

Zugstrecken ändern sich

Vögel verfügen über eine Fähigkeit, die viele andere Organismen nicht besitzen: Die Mobilität über große Strecken und sogar ganze Kontinente innerhalb sehr kurzer Zeit. Der Vogelzug ist ein entsprechend weit verbreitetes Verhalten, mit dem Vögel immer möglichst nahe an optimalen Lebensbedingungen sein können – selbst wenn diese im Jahreslauf räumlich Tausende Kilometer voneinander entfernt liegen. Es ist nicht verwunderlich, dass dieses System von den Vögeln auch genutzt wird, um sich an geänderte Klimabedingungen anzupassen. Aber kann ein so komplexes Verhalten wie das Zugverhalten überhaupt schnell genug an neue Bedingungen angepasst werden? Und können wir heute schon absehen, welche Vögel besser dazu in der Lage sind als andere?

Wie wir heute wissen, sind große Teile des Zugverhaltens bei Vögeln genetisch gesteuert. Dennoch gibt es zahlreiche neuere Belege für Änderungen im Zugverhalten bezüglich der Länge saisonal zurückgelegter Zugstrecken und der Lage von Überwinterungsgebieten. Letzten Endes dient der Vogelzug dazu, die Individuen zu bestimmter Zeit an einen bestimmten Platz mit besonders vorteilhaften Umweltbedingungen zu bringen. Auf einem Planeten, auf dem sich über Jahrmillionen Gebirge auftürmen, Ozeane öffnen und schließen, Kontinente verschieben und immer wieder gewaltige klimatische Änderungen stattfinden, muss die Fähigkeit zur immer neuen Anpassung an geänderte Umweltbedingungen eine Grundvoraussetzung für Organismen seit deren frühesten Anfängen gewesen sein. Auch der

derzeitige Klimawandel schafft Veränderungen in Umweltbedingungen und damit die Notwendigkeit für Vögel, darauf, unter anderem auch mit ihrem Zugverhalten, zu reagieren.

Allerdings ist der Klimawandel nicht der einzige Faktor und andere – in der Regel durch den Menschen verursachte Änderungen – können die Effekte überlagern. So ist beispielsweise die Verkürzung der Zugwege litauischer Blässhühner um rund 1000 Kilometer durch das Vorhandensein im Winter eisfreier, warmer Kraftwerk-Speicherseen erklärbar und neue Überwinterungsplätze des Kranichs in Westfrankreich konnten sich durch Intensivierung des dortigen Wintergersteanbaus bilden. Auch die Entstehung eines neuen Überwinterungsgebietes mitteleuropäischer Mönchsgasmücken in Großbritannien ist wohl wesentlich stärker auf das große

Angebot geeigneter Fütterungen bei den Briten als auf Effekte des Klimawandels zurückzuführen. Andererseits können mildere Winter die genannten neuen Verhaltensstrategien durchaus auch unterstützen und in vielen Fällen wird eine klare Trennung zwischen Klimaeffekten und Auswirkungen anderer Umweltänderungen gar nicht möglich sein.

Vorstellungen zur Mikroevolution des Vogelzuges, wie sie beispielsweise von Peter Berthold an der Vogelwarte Radolfzell entwickelt und experimentell geprüft wurden, zeigen, dass sich auch genetisch fixiertes Zugverhalten mit den Werkzeugen der Evolution – Mutation, Selektion und Vervielfältigung – in relativ kurzer Zeit ändern lässt.

» Verkürzungen von Zugwegen

Mitarbeiter der drei deutschen Beringungszentralen haben 2004 die Wiederfunde im Winterhalbjahr von beringten Vögeln von 30 deutschen Brutvogelarten analysiert. Dabei konnten bei 13 Arten Hinweise auf eine Verkürzung der Zugwege, bei 11 Arten Hinweise auf eine Nordverschiebung des mittleren Überwinterungs-Breitengrades und bei 9 Arten eine Zunahme der Winterfunde im Umkreis von unter 100km um die Brutgebiete gefunden werden (siehe Tabelle). Nur bei wenigen Arten wurde die gegenläufige Entwicklung beobachtet. Sieben weitere Arten (Blau-meise, Kohlmeise, Rotkehlchen, Star, Hausrotschwanz, Beutelmeise, Rohr-



Beim Stieglitz ist die Datenlage nach Ring-Wiederfunden widersprüchlich: Einerseits nehmen Winterfunde im Umfeld der Brutplätze zu, andererseits steigt die durchschnittliche Zugweglänge der Gesamtpopulation an.

