

Aus der Station Randecker Maar, Vogelzug — Insektenwanderungen
mit Förderung des Naturschutzbund Deutschland (DBV) Landesverband Baden-Württemberg,
des Landes Baden-Württemberg und des Forschungsfonds der DO-G

Zugzeiten und Zugmuster im Herbst: Einfluß des Treibhauseffekts auf den Vogelzug?

Wulf Gatter

Einleitung

Heute sprechen zahlreiche Faktoren dafür, daß sich die Zusammensetzung der Erdatmosphäre als Folge menschlicher Eingriffe in den letzten Jahrzehnten in immer schneller werdendem Tempo verändert. 1990 galt weltweit als das wärmste Jahr seit Beginn der Klimamessungen vor 100 Jahren. Acht der wärmsten 10 Jahre seit 1900 liegen nach 1980. Die Erde wird in nächster Zukunft eine globale Erwärmung erfahren, die auf menschliche Einflüsse zurückgeht (CRUTZEN & MÜLLER 1989, DOBSON et al. 1989, BOER et al. 1990, Bundesmin. ELF 1991). Der zu erwartende Treibhauseffekt geht danach vor allem auf den Anstieg von CO₂ zurück, der heute 1—2 % beträgt. Die Oberflächentemperatur der Erde hat seit 1900 um etwa 0,5—0,7 °C zugenommen. Die mitteleuropäische Jahresdurchschnittstemperatur ist von 8,9 °C (1901—1944) auf 9,3 °C (1945—1988) angestiegen. Die Wärmezunahme in Mitteleuropa betrifft dabei besonders die Monate April bis Dezember mit Schwerpunkt in den Herbstmonaten (RAPP 1991).

Der jahreszeitlich straffe Ablauf des Zuges läßt bei vielen Vogelarten auf eine entsprechend endogene Programmierung der Zugzeiten schließen. Andererseits müssen Vögel in der Lage sein, auf Änderungen der Außenwelt zu reagieren, um überleben zu können. Offensichtlich sind auch Anpassungen an sich rasch ändernde Außenfaktoren genetisch eingeplant (VÄLIKANGAS 1933, BERTHOLD 1990 a).

Die anthropogen bedingten Änderungen unseres Klimas haben sich in den letzten 20 Jahren am gravierendsten ausgewirkt. Zu erwartende Änderungen für die Vogelwelt hat BERTHOLD (1990 b) prognostiziert. Mit den Zugdaten des Randecker Maares haben wir ein großes Zahlenmaterial von nunmehr 21 Jahren. Unter strikt standardisierten Bedingungen erhoben, eignet es sich zu einer Betrachtung eventuell stattfindender Änderungen im jahreszeitlichen Zugablauf der Vögel.

Material und Methode

Am Randecker Maar (48.35 N, 9.31 E) werden seit 1970 mit standardisierten Methoden planmäßig ganze Zugperioden registriert (GATTER 1978). Der Zeitraum von Mitte August bis zum 6. November wurde in allen Jahren lückenlos erfaßt.

An Material aus 18 Zugperioden der Station Randecker Maar konnte gezeigt werden (GATTER 1991), daß die Annäherung von ± 1 Tag zum endgültigen Medianwert teilweise schon

nach zwei bis vier Jahren, im Durchschnitt von 32 ausgewerteten Arten bei 6,6 Jahren erreicht wurde. Die 21 erfaßten Zugperioden bieten sich demnach an, sie in drei Siebenjahresperioden aufzuteilen und deren kumulierte Medianwerte = Mkn (GATTER 1991) getrennt zu berechnen. Von 46 häufigen Vogelarten, deren Zuganfang und -ende zuverlässig erfaßt wurde, sind die kumulierten Mediane der drei Siebenjahresperioden verglichen worden.

Um Änderungen im Zugverhalten bei Vögeln mit unterschiedlichen Migrationsstrategien zeigen zu können, empfiehlt es sich, die Mkn von Kurz- und Langstreckenziehern einerseits, die von Passeres und Non-Passeres andererseits getrennt zu betrachten.

Hierzu wurden die Mkn-Werte von 1984–90 jenen von 1970–76 gegenübergestellt. Weiterhin wurde geprüft, ob die Entwicklung über die drei Zeiträume kontinuierlich oder diskontinuierlich verlief.

