

Die Klimaveränderung – Auswirkungen auf Vögel und Säugetiere in Mitteleuropa

Von HOLGER MEINIG, Werther

Mit 14 Abbildungen

Abstract

Climate Change – Effects on Birds and Mammal Species in Central Europe

Original data of autumn migration in the area of Hamburg and published arrival data from the area of Osnabrück of frequently occurring passerine birds show already measurable changes in time budgets caused by climatic change. Long distance migrants react less flexible than short distance migrants to this. Climatic change along with other environmental modifications caused by man like an increased nitrogen deposition, let us expect great changes in Central European breeding bird communities concerning species composition and densities. Some of these changes have already taken place.

For small mammals and bats there are less data available to anticipate possible effects of climate change because of a lack of monitoring. But a prognosis is possible based on autecological knowledge and the history of post-glacial colonization by the species. The main reasons for the decline and regional disappearance of small mammal species will be the changing conditions in interspecific competition, the loss of suitable habitats, and the rapid change in climatic conditions in certain habitats for which populations have developed genetically fixed adaptations. For bats changed situations in interspecific competition can also be expected. The loss of wet habitats and habitats with large waterbodies and following from this a possible decrease of food supply during summer will be important factors. In times of hibernation increasing average temperatures will cause energetic problems. Effects on reproduction biology are possible with a decreased lifetime success in reproduction of the individual.

As a reaction against the additionally increasing loss of biodiversity caused by climate change, strategies in nature protection are illustrated that urgently have to be translated into action.

Zusammenfassung

Auf Basis von Originaldaten des herbstlichen Durchzuges häufiger Kleinvogelarten im Raum Hamburg und publizierter Ankunftszeiten im Frühjahr aus Osnabrück werden bereits messbare, durch den Klimawandel verursachte Veränderungen im Zeitbudget von Kleinvögeln dargestellt. Langstreckenzieher vermögen weniger gut zu rea-

gieren als Kurz- und Mittelstreckenzieher. Zusammen mit anderen anthropogen verursachten Umweltveränderungen wie dem Stickstoffeintrag sind erhebliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung und Individuendichte mitteleuropäischer Brutvogelgemeinschaften zu erwarten bzw. bereits eingetreten.

Für die Artengruppen der bodenlebenden Kleinsäuger und Fledermäuse liegen auf Grund fehlenden Monitorings weniger Daten für eine Prognose der Auswirkungen des Klimawandels vor. Diese sind aber auf Basis autökologischer Kenntnisse und der postglazialen Besiedlungsgeschichte der Arten möglich. Hauptursachen für den Rückgang oder das regionale Aussterben von Kleinsäugerarten werden sich verändernde Konkurrenzbedingungen, der Verlust nutzbarer Lebensräume und Nahrungsengpässe sein. Sich schnell verändernde klimatische Standortbedingungen, für deren ursprüngliche Gegebenheiten die Populationen genetisch fixierte Reaktionsmuster ausgebildet haben, werden ein weiterer Faktor sein. Auch bei Fledermäusen sind veränderte interspezifische Konkurrenzsituationen zu erwarten. Außerdem werden der Rückgang feuchter und Gewässer geprägter Lebensraumtypen und der daraus resultierende mögliche Rückgang der Nahrungsgrundlage während des Sommers bei dieser Artengruppe wichtige Faktoren darstellen. Energetische Probleme durch steigende Durchschnittstemperaturen sind während des Winterschlafs zu erwarten. Auswirkungen auf die artspezifische Reproduktionsbiologie mit dem Effekt eines insgesamt verringerten Reproduktionserfolges des einzelnen Tieres sind möglich.

Unbedingt notwendige und schnell umzusetzende Naturschutzstrategien als Reaktion auf den Klimawandel werden dargestellt, um – so weit noch möglich – einer zunehmenden Verarmung unserer Umwelt entgegen zu wirken.

Keywords

Climate Change. Central Europe. Passerine Birds. Soricomorpha, Rodents. Bats. Strategies in Nature Protection.

