, die lokalen Jagdbedingungen wie Wetter und Vertikalverteilung der Beute sowie das Verhalten fütternder Altvögel. Oberhalb einer Schwelle, ab der das Überleben adulter Seeschwalben gefährdet wäre, können individuelle Entscheidungen der Altvögel als Mechanismen wirken, um widrige Umweltbedingungen ggfs. zu kompensieren. Die Plastizität gegenüber einer variablen Nahrungsversorgung ist jedoch nicht stark genug, um die Assoziation zwischen dem Bruterfolg der Flusseeeschwalben und überregionalen Phänomenen wie die Jahrgangsstärke des Nordseeherings zu überlagern. Diese ökosystemare Kohärenz beeinflusst den Bruterfolg der Flusseeeschwalben auf lokaler Ebene durch eine erhöhte/verringerte Wahrscheinlichkeit einer hohen/geringen Dichte einer Hauptbeute im Wattenmeer. Bis 2002 war die überregionale Heringsabundanz in der Nordsee offenbar groß genug, Abundanzveränderungen im Wattenmeer zu kompensieren.

Nahrungsversorgung, Wetter und Prädation werden als wichtigste Einflussgrößen auf den Bruterfolg angeführt, jedoch wirkt die Nahrungsversorgung auch direkt auf die Kondition der Altvögel, wodurch möglicherweise hormonelle Prozesse begünstigt werden, welche die Bereitschaft verringern, in den Nachwuchs zu investieren. Dazu gehören eine verringerte Prädatorenabwehr und verringerter Jagdaufwand während Perioden schlechter Jagdbedingungen. Die Nahrungsversorgung kann auch vom Wetter beeinflusst sein, z. B. wenn in sehr warmen Jahren die Wassertemperatur eine Toleranzschwelle der Heringe überschreitet, diese daraufhin in tieferes und kälteres Wasser abwandern und so den Aktionsradius der Flusseeeschwalben

verlassen. Die Beute der Flusseeeschwalben variiert in ihrer Abundanz einerseits aufgrund der Nachwuchsproduktion außerhalb des Wattenmeeres, andererseits bestimmen lokale Lebensraumeigenschaften im Wattenmeer die Habitatqualität für die Fische. Beide Faktoren beeinflussen den Energiefluss zu höheren trophischen Ebenen.

Die Dissertation wurde am Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Wilhelmshaven, mit Unterstützung der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung (53-NWS-41/04) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (BE 916/1 bis 9) durchgeführt und umfasst folgende Publikationen:

Dänhardt A & Becker PH (eingereicht): North Sea Herring recruitment predicts chick growth and reproductive performance of Common Terns in the Wadden Sea.

Dänhardt A, Braasch A & Becker PH (eingereicht): The seasonality of seabird-fish overlap in the Wadden Sea.

Dänhardt A & Becker PH 2010: Does small-scale vertical distribution of juvenile schooling fish affect prey availability to surface-feeding seabirds in the Wadden Sea? J. Sea Res., doi:10.1016/j.seares.2010.11.002

Dänhardt A, Fresemann T & Becker PH 2010: To eat or to feed? Prey utilization of Common Terns *Sterna hirundo* in the Wadden Sea. J. Ornithol., doi: 10.1007/s10336-010-0590-0.

Literatur:

Frick S & Becker PH: Unterschiedliche Ernährungsstrategien von Fluss- und Küstenseeschwalbe (*Sterna hirundo* und *S. paradisaea*) im Wattenmeer. J Orn 136: 47-63.

Wagener M 1998: Praktische Hinweise für brutbiologische Untersuchungen an der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*). Vogelwelt 119: 279–286.