Als Vergleichswerte zu den Mkn der einzelnen Arten wurden Daten zum klimagebundenen Herbstbeginn (RAPP 1991) von zwei süd- und zwei norddeutschen Meßstationen herangezogen. Die daraus hier verwendeten Werte beziehen sich auf 1970–1983 und entsprechen damit dem 1. und 2. Siebenjahresintervall der Zugvogelregistrierung am Randecker Maar.

Mehr als 330 Mitarbeiter haben seit 1970 an diesem Projekt mitgearbeitet. Ihnen und all jenen, die sich an der Betreuung der Station beteiligten oder sie finanziell unterstützten, möchte ich auf diesem Wege meinen herzlichen Dank aussprechen. C. SCHÖNWIESE und J. RAPP vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Goethe-Universität in Frankfurt a. M. danke ich für Daten zur klimatischen Verschiebung des Herbstanfangs in Deutschland, B. FRENZEL, Hohenheim, für Unterlagen zur Klimatologie. H. G. BAUER und A. HELBIG fertigten bzw. überarbeiteten dankenswerterweise das englische Summary.

Ergebnis

Kurzstreckenzieher

Passeres

Bei 19 von 28 Arten (68 %) verschob sich der Mkn des dritten Siebenjahreszeitraums gegenüber dem ersten auf spätere Daten. Bei 14 Arten vollzog sich dieser Wandel über die drei Zeiträume kontinuierlich.

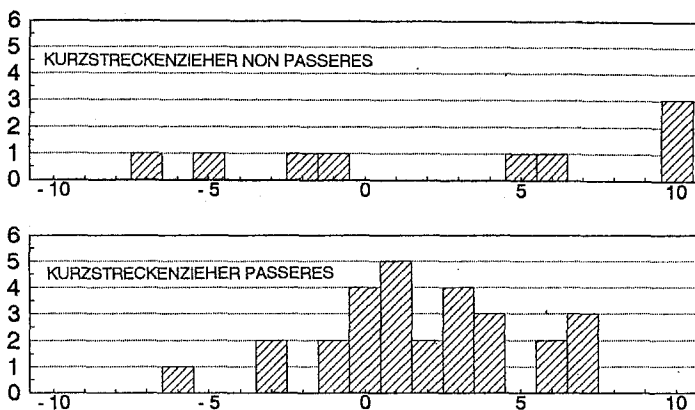


Abb. 1: Verschiebung von kumulierten Medianwerten in Tagen zwischen 1970–1976 und 1984–1990 bei 9 kurzstreckenziehenden Non-Passeres und 28 kurzstreckenziehenden Passeres am Randecker Maar, Schwäbische Alb. — Changes of cumulated median dates from 1970–76 and 1984–90 in 9 non-passerine and 28 passerine short-distance migrants at Randecker Maar, Schwäbische Alb, Southern Germany.

Vier Arten (14 %) zeigten keine Abweichung vom ersten zum dritten Siebenjahresdurchschnitt, bei fünf (18 %) ergab sich eine Vorverlegung des siebenjährigen Mkn, davon bei einer Art kontinuierlich (Abb. 1).

Non-Passereres

Von neun registrierten Arten zeigten zwei Greifvogel- und zwei Taubenarten (*Milvus milvus*, *Falco tinnunculus*, *Columba palumbus* und *Columba oenas*) eine Vorverlegung der Medianwerte (3 x kontinuierlich), *Accipiter nisus*, *Falco columbarius*, *Circus cyaneus* und *Buteo buteo* sowie *Picoides major* dagegen ausnahmslos kontinuierlich verlaufende Verspätungen der Medianwertreihen über die drei Siebenjahresreihen (Abb. 1).

Zwei weitere Arten (*Ardea cinerea*, *Phalarocorax carbo*) konnten trotz kontinuierlicher Entwicklung der Medianwertreihen (1 x positiv, 1 x negativ) nicht berücksichtigt werden, weil im ersten Siebenjahresintervall die Zahl der Durchzügler zu gering war.

Langstreckenzieher

Passeres

Unter den fünf registrierten Arten zeigten die beiden häufigsten Schwalben (*Hirundo rustica*, *Delichon urbica*) Vorverlegungen der Medianwerte, bei zwei Arten (*Motacilla flava*, *Anthus campestris*) verschob sich der Mkn auf spätere Daten. Ein konstant gebliebener Durchzugstermin ergibt sich beim Baumpieper (*Anthus trivialis*). Beim Brachpieper hat sich der Medianwert am Randecker Maar seit den 60er Jahren (GÄTTER 1970) vom 2. 9. kontinuierlich auf den 9. September verschoben (1970–76: 4. 9., 1977–83: 5. 9., 1984–90: 9. 9.) bei gleichzeitigem katastrophalem Rückgang.