Foto: H. Glader, Niederrhein, 31.12.2007.



Mönchsgrasmücke unter Infrarotbeleuchtung im Zugruhekäfig. Die nächtlichen Bewegungen werden mit Sensoren aufgezeichnet. Auf diese Weise lässt sich die Menge an Zugaktivität von Kleinvögeln experimentell messen. Foto: Vogelwarte Radolfzell, September 1997.



Von der Mönchsgrasmücke gibt es aus Deutschland inzwischen zwar wenige, aber regelmäßige Winternachweise. Foto: H.-J. Fünfstück, Oberfanken, 3.5.2008.

ammer) aus dem selben Datensatz wurden kürzlich mit anderen Verfahren untersucht und für Blaumeise und Hausrotschwanz ergab sich ebenfalls eine statistisch relevante Verkürzung der mittleren Zugstrecken.

Alvaro Soutullo untersuchte 2003 insgesamt 66 Brutvogelarten aus dem noch umfangreicheren Datensatz britischer und irischer Ringfunde in ganz ähnlicher Weise und

fand bei 27 Arten Hinweise auf eine Überwinterung in zunehmend nördlichen Breiten und bei 11 Arten eine Verschiebung der mittleren Breitengrade der Winterfunde nach Süden. Übereinstimmend zeigen beide Studien und Befunde aus zahlreichen anderen Regionen Folgendes:

- Bei der Mehrheit der Arten mit nachgewiesener Zugwegänderung oder mit nachgewiesener Änderung

der Lage des Winterquartiers fällt diese Änderung zugunsten einer Reduzierung des Zugverhaltens aus;

- diese Änderungen können aber keinesfalls pauschal für alle Arten angenommen werden, denn es gibt durchaus auch gegenläufige Entwicklungen.

» Verlängerungen von Zugwegen

Zunächst klingt es überraschend, dass auch die Verlängerung von Zugwegen unter Umständen eine Folge der Klimaerwärmung sein kann. Als ein anderer Effekt des Klimawandels wird jedoch häufig die Einwanderung südlicher Brutvogelarten in nördlichere Breiten angegeben. Sofern sich die Wintergebiete dieser sich nordwärts ausdehnenden Arten nicht ebenfalls verschieben, müssen wir hier von einer Verlängerung der Zugwege ausgehen. Handfeste Daten gibt es dazu jedoch leider noch nicht. Beim Bienenfresser darf angenommen werden, dass die Brutvögel in Mitteleuropa ebenso in die Wintergebiete südlich der Sahara fliegen, wie dies die Bienenfresser aus dem Mittelmeerraum auch tun. Dies entspricht einer Zugwegverlängerung für die nördlichen Brutvögel von ein- bis zweitausend Kilometern. Ähnliches gilt für den Stelzenläufer, der seine Brutverbreitungsgrenze in Frankreich, der Ukraine und Russland deutlich nordwärts verschoben hat, aber regelmäßig offenbar immer noch nur südlich des 40. Breitengrades überwintert. Weiterhin fehlen Hinweise darauf, dass die von Osten nach Europa vordringenden Zitronstelzen etwas anderes täten als ihre Artgenossen in den ursprünglichen Brutgebieten, nämlich den Winter in Indien und Südostasien zu verbringen. Hier gibt es noch eine Reihe weiterer Beispiele, die allerdings auch bewusst machen, wie spärlich unsere verfügbaren Informationen über die Überwinterungsgebiete vieler Arten ohnehin schon und erst recht in Zeiten großer Veränderungen sind.

» Änderungen in Teilzieherpopulationen

Neben den Veränderung von Zugwegen und der Verschiebung von Überwinterungsgebieten ist durch die

Die Nordgrenze der Brutverbreitung des Stelzenläufers hat sich nordwärts verschoben, während Überwinterungsgebiete nach wie vor südlich des 40. Breitengrades liegen. So kann Klimaerwärmung auch zu längeren Zugwegen führen. Foto: M. Schäf. Apulien, Italien, 17.6.2005.