1 Einleitung

Maßgebliche Abläufe in der Biologie von Arten der gemäßigten Zonen sind in starkem Maße von klimatischen Verhältnissen abhän-

gig. Dies gilt besonders für die Nahrungsverfügbarkeit. Das Erdklima hat sich in den letzten 100 Jahren um durchschnittlich $0,6^{\circ}\text{C}$ erwärmt, mit einem besonders hohen Temperaturanstieg ab 1976 (WALTHER et al. 2002). In Deutschland wurde sogar ein Temperaturanstieg um 1°C im Zeitraum 1901-2000 verzeichnet (JONAS et al. 2005). Durch die Temperaturerhöhung beginnt die Vegetationsperiode in Mitteleuropa früher (z. B. MENZEL & FABIAN 2001). Der als phänologischer Frühlingsbeginn gewertete Beginn der Apfelblüte verlagerte sich im Zeitraum 1960-2005 um 12 Tage nach vorn (BMU 2007). Damit setzt nicht nur das Pflanzenwachstum früher ein, sondern auch die Entwicklung von Arthropoden (z. B. STOCK 2005), welche die Nahrungsgrundlage von Fledermäusen und vielen Kleinvögeln darstellen. Die Temperaturzonen haben sich gegenüber vorindustriellen Verhältnissen bereits um über 100 km nach Norden verschoben (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). Die Prognosen des zukünftigen Temperaturanstiegs wurden in den letzten Jahren häufig nach oben korrigiert. Während der IPCC („Weltklimarat“) im Jahr 2001 noch von einer weiteren Temperaturerhöhung von $1,0\text{--}3,5^{\circ}\text{C}$ im 21. Jh. ausging, waren es im Jahr 2007 bereits $1,4\text{--}5,8^{\circ}\text{C}$ (IPCC 2001, 2007). Die Europäische Umweltbehörde geht sogar von einer maximal möglichen Erhöhung von $6,3^{\circ}\text{C}$ aus (EEA 2004). Selbst unter der günstigen Annahme einer nur geringen Temperaturerhöhung von $1,4\text{--}2,4^{\circ}\text{C}$ wird die zu erwartende Temperaturveränderung um das zwei- bis vierfache höher liegen als im 20. Jh. Der Mensch wird das Klima so schnell verändern, wie es während historischer Zeiträume im Laufe natürlicher Vorgänge während mehrerer tausend Jahre geschehen ist. Für den Naturschutz entsteht hieraus die Aufgabe, Strategien zu entwickeln, einem möglichst großen Anteil der heute vorhandenen Biodiversität auch zukünftig eine Überlebensmöglichkeit zu bieten. Dies lässt sich nur über das Verständnis der bereits erfolgten Veränderungen und den beobachteten Reaktionsweisen unterschiedlich angepasster Arten erreichen.

2 Vögel

Spezielle Untersuchungen zu den langfristigen Auswirkungen des Klimawandels auf Tierpopulationen liegen aus Mitteleuropa bisher kaum vor, da der Klimawandel erst seit ca. 10 Jahren verstärkt in den Blickpunkt der Öffentlichkeit und des wissenschaftlichen Interesses gerückt ist, obwohl das Phänomen mit seinen möglichen Auswirkungen spätestens seit Beginn der 1980er Jahre bekannt ist (Council on Environmental Quality and the Ministry of Foreign Affairs 1980). Nur wenige langfristige Monitoringprogramme weisen ein Design auf, das Auswertungen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels zulassen. Insbesondere bezüglich der Artengruppe Säugetiere werden bisher keine langfristig angelegten Untersuchungen und Monitoringprogramme durchgeführt, die bereits bestehende Auswirkungen nachvollziehbar machen und Prognosen zu zukünftigen Entwicklungen erlauben. Neben Befunden an Insekten (z. B. BRUNZEL et al. 2008) sind langfristig durchgeführte Untersuchungsprogramme an Zugvögeln die beste Grundlage, um bereits bestehende Auswirkungen zu erkennen und weitere Auswirkungen prognostizierbar machen. Dies gilt auch für die Artengruppe der Fledermäuse, da ihr Überwinterungsverhalten und der Zug mitteleuropäischer, überwiegend Insekten fressender Brutvogelarten in südliche Bereiche die gleiche Ursache hat: den winterlichen Nahrungsengpass. Zugvögel werden nicht nur durch die klimatischen Bedingungen in ihren Brutgebieten beeinflusst, sondern sie sind auch darauf angewiesen, dass bestimmte Voraussetzungen zu einer bestimmten Zeit in ihrem jeweiligen Aufenthaltsgebiet erfüllt sind. Dies gilt besonders für die Langstreckenzieher, die in ihren südlichen Überwinterungsgebieten erst dann eintreffen können, wenn dort ausreichende Nahrungsressourcen für sie und die ganzjährig im Gebiet lebenden Arten zur Verfügung stehen.