Non-Passereres

Zwei Arten (50 %) zeigten kontinuierliche Vorverlegung der Medianwerte (*Falco subbuteo*, *Circus aeruginosus*). Der Medianwert beim Fischadler (*Pandion haliaetus*) hat sich auf 4 Tage später verschoben. Beim Wespenbussard (*Pernis apivorus*) trat keine Änderung ein (Abb. 2).

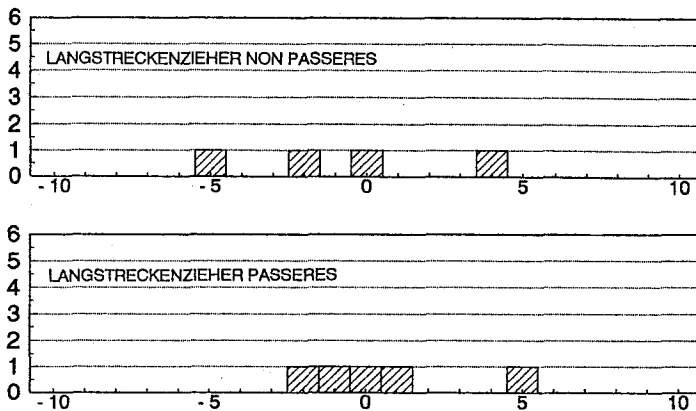


Abb. 2: Verschiebung der kumulierten Medianwerte von 9 Langstreckenziehern zwischen 1970–1976 und 1984–1990. — Changes of cumulated median dates from 1970–76 and 1984–90 in 9 long-distance migrants.

HERBSTANFANG IN NORD- UND SÜDDEUTSCHLAND

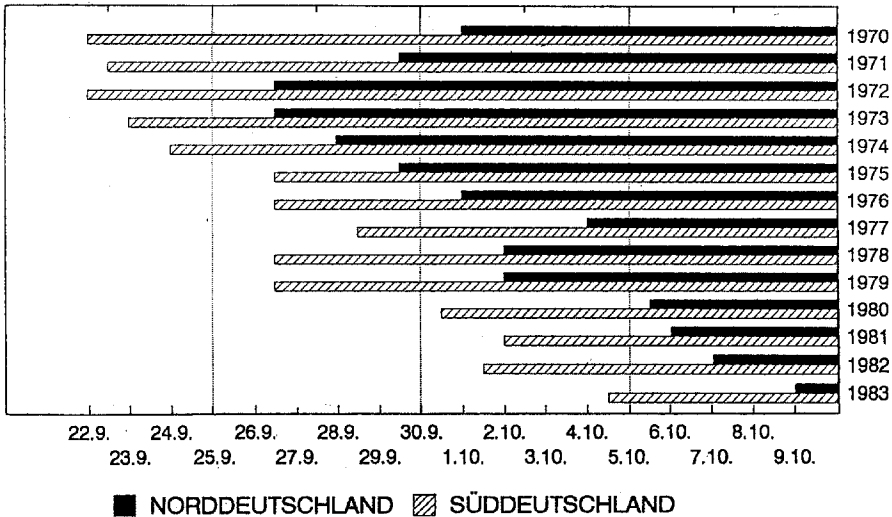


Abb. 3: Verschiebung des klimagebundenen Herbstanfangs von 1970–1983 in Norddeutschland (Stationen Schleswig und Travemünde: schwarze Säulen) und Süddeutschland (Heilbronn und Ulm: schraffiert). — Shift of the weather-related onset of autumn from 1970 to 1983 in Northern Germany (meteorological stations Schleswig and Travemünde = black bars) and Southern Germany (Heilbronn and Ulm = hatched bars).

Meteorologische Vergleichswerte

Der temperaturgebundene Beginn des Herbstes hat sich 1949–1985 vor allem im Mittelgebirgsraum um bis zu neun Tage verspätet (RAPP 1991). Der Herbstbeginn fiel 1970–1976 im nördlichen Deutschland (Stationen Schleswig und Travemünde) im Mittel auf den 30. 9. und lag damit fünf Tage vor dem Datum für 1977–1983. Im Süden Deutschlands (Stationen Heilbronn und Ulm) differierten die Daten sogar um sechs Tage (Abb. 3). Über die Einzeljahre lagen die Herbstanfänge 1970–1976 relativ eng um den 30. 9. Ein deutlicher Trend zu späterem Einsetzen des Herbstes, auch im süddeutschen Raum, ist jedoch 1977–1983 zu registrieren.

Die Eintrittstemperaturen des Herbstes liegen im Mittel bei 12,9° C (Heilbronn) und 11,1° C (Ulm). Für den norddeutschen Raum liegen mir keine Werte vor.

Interessanterweise veränderten sich die Termine des Winteranfangs bei den norddeutschen Stationen in den beiden Untersuchungszeiträumen nicht. Für Süddeutschland liegen leider noch keine Vergleichswerte vor.

Diskussion

Das globale Klima weist starke rhythmische Schwankungen auf. Sie traten während der letzten 700 000 Jahre mit Phasenlängen für die Kalt- oder Eiszeiten von ungefähr

100 000 Jahren ein, für die Warmzeiten oder Interglaziale mit solchen von etwa 10 000 bis 15 000 Jahren. Während der letzten 5000 Jahre war das Klima von Nordafrika bis nach Mitteleuropa dem heutigen sehr ähnlich (FRENZEL 1988).

Daneben kennen wir seit langem kürzere Phasen wärmeren Klimas mit stärkerem atlantischem Einfluß auf die Winter, wie 1850—1870 und 1900—1930, bzw. Abkühlungen mit mehr kontinentalem Einfluß, wie 1880—1895. Mildere Temperaturen während der Vegetations- und Brutzeit haben in diesem Jahrhundert zu nordgerichteten Ausbreitungen von Brutvögeln in Skandinavien geführt (MERIKALLIO 1951, VÄISÄNEN 1969).

Auch für Mitteleuropa ist in zahlreichen Fällen versucht worden, Bestandsschwankungen und Arealveränderungen mit Klimaschwankungen der letzten 100 Jahre in Verbindung zu bringen (z. B. NIEBUHR & GREVE 1961, PEITZMEIER 1956, NIEHUIS 1969, LEFRANC 1970, GATTER 1970).

Angeichts der zahlreichen Außeneinflüsse, die auf eine Vogelart einwirken, führen solche Untersuchungen in der Regel nur zu der Aussage, daß ein Einfluß klimatischer Faktoren wahrscheinlich ist. Deshalb wurde hier der Versuch gemacht, den Einfluß von Witterungsparametern auf greifbare Änderungen jahreszeitlicher Zugabläufe zu untersuchen.

Kurzstreckenzieher können auf der Grundlage ihres genetischen Programmes offensichtlich extrem rasch auf sich ändernde Migrationsbedingungen reagieren. VÄLINKANGAS (1933) hatte dies bereits mit der Verfrachtung englischer Standvögel bewiesen, die in Finnland zu Zugvögeln wurden. BERTHOLD et al. (1990) kamen mit Kreuzungsversuchen unter Laborverhältnissen zu dem Ergebnis, daß Mönchsgrasmücken einer südfranzösischen Teilzieherpopulation bereits nach vier bis sechs Generationen zu einer fast nicht mehr ziehenden Population werden können.

Damit ergeben sich für Kurzstreckenzieher unter den heutigen Bedingungen einer raschen Erwärmung eine Reihe evolutiver Vorteile:

1. Verlängerung der Brutsaison (mit teilweise höherer Brutenzahl);
2. geringere Jugendverluste;
3. bessere Ressourcennutzung im mitteleuropäischen Brut- und Durchzugsgebiet;
4. teilweise Änderung vom Zug- zum Standvogel mit geringeren Verlusten in den milderen Wintern;
5. geringere Verluste während des Zuges.

In nur 14 Jahren gegenüber 1970—76 haben sich bei 68 % der kurzstreckenziehenden Passeres Verspätungen der mittleren Wegzugstermine ergeben und nur bei 18 % Vorverlegungen (Abb. 4).

Bei den kurzstreckenziehenden Non-Passerres zeigten drei Arten eine Vorverlegung um mehr als einen Tag (*Milvus milvus* —7, *Columba palumbus* —5, *Columba oenas* —2 Tage).

Die übrigen fünf Arten verschoben ihren Mkn über die Siebenjahresintervalle kontinuierlich nach hinten (Abb. 2): *Falco columbarius* +5, *Accipiter nisus* +6, *Circus cyaneus*, *Buteo buteo* und *Picoides major* je +10 Tage.

Vorverlegungen der Medianwerte müssen bei Kurzstreckenziehern keineswegs bedeuten, daß die Art generell früher zieht. Die früher am Randecker Maar durchziehende Population kann sich z. B. in eine Zieher- und Standvogelpopulation aufgeteilt haben. Die ursprünglich früh ziehende (z. B. Jungvögel) wandert weiterhin, die früher spät ziehende fällt aus, da ihre Angehörigen weitgehend zu Standvögeln wurden. Dies ist ganz offensichtlich bei der Ringeltaube (*Columba palumbus*) geschehen. Einer zunehmenden Entwicklung zum Standvogel in Polen (TOMIALOJC briefl.), der Herkunftsrichtung der Randecker Maar-Tauben, steht im Randecker Maar ein Rückgang (GATTER et al. 1990) und die Medianvorverlegung (−5 Tage) gegenüber. Dies ist auch für die Hohltaube andeutungsweise belegt (KLAFS & STÜBS 1987) und vom Rotmilan schon seit langem bekannt (ULFSTRAND 1970).

Die verschiedensten Änderungen in Populationen und ihrer Alterszusammensetzung können bei gleicher Ursache, hier dem Klima, sowohl zu Vorverlegungen als auch zu Verspätungen des Medianwerts führen. Korrelationen zwischen zu- und abnehmenden Arten einerseits und Vorverlegungen bzw. Verspätungen der Mediane konnten nicht gefunden werden (GATTER 1991).

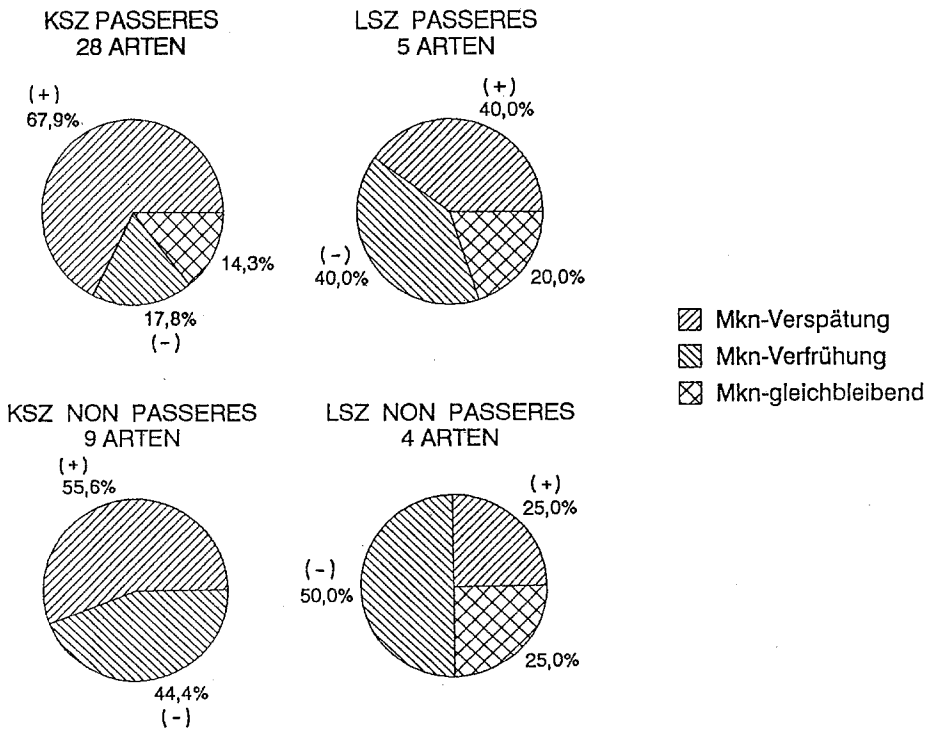


Abb. 4: Prozentuale Anteile der Medianwertverschiebung zwischen 1970–1976 und 1984–1990 bei Kurzstreckenziehern (KSZ) und Landstreckenziehern (LSZ). „+“ Verspätung, „-“ Vorverlegung des Medianwertes. — Percentage share of change in median dates between 1970–76 and 1984–90 in short- (KSZ) and long-distance (LSZ) migrants. „+“ delayed, „-“ advanced median dates of migration.

Auf Langstreckenzieher wirken Faktoren ein, die mögliche Vorteile durch späteren Zug wieder aufheben. Sollte ein Vogel auf wärmere Herbsttemperaturen mit längerem Verweilen in Europa reagieren, verpaßt er die günstige Ankunftszeit südlich der Sahara. Durch den Monsun ergrünt die Vegetation am Südrand der Sahara durchschnittlich zwischen Ende Juli und Mitte August (MOREL 1973, ELGOOD 1982).

Der Regenzeit folgt anschließend unter dem Einfluß des austrocknenden Nordostpassats rasch nach Süden fortschreitende Dürre. Das Verlassen Europas und der Mittelmeerregion richtet sich also weniger nach der Verknappung der Nahrung (die auch für viele Insektivore erst später eintritt), sondern nach dem artspezifisch günstigsten Ankunftszeitpunkt südlich der Sahara. Zu frühe wie zu späte Ankunft im Durchzugs-/Winterquartier jenseits der Sahara kann hohe Verluste zur Folge haben. Die Unzuverlässigkeit der Regenzeit im Norden des Monsuneinflusses (MOREL 1973) kann zur Entwicklung einer jahreszeitlich breiter angelegten Migrationsphase bei Langstreckenziehern beigetragen haben (GATTER 1990). Bei Arten, die ihre Reise südlich des Äquators fortsetzen, kommt es zu weiteren Zwangssituationen. Die Feuchttropen werden erst nach Ende der Regenzeit ab November/Dezember durchquert (GATTER 1987 a, b); Südafrika wird erst nach Einsetzen der Winterregen auf der Südhalbkugel erreicht (PEARSON & BACKHURST 1976). Für den Rückzug durch Afrika gelten ähnliche Gesetzmäßigkeiten (GATTER 1987 a, b). Für Langstreckenzieher bringt verspäteter Zug, ausgelöst durch die Gunst wärmerer Herbstes in Europa, somit meist keinen Vorteil. Die Verteilung der Langstreckenzieher unter den Passeres ist am Randecker Maar auch recht ausgeglichen (Abb. 4).

Die meisten Non-Passeres haben einen längeren Generationen-turnover als Passeres. Innerhalb der 14 Jahre seit dem ersten Siebenjahresintervall kann sich die Altersstruktur bei einigen Arten stark geändert haben. Alle betroffenen Langstreckenzieher sind Greifvögel, deren Bestände durch Pestizideinwirkung in den 60er und 70er Jahren einen Tiefpunkt erreicht hatten und die damals wahrscheinlich gestörte, unnatürliche Alters- und Populationsstrukturen aufwiesen.

Man kann davon ausgehen, daß diese großen Vogelarten die Sahara gefahrloser überwinden als kleine Vögel. Beim Fischadler läßt sich eine zeitliche Verzögerung des Zuges auch mit seinen zeitlichen Ansprüchen an Habitat und Nahrung in Afrika in Einklang bringen. Der Wasserstand der großen Ströme und Sümpfe vom Senegal, Niger bis zum Tschad erreicht pessimale Werte viel später als jener der umliegenden Savannen- und Steppenvegetation. Der Fischadler unterliegt den Zwängen zum früheren Wegzug somit nicht, könnte jedoch sehr wohl die längeren Sommer in Europa nutzen.

Im Frühjahr ist verspäteter Abzug aus Afrika bekannt, wenn Nahrungsmangel als Folge von Dürre und Pestiziden verhindert, daß Zugvögel rechtzeitig in Zugdisposition geraten (RHEINWALD et al. 1989). Für Europa fehlen bisher entsprechende Hinweise, die belegen, daß z. B. Nahrungsmangel und (oder) Umweltgifte eine verzögert eintretende Zugdisposition bewirken.

Somit bleiben im Moment nur die klimatischen Faktoren, mit denen sich eine Zugverspätung begründen läßt.

Das Datenmaterial der Untersuchungszeiträume zeigt, daß viele migrierende Vogelarten Mittel- und Nordeuropas ihr Zugverhalten auf diese sich ändernden großklimatischen Einflüsse abstimmen können. Daß dies in der Zukunft zu schwerwiegenden Umwälzungen im Verhältnis Kurzstreckenzieher : Langstreckenzieher führen wird und möglicherweise zum Verschwinden einiger Langstreckenzieher beitragen könnte, ist die naheliegende Folgerung.

Zusammenfassung

In 21 Jahren unter standardisierten Bedingungen erarbeitetes Beobachtungsmaterial zum sichtbaren Tagzug von 46 Vogelarten wurde in drei Zeitabschnitte 1970—76, 1977—83, 1984—90 untergliedert. 1970—1983 hat sich der klimagebundene Herbstanfang in Norddeutschland um 5, in Süddeutschland um 6 Tage verspätet. 68 % der kurzstreckenziehenden Passeres (19 Arten) ziehen heute wenige, andere bis zu 10 Tage später als vor 14 Jahren, bei 14 Arten verläuft diese Änderung kontinuierlich. Nur 18 % (5 Arten) ziehen früher. Andere als klimatische Gründe für eine Verspätung des Zuges sind derzeit nicht erkennbar. Für eine verspätet eintretende Zugdisposition, ausgelöst durch Nahrungsmangel oder Pestizide, gibt es derzeit keine Belege. Die Mehrzahl der kurzstreckenziehenden Passeres paßt sich damit dem durch Klimaerwärmung bedingten späteren Herbsteintritt an. Bei kurzstreckenziehenden Non-Passeres ist das Verhältnis ausgeglichener (5 Verspätungen, 4 Vorverlegungen). Bei den Langstreckenziehern stehen den vier Vorverlegungen drei Verspätungen gegenüber. Kurzstreckenzieher können aus dem längeren Verbleib im mitteleuropäischen Brutgebiet evolutive Vorteile erwarten. Vorverlegungen des Medianwertes können mit der Klimaerwärmung erklärt werden. Vorher spät ziehende Populationsanteile können zu Standvögeln werden, der Medianwert der Art verfrüht sich. Langstreckenzieher können dagegen aus längerem Verbleib im Brutgebiet nur ausnahmsweise profitieren. Die Ankunft zeitgleich mit den kurzen Monsunregen am Südrand der Sahara hat wahrscheinliche eine höhere selektive und damit evolutionswirksamere Bedeutung. Klimabedingte Abweichungen davon, könnten für die Arten katastrophale Folgen haben, wie sie beim Brachpieper *Anthus campestris* vermutet werden.

Der Einfluß der Klimaerwärmung auf Vogelzugzeiten und damit die Änderung der Zugmuster war nach Laborversuchen zu erwarten. Hier wird der Beweis an zahlreichen Arten innerhalb einer Langzeitstudie an Freilandpopulationen erbracht.

Summary

Timing and patterns of visible autumn migration: can effects of global warming be detected?

For 21 years, diurnal migration of 46 bird species was observed under standardized conditions at Randecker Maar, SW Germany. The data are examined as to whether changes in median dates of passage of these species can be detected. For this purpose the data were analysed separately for three periods, i. e. 1970—76, 1977—83 and 1984—90. In 1970 to 1983, according to meteorological data the weather-related onset of autumn was delayed by five days in northern Germany and by six days in southern Germany. During the last observation period, 19 (67 %) of the 28 passerine short-distance migrants passed on average up to 10 days later compared to the first observation period. In 14 of these species the median dates changed continuously. Only 5 species migrated earlier than before. The majority of the short-distance migrants, therefore, seems to have adapted to the later onset of autumn. Currently there seem to be no plausible reasons for delayed migration other than climatic changes. The median dates

in Non-Passerines were less clear-cut. Among short-distance migrants, delayed migration was found in 5, advanced migration in 4 species and among long-distance migrants, delayed migration was noted in 4 species, advanced migration in 3 species. Short-distance migrants may gain advantages from a longer stay on their Central European breeding grounds. Populations departing late should tend to become resident, thus advancing the median date for the fractions of population still migrating. Even advanced migration may thus be explained by global warming. Long-distance migrants, however, may only occasionally profit from a longer stay on their breeding grounds. Their arrival south of the Sahara coinciding with the short monsoon rainfalls probably has greater selective significance. Deviations in arrival times caused by climatic changes may thus lead to catastrophies as is currently discussed in the case of Tawny Pipit. The influence of global warming on bird migration and the changes in migration patterns ensuing from it were to be expected after laboratory results. Here, this influence is shown in a long-term study of free-living populations of a large number of species.