Klimaerwärmung eine Zunahme des Standvogelanteils in Teilzieherpopulationen zu erwarten. Unter Teilzieherpopulationen verstehen wir solche Populationen, in denen ein Teil der Individuen abwandert, ein anderer Teil im Brutgebiet überwintert. Eine Art, die seit den 1960er Jahren diesbezüglich einen sehr auffälligen Wandel vollzogen hat, ist die die Amsel. Als ursprünglicher Waldbewohner zeigte sie noch recht ausgeprägtes Zugverhalten, das Vögel abseits menschlicher Siedlungen auch bis heute weitgehend beibehalten haben. Amseln in Städten und Dörfern sind dagegen heute ganz überwiegend Standvögel, die allenfalls kurze Ausweichbewegungen bei harten Witterungslagen im Winter ausführen. Allerdings gilt auch hier, dass es sehr wahrscheinlich nicht nur der Klimawandel war, der diese Entwicklung begünstigt hat, sondern auch die aufkommende Gartenkultur, deren kurze Rasen fast ganzjährig Regenwürmer für die Amseln zugänglich machen. Selbstverständlich unterstützen aber auch mildere Winter mit kürzeren Schneelagen solche Entwicklungen.

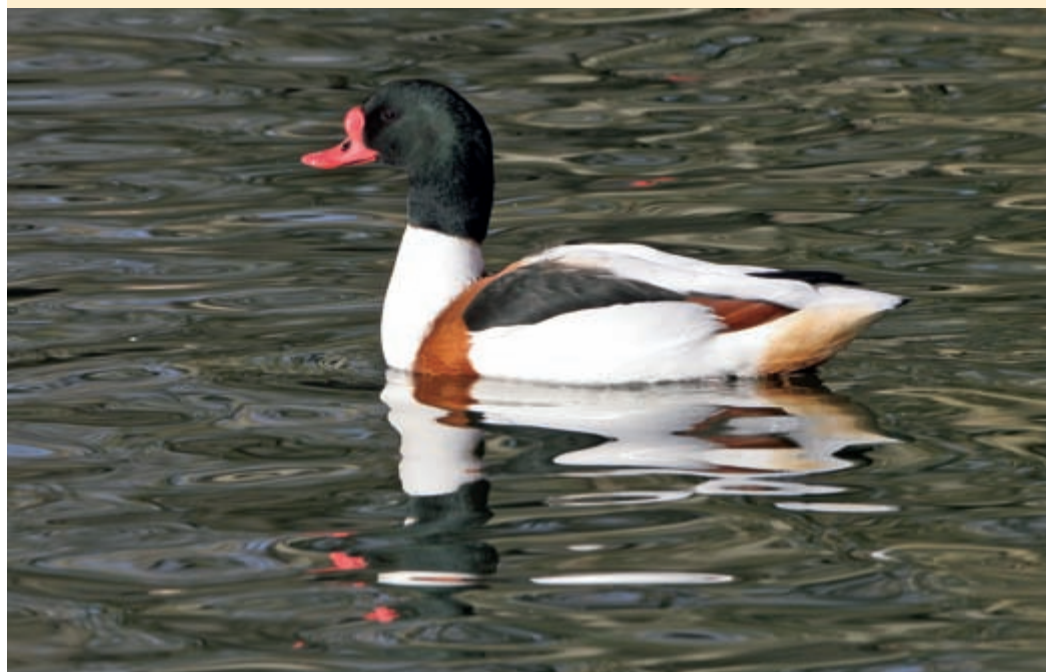
Überwinterungsnachweise von Arten, die eigentlich klassische Kurz- oder Mittelstreckenzieher sind, wie Zilpzalp, Hausrotschwanz oder Mönchsgrasmücke, nehmen in den letzten Jahren deutlich zu. Allerdings ist von diesen Vögeln nahezu immer unbekannt, ob es Lokalvögel sind, die nun also als echte Standvögel im Winter im Brutgebiet ausharren, oder ob es Zuzügler aus weiter nördlichen

Brutgebieten sind, die demnach nur ihren Zugweg verkürzt haben. Die Beringung oder anderweitige individuelle Markierung solcher Überwinterer verspricht spannende neue Aufschlüsse zu dieser Frage.