Der Zugverlauf eines jeden Jahres ist innerhalb enger Grenzen auch vom Witterungsverlauf während der Brutperiode und von der Witterung während einzelner Zugphasen ab-

hängig (z. B. BERTHOLD 2000, GATTER 2000). Diese Einflüsse vermögen den Zugablauf nur zu modifizieren (sensu BERTHOLD 2000), aber nicht vollständig zu bestimmen, so dass es möglich ist, Veränderungen in der Autökologie einzelner Arten über lange Zeiträume durch die Analyse ihres Zugverhaltens erkennbar zu machen. Während die zeitliche Verschiebung der Erstankunft und des ersten Reviergesangs von Vögeln gut zu beobachten und gut dokumentiert sind (z. B. KOOIKER 2005, PEINTIGER & SCHUSTER 2005, SCHMIDT & HÜPPOP 2007), gibt es zu Veränderungen im zeitlichen Ablauf des Herbstzuges bisher nur wenige, zumeist auf Beobachtungen beruhende Untersuchungen (z. B. GATTER 2000, ANTHES 2005). Aus dem mitteleuropäischen Raum liegt bislang erst eine Studie, basierend auf nach standardisierten Fangmethoden erhobenen Daten, von der Hochseeinsel Helgoland vor (HÜPPOP & HÜPPOP 2004). Erst aus der kombinierten Betrachtung der Ankunftszeiten bzw. Verhaltensweisen, die der Brutperiode zuzurechnen sind (z. B. Reviergesang) und des herbstlichen Wegzuges, lassen sich Rückschlüsse auf das veränderte Zeitbudget der einzelnen Art im Brutgebiet ziehen.

2.1 Untersuchungen des herbstlichen Zugverhaltens 1974-2004

Im Naturschutzgebiet „Die Reit“ im Süden von Hamburg werden seit 1974 nach standardisiertem Verfahren (s. z. B. BERTHOLD & SCHLENKER 1975) Kleinvögel mittels Japannetzen zwischen dem 30. Juni und 6. November gefangen (von 1974-1983 mit 22 Netzen von 6 m Länge und von 1986 bis heute mit 52 Netzen). Während der Jahre 1984-1988 wurde ein Frühjahrsfangprogramm durchgeführt (DINSE 1991), so dass für diesen Zeitraum keine Daten zum herbstlichen Zug vorliegen. Bis zum Jahr 2004 wurden über 100.000 Individuen (Erstfänge) aus 120 Arten während des Wegzuges gefangen. Zur Charakterisierung des Zugablaufs wurde der Median des Durchzuges herangezogen. Hierzu wurde der Tag des Jahres ab dem 01.01. (unter Berücksichtigung von Schaltjahren) bestimmt, an dem die Hälfte der im jeweiligen Jahr gefangenen Individuen

(ausschließlich Tiere, die während des Jahres zum ersten Mal gefangen wurden) einer Art durchgezogen waren. In die Analyse einbezogen wurden ausschließlich Arten, von denen zwischen 1974 und 2004 über 1.000 Individuen und in jedem Untersuchungsjahr mindestens 20 Individuen gefangen wurden. Ob eine Veränderung stattgefunden hat und ggf. in welche Richtung (früherer oder späterer Zugmedian), wurde mittels Spearman-Rang-Korrelation (z. B. LOZAN & KAUSCH 1998) auf ihre Signifikanz hin überprüft (zweiseitige Fragestellung). Nachfolgend werden die Ergebnisse für einige ausgewählte Arten dargestellt. In die Auswahl sind insbesondere sich morphologische ähnliche und nah verwandte Arten eingegangen, um unterschiedliche Reaktionen auf die Klimaveränderung in Abhängigkeit von der jeweiligen Zugstrategie zu verdeutlichen (alle Angaben aus MEINIG et al. i. Vorb.). Zum Verständnis des Zeitbudgets der jeweiligen Art innerhalb eines Jahres werden Angaben von KOOIKER (2005) aus dem Raum Osnabrück zur Erstankunft oder erstem Reviergesang für den gleichen Beobachtungszeitraum in die Betrachtung einbezogen. Tab. 1 zeigt eine Kurzdarstellung der Ergebnisse mit Hinweisen zum artspezifischen Überwinterungsgebiet und ggf. beobachteten geographischen Verschiebungen des Brutareals.

Der Durchzugsmedian der *Amsel* (*Turdus merula*) liegt in Hamburg im Jahr 2004 16 Tage früher als 1974. Im südlichen Niedersachsen beginnt die Art im Betrachtungszeitraum 1975-2004 um 12 Tage früher mit ihrem Reviergesang. Dies deutet darauf hin, dass Amseln zwar auf eine Erhöhung der Durchschnittstemperaturen mit verfrühter Ankunft reagieren, nach Ende der Brutperiode dann aber auch ihren Wegzug früher beginnen.