Literatur

- BOER, M. M., E. A. KOSTER & H. LUNDBERG (1990): Greenhouse impact in Fennoscandia — preliminary findings in a European workshop on the effects of climatic change. *Ambio* 19: 2—10. • BERTHOLD, P. (1990 a): Die Vogelwelt Mitteleuropas: Entstehung der Diversität, gegenwärtige Veränderungen und Aspekte der zukünftigen Entwicklung. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 83: 227—244. • Ders. (1990 b): Patterns of avian migrations in light of current global „green house“ effects: A central European perspective. *Acta XX Congr. Int. Orn.* 780—786. • Ders., W. WILTSCHKO, H. MILDENBERGER & U. QUERNER (1990): Genetic transmission of migratory behavior into a nonmigrating bird population. *Experientia* 46: 107—108. • Bundesministerium ELF (1991): Waldzustandsbericht. Bonn. • CRUTZEN, P. J., & M. MÜLLER (1989): Das Ende des blauen Planeten? München. • DOBSON, A., A. JOLLY, D. RUBINSTEIN (1989): The greenhouse effect and biological diversity. *Tree* 4: 64—68. • FRENZEL, B. (1988): Klimasituation und Klimaabläufe: Bisherige Resultate der terrestrischen Paläoklimatologie. *Akad. Wissensch. und Literatur. Jb.* 1988. Wiesbaden, Stuttgart. • GATTER, W. (1970): Der Brachpieper (*Anthus campestris*) in Baden-Württemberg. *Vogelwelt* 91: 1—11. • Ders. (1987 a): Zugverhalten und Überwinterung von paläarktischen Vögeln in Liberia (Westafrika). *Verh. orn. Ges. Bayern* 24: 479—508. • Ders. (1987 b): Vogelzug in Westafrika: Beobachtungen und Hypothesen zu Zugstrategien und Wanderrouen. *Vogelzug in Liberia, Teil II. Vogelwarte* 34: 80—92. • Ders. (1990): Gedehnte Zugzeiten bei Langstreckenziehern als Anpassung an die Saharaquerung. *Vogelwelt* 111: 166—172. • Ders. (1991): Bewertung und Vergleichbarkeit von Medianwerten des Wegzugs am Beispiel Randecker Maar-Programm. *Vogelwarte* 36: 19—34. • Ders., R. GARDNER & K. PENSKI (1990): Abnahme ziehender Ringeltauben *Columba palumbus* in Süddeutschland. *Vogelwelt* 111: 111—116. • KLAFS, G., & J. STÜBS (1987): Die Vogelwelt Mecklenburgs. Jena. • LEFRANC, N. (1970): La Pie-grieche a poitrine rose dans le nord-est de la France. *Fluctuations, Statut actuel, notes sur la reproduction. Oiseau* 40: 89—103. • MERIKALLIO, E. (1951): Der Einfluß der letzten Wärmeperiode (1930—1949) auf die Vogelfauna Nordfinlands. *Proc. Xth Int. Orn. Congr. Uppsala 1950*: 484—493. • MOREL, G. (1973): The Sahel Zone as an environment for Palaearctic migrants. *Ibis* 115: 413—417. • NIEBUHR, O., & K. GREVE (1961): Vom Brachpieper zwischen Harz und Nordheide. *Orn. Mitt.* 13: 101—108. • NIEHUIS, M. (1969): Ein Beitrag zum Vorkommen des Schwarzstirnwürgers — *Lanius minor*. *Mainz. Naturw. Arch.* 8: 333—346. • PEARSON, D. J., & G. C. BACKHURST (1976): The southward migration of Palaearctic landbirds over Ngulia, Kenya. *Ibis* 118: 78—105. • PETZMEIER, J. (1956): Neue Beobachtungen über Klimaschwan-

kungen und Bestandesschwankungen einiger Vogelarten. Vogelwelt 77: 181. • RAPP, J. (1991): Temperaturvariabilität in der Bundesrepublik Deutschland 1949—1985. Dipl.arb., Univ. Frankfurt a. M. • RHEINWALD, G., H. SCHULZ & J. OGDEN (1989): Weißstorch. Schr.R. DDA Nr. 10. • ULFSTRAND, S. (1970): Die neuzeitliche Überwinterung des Rotmilans *Milvus milvus* in Südschweden. J. Orn. 111: 85—93. • VÄISÄNEN, R. A. (1969): Evolution of *Charadrius hiaticula* during the last hundred years in Europe. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A 4: 149. • VÄLIKANGAS, J. (1933): Finnische Zugvögel aus englischen Vogeleiern. Vogelzug 4: 159—166.

Anschrift des Verfassers: Buchsstr. 20, DW-7318 Oberlenningen