Soweit es sich in der Tat um Vögel handelt, die neuerdings in größerem Umfang im oder sehr nahe beim Brutgebiet überwintern, bedeutet dies eine Vergrößerung des Anteils der Nichtzieher in einer Teilzieherpopulation. Solche Teilzieherpopulationen bilden den Schlüssel für rasche Änderungen des Zugverhaltens. Wie Peter Berthold in seinem klassischen Zweiwege-Selektionsexperiment an einer südfranzösischen Teilzieherpopulation der Mönchsgrasmücke zeigte, können sich Teilziehergruppen innerhalb weniger Jahre zu reinen

Ziehern oder zu reinen Standvögeln entwickeln. Berthold und seine Kollegen registrierten von südfranzösischen Mönchsgrasmücken in speziellen Messkäfigen die Menge der nächtlichen Zugruhe, die ein Maß für nächtliche Wanderaktivität darstellt. Sie fanden zunächst ein Verhältnis von 75% Ziehern zu 25% Nichtziehern. Indem sie in den Folgejahren immer nur Zieher mit Ziehern und Nichtzieher mit Nichtziehern verpaarten und deren Junge wiederum auf ihre Zugruhemenge getestet haben, simulierten sie jeweils einen starken Selektionsdruck in die eine wie in die andere Richtung. Bereits nach drei Generationen hatte sich die eine Gruppe zu fast reinen Ziehern entwickelt, die andere nach sechs Generationen zu fast reinen

Der Anteil nicht ziehender Brandgänse nimmt laut Beringungs-Wiederfunddaten in Deutschland zu. Der Effekt wird durch das Auftreten halbzahmer Vögel noch verstärkt. Foto: H.-J. Fünfstück. Starnberger See, 3.2.2008.



Standvögeln. Es liegt auf der Hand, dass dieses Teilziehverhalten eine vorteilhafte Flexibilität darstellt, die innerhalb weniger Jahre deutliche Anpassungen der Zugstrategie an geänderte Umweltbedingungen zulässt. In einem späteren Experiment an südwestdeutschen Mönchsgrasmücken konnte Berthold zeigen, dass es genügt, jeweils die Individuen mit am schwächsten ausgeprägter Zugruhe miteinander zu verpaaren und dies jeweils auch bei deren Nachfolgenerationen genauso zu tun. Die mittlere Zugruhemenge in dieser Versuchsgruppe ging innerhalb weniger Generationen merklich

zurück bis hin zum Auftreten der ersten Vögel ohne Zugruhe schon nach wenigen Jahren. Diese Ergebnisse zeigen einerseits, wie rasant Zugstreckenänderungen im Freiland auftreten können und sie belegen außerdem den bemerkenswerten Zusammenhang zwischen Zugunruheaktivität (im Freiland: Zugweglänge) und dem Anteil an Nichtziehern in Teilzieherpopulationen. Übertragen auf das Freiland bedeutet dies, dass Vögel, die weniger weit wandern und daraus Vorteile ziehen, einen höheren Bruterfolg haben könnten als ihre weiter wandernden Artgenossen, dadurch die Genotypen mit weniger

ausgeprägter Zugneigung zunehmen und so in der gesamten Population die Zugstrecken abnehmen.

» Wo liegen die Vorteile?

Es bleibt die Frage zu klären, ob weniger weites Wandern wirklich Vorteile bringt und wo diese liegen. Klar ist, dass eine Reduktion von Zugverhalten ein Risiko bedeutet, bei ungewöhnlich harten winterlichen Witterungslagen zugrunde zu gehen. Der gegenwärtige Klimawandel und direkte Aktivitäten des Menschen haben dieses Risiko aber offensichtlich bereits so weit reduziert, dass viele Vogelpopulationen den Weg einer Verringerung der Zugausprägung eingeschlagen haben.