Die *Singdrossel* (*Turdus philomelos*) zeigt von allen untersuchten Arten die größte zeitliche Verschiebung in ihrem Zugverlauf. Der Median des Herbstzuges im Zeitraum 1974-2004 verschiebt sich um 38 Tage nach hinten, d. h. um durchschnittlich 1,27 Tage pro Jahr. KOOIKER (2005) ermittelte für den Raum Osnabrück einen um 9 Tage verspäteten An-

Tabelle 1. Beispiele der Veränderung des Zeitbudgets häufiger Singvogelarten im Zeitraum 1974–2004. „–“, – früher; „+“ – später. Abkürzungen: ns – nicht signifikant; s – signifikant; hs – hoch signifikant. Angaben zum Überwinterungsgebiet und zur Verlagerung des Brutareals nach: BAUER et al. 2005, BEZZEL 1993, BLÜMEL 1982, GLUTZ V. BLOTZHEIM 2001, HAGEMEIJER & BLAIR 1997, PÄTZOLD 1979, SCHÖNFELD 1980, ZINK 1973.

Art	Veränderungen im Frühjahr im Osnabrücker Raum 1975 – 2004 (KOOIKER 2005)	Veränderungen des herbstlichen Zug- verlaufs in Hamburg 1974 – 2004	Überwinterungsgebiet	Verlagerung des Brutareals
Amsel <i>Turdus merula</i>	- 12 Tage (früherer Revier- gesang, Trend, ns)	- 16 Tage (s)	starker Polymorphismus des Zugverhaltens bei städtischen Amseln (Standvögel) und Brut- vögeln des Offenlandes in Mit- teleuropa, südwestliche Zugrich- tung bis in den Mittelmeerraum	keine Angaben
Singdrossel <i>Turdus philomelos</i>	+ 9 Tage (Ankunft, Trend, ns)	+ 38 Tage (hs)	Westeuropa, vereinzelt Kanarische Inseln und Senegal	keine Angaben
Mönchsgrasmücke <i>Sylvia atricapilla</i>	- 23 Tage (Ankunft, s)	keine	mitteleuropäische Brutvögel früher in Südwesteuropa und Nordwestafrika, seit ca. 1965 zunehmend in Südwestengland und Irland	keine Angaben
Klappergrasmücke <i>Sylvia curruca</i>	- 2 Tage (Ankunft, Trend, ns)	keine	Sudan, Äthiopien und in Westafrika südlich der Sahara	Ausdehnung des Brutgebietes nord- wärts in Irland und Skandinavien, ebenso in südlicher Richtung in Frank- reich und Slovenien
Dorngrasmücke <i>Sylvia communis</i>	- 12 Tage (Ankunft, s)	keine	Westafrika zwischen Sahara und und Regenwaldblock und in Ost- Ostafrika südlich des 15° N bis Namibia	keine Angaben
Gartengrasmücke <i>Sylvia borin</i>	- 12 Tage (Ankunft, s)	- 9 Tage (hs)	Überwinterungsgebiete west- und mitteleuropäischer Tiere liegen in Afrika südlich der Sahelzone, südlich des 10. Brei- tengrades im Westen und südlich des 3. Breitengrades im Osten	keine Angaben
Fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	- 3 Tage (Ankunft, Trend, ns)	keine	Afrika südlich der Sahara, in Westafrika südlich 10° N, in Ost- afrika nördlich vom Sudan bis zur Kap-Provinz in Südafrika	keine Angaben
Zilpzalp <i>Phylloscopus collybita</i>	- 11 Tage (Ankunft, s)	- 38 Tage (hs)	nördlich der Sahara, westlicher Mittelmeerraum	keine Angaben
Sumpfrohrsänger <i>Acrocephalus palustris</i>	+ 2 Tage (Ankunft, Trend, ns)	+ 3 Tage adulte (Trend, ns) + 3 Tage diesjährige (Trend, ns)	südliches Ostafrika (Zambia bis zur Kapprovins)	Ausdehnung des Brutgebietes seit 1900, hauptsäch- lich nach Norden (Skandinavien)
Teichrohrsänger <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	keine	- 5 Tage adulte (s) - 8 Tage diesjährige (s)	West- und Zentralafrika	Ausdehnung des Brutgebietes seit 1900, hauptsäch- lich nach Norden (Skandinavien)
Heckenbraunelle <i>Prunella modularis</i>	- 2 Tage (früherer Revier- gesang, Trend, ns)	+ 12 Tage (hs)	Mitteleuropa	Ausdehnung des Brutgebietes nach Norden
Rotkehlchen <i>Erithacus rubecula</i>	- 48 Tage (früherer Revier- gesang, s)	keine	nord- und mitteleuropäische Tiere überwintern in Südwesteu- ropa und den Maghrebstaaten	keine Angaben

kunftstermin der Art. Die Singdrossel trifft also später im Brutgebiet ein, verlässt dieses aber auch bedeutend später als 30 Jahre zuvor.