Verschiedene Vorteile, die neuerdings also die Risiken zu überwiegen scheinen, werden diskutiert:

- Vögel, die in nördlicheren Breiten überwintern, erleben im Winter längere Nächte und kürzere Tage. Dies führt, wie Tim Coppack an der Vogelwarte Radolfzell durch Simulationsexperimente bei Gartengrasmücken, Trauerschnäppern und Gartenrotschwänzen zeigen konnte, zu einer früheren saisonalen Reifung der Geschlechtsorgane und daher zur Möglichkeit, früher in der Saison mit der Brut zu beginnen. Nehmen auch die günstigen Witterungsbedingungen im zeitigen Frühjahr zu, führt dies zu einer möglichen Verlängerung des Brutfensters und vor allem kleine Vogelarten haben mehr Chancen zu Ersatz- oder Zweitbruten und damit zu einer Erhöhung ihres Bruterfolges.
- Vögel, die sich schon sehr frühzeitig in einem Brutrevier niedergelassen haben, verfügen bereits über Ortskenntnis und sind bei Revierkämpfen als Revierinhaber in vielen Fällen einem Eindringling überlegen. Wer früh ankommt oder gar nicht beziehungsweise allenfalls eine kurze Strecke weggewandert war, kann demnach qualitativ bessere Reviere belegen als spätere Ankömmlinge. Auch dies wird ihm letztlich wieder zu einem höheren Bruterfolg verhelfen.
- Schließlich wird noch vermutet, dass Vögel, die unter härteren Wetterbedingungen überwintert haben,

Festgestellte Änderungen im Zugverhalten von 30 Vogelarten in Deutschland auf der Basis von Wiederfinden beringter Individuen.

1 Stichprobengröße; es sind nur solche Vögel berücksichtigt, die im Brutgebiet und zur Brutzeit beringt und im Winter wiedergefunden wurden; 2 ausgewertete Zeitspanne in Abhängigkeit von der Datenlage; 3 Hinweise auf zunehmende Zahl von Wiederfinden im Umkreis von weniger als 100 km vom Beringungsort; 4 Mittlere Entfernung zwischen Beringungsort (Brutgebiet) und Fundort (Wintergebiet); 5 Verschiebung des Mittelwertes des Breitengrades, auf dem die Winterfunde stattfanden.

Angaben in Klammern sind nur auf dem 10%-Signifikanzniveau abgesichert, alle anderen Angaben auf dem 5%-Signifikanzniveau. Nach Fiedler, Bairlein & Köppen (2004; in Møller u. a.: Birds and Climate Change). Zur Berechnungsweise und methodischen Diskussion siehe dort.

Vogelart	1 Anzahl	2 Zeitraum	3 Lokal	4 Zugweg	5 Verschiebung Breitengrad
Kormoran	100	1965 – 1996	ja		
Graureiher	358	1925 – 2000			
Brandgans	28	1950 – 1973	ja	verkürzt	nordwärts
Stockente	201	1929 – 2000			
Rotmilan	207	1952 – 2001	ja		
Mäusebussard	387	1960 – 1986	ja		nordwärts
Sperber	490	1922 – 2002	ja	verkürzt	nordwärts
Turmfalke	845	1928 – 2001		(verkürzt)	
Blässhuhn	190	1954 – 1991	ja	(verkürzt)	
Austernfischer	223	1927 – 2001			
Flussregenpfeifer	34	1953 – 1986		(verkürzt)	(nordwärts)
Kiebitz	557	1950 – 2001		verkürzt	nordwärts
Lachmöwe	531	1928 – 2002		(verkürzt)	nordwärts
Sturmmöwe	364	1928 – 1994		verkürzt	
Hohltaube	170	1978 – 2001		verlängert	
Ringeltaube	152	1922 – 1999		verlängert	südwärts
Bachstelze	58	1950 – 1992			südwärts
Heckenbraunelle	28	1934 – 1979			
Hausrotschwanz	72	1960 – 1990	ja	verkürzt	nordwärts
Amsel	226	1954 – 2002		verkürzt	nordwärts
Singdrossel	255	1924 – 2000		verlängert	
Star	156	1925 – 2001		verlängert	südwärts
Buchfink	79	1927 – 2002			
Grünfink	52	1922 – 1980	ja	verkürzt	nordwärts
Stieglitz	33	1928 – 1998	ja	verlängert	
Zeisig	60	1959 – 1984			nordwärts
Gimpel	58	1954 – 1976		verkürzt	
Kernbeisser	111	1954 – 1985			nordwärts
Goldammer	31	1929 – 1977		(verkürzt)	
Rohrhammer	40	1962 – 1992			

eine gewisse Abhärtung gegenüber solchen raueren Wetterlagen entwickelt haben und dadurch robuster gegen Spätwintereinbrüche sind, die Zuwanderer aus Süden im Frühjahr in ihren Brutrevieren buchstäblich „kalt erwischen“ können.

Erste sichere Belege für Vorteile der weniger weit wandernden und früher eintreffenden Fraktion einer Vogelpopulation gegenüber den weiter wandernden Artgenossen stammen wiederum von der Mönchsgrasmücke. Vogelkundler der Universität Glasgow um Stuart Bearhop konnten gemeinsam mit Wissenschaftlern der Vogelwarte Radolfzell zeigen, dass früh eintreffende Vögel, die den Winter in Großbritannien oder Irland verbracht hatten, einen höheren Brut-erfolg haben als solche, die in Spanien überwintert hatten. Sie entdeckten

auch, dass die Angehörigen jeweils einer Strategie auch eine höhere Wahrscheinlichkeit hatten, mit einem Partner zu brüten, der dieselbe Strategie verfolgt. Auf diese Weise gibt es weniger Hybriden mit vermutlich wenig nützlichem Mischlingsverhalten und die Ausprägung der jeweils erfolgreicherer Variante kann noch schneller vonstattengehen. Das diese sogenannte assortative Verpaarung auch den freien Genfluss innerhalb der Population behindert und eine Aufteilung in zwei genetisch unterschiedliche Gruppen fördert, ist ein weiterer, evolutionsbiologisch ausgesprochen spannender Aspekt.

» Wo liegen Gefahren?

Obwohl also derzeit Vorteile für zumindest manche Arten bestehen, die ihre Zugaktivitäten reduzieren und ihre Überwinterungsgebiete ver-

schieben, muss aber auch davon ausgegangen werden, dass einige Arten dadurch in Schwierigkeiten kommen. Der prognostizierte weitere Rückgang von Winterniederschlägen im Mittelmeerraum beispielsweise wird sich auf die Produktivität mediterraner Lebensräume und damit auch auf die Überwinterungsgebiete vieler unserer Kurzstreckenzieher und auf wichtige Rastgebiete von Trans-Saharaziehern auswirken. Weitstreckenzieher könnten dem immer zeitigeren Frühlauseinzug in Europa möglicherweise nicht folgen und daher relativ gesehen mit ihren Bruten zu spät anfangen (siehe Beitrag „Veränderung von Zugzeiten“ in diesem Heft) und es könnte ihnen dann wegen verschlechterter Bedingungen im Mittelmeerraum die Möglichkeit fehlen, dies durch eine Nordverschiebung der Wintergebiete zu kompensieren. Hinzu kommt, dass zumindest in weiten Teilen Europas viele Arten heute nur noch kleine Flecken geeigneter Brut-, Rast- und Winterhabitate vorfinden. Wenn eine Verschiebung dieser Gebiete aus klimatischen Gründen also sinnvoll wäre, ist längst nicht gesagt, dass an den entsprechenden Stellen dann auch geeignete Habitate zur Verfügung stehen.

All diese Befürchtungen klingen zwar plausibel, sind aber überwiegend noch Spekulation. Klar ist allerdings, dass es schon heute Vogelarten gibt, die durch Änderung ihres Überwinterungsverhaltens in einer veränderten Umwelt Vorteile erleben werden und andere, die zu solchen Änderungen nicht in der Lage sind, dadurch erheblich benachteiligt sein werden.

Wolfgang Fiedler

Auch mitteleuropäische Sperber gehören zu den Arten, die ihre Zugwege verkürzen.

Foto: H.-J. Fünfstück, Garmisch-Partenkirchen, 16.2.2008.



Literatur zum Thema:

- Bearhop, S., W. Fiedler, R. W. Furness, S. C. Votier, S. Waldron, J. Newton, G. J. Bowen, P. Berthold & K. Farnsworth (2005): Assortative Mating as a Mechanism for Rapid Evolution of a Migratory Divide. *Science* 310: 502-504.
- Berthold, P. (2007): Vogelzug – Eine aktuelle Gesamtübersicht. 5. Auflage. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Møller, A., W. Fiedler & P. Berthold (Eds., 2004): *Birds and Climate Change. Advances in Ecological Research* 35, Elsevier, London.