Die **Mönchsgrasmücke** (*Sylvia atricapilla*) zeigt während des Betrachtungszeitraumes keine Verschiebung ihres Zugverhaltens in Hamburg. KOOIKER (2005) fand für den Raum Osnabrück eine signifikante Vorverlegung der Ankunft der Mönchsgrasmücke um 23 Tage. Die den Zug bedingenden Faktoren bei der Mönchsgrasmücke sind die unter mitteleuropäischen Singvögeln am besten erforschten (z. B. BERTHOLD 1980, BERTHOLD et al. 1990). Von ziehenden über teilziehende Populationen bis hin zu Standvögeln sind bei dieser Art alle Zugstrategien vorhanden. Das jeweilige Zugverhalten ist genetisch fixiert (BERTHOLD et al. 1990). Bis vor ca. 30 Jahren zogen mitteleuropäische Brutvögel in Winterquartiere nach Südwesteuropa. Seitdem ist zunehmend eine Verlagerung der Überwinterungsgebiete nach Südwestengland und Irland zu beobachten, während englische Brutvögel weiterhin in Überwinterungsgebiete in Südwesteuropa fliegen (BERTHOLD 2000). Inzwischen überwintern Mönchsgrasmücken sogar regelmäßig im Brutgebiet (z. B. MULSOW & SCHLORF 2003). Zumindest in einigen geographischen Regionen scheinen Mönchsgrasmücken die durch die Vorverlegung der Ankunft bzw. verspäteten Wegzugbeginn „gewonnene Zeit“ dazu zu nutzen, ihre Brutstrategie zu „optimieren“. Anstatt einmal ein Gelege bestehend aus meist 5 Eiern (MILDENBERGER 1984) und einem Ersatzgelege zu produzieren, besteht der Trend dazu, regelmäßig zweimal pro Jahr ein Gelege bestehend aus 4 Eiern zu bebrüten. So kann das Risiko durch Prädation die gesamte Reproduktionsinvestition eines Jahres zu verlieren minimiert (SCHAEFER et al. 2003) und gleichzeitig die Anzahl möglicher Nachkommen erhöht werden. Die Veränderung der Zug- und Reproduktionsstrategien hat der Mönchsgrasmücke Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Arten gebracht, die eine ähnliche Nische (Neststandorte, Nahrung) nutzen; sie ist inzwischen die achthäufigste Brutvogelart in der Bundesrepublik (SUDFELDT et al. 2008). Die starke Variabilität des Zuggesche-

hens bei der Mönchsgrasmücke ist möglicherweise durch den hohen vegetarischen Nahrungsanteil der Art während der Zeit des Wegzuges und im Winterquartier begründet (Zusammenfassung in BERTHOLD et al. 1990), der die Art zu dieser Zeit weitgehend unabhängiger von Arthropoden als Nahrung macht.

Die **Klappergrasmücke** (*Sylvia curruca*) zeigt während des Untersuchungszeitraumes einen unveränderten Herbstzugverlauf. Auch KOOIKER (2005) konnte für die Art einen um nur 2 Tage früheren Ankunftsstermin bei Osnabrück im Zeitraum 1975-2005 feststellen.

Auch die **Dorngrasmücke** (*Sylvia communis*) zeigt keine Veränderung im zeitlichen Verlauf ihres Wegzuges. Die Erstankunft der Art im südlichen Niedersachsen hat sich um 12 Tage nach vorn verschoben. Die Überwinterungsgebiete der Dorngrasmücke liegen in Westafrika zwischen Sahara und Regenwaldblock und in Ostafrika südlich des 15° N bis Namibia (GLUTZ v. BLOTZHEIM 1998). Während der Dürrezeiten im Sahel zu Ende der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts hat die Dorngrasmücke einen erheblichen Bestandszusammenbruch erlebt, von dem sie sich lange nicht hat erholen können (HAGEMEIER & BLAIR 1997). Dies zeigt auch deutlich die Abhängigkeit der Zugvogelarten von Klimaereignissen und -veränderungen im Überwinterungsgebiet.

Bei der **Gartengrasmücke** (*Sylvia borin*) verschiebt sich der Wegzugmedian um 9 Tage nach vorn. Im südlichen Niedersachsen erscheint die Art heute um 10 Tage früher als noch 1975.

Der **Fitis** (*Phylloscopus trochilus*) zeigt keine signifikanten Veränderungen im Ablauf seines herbstlichen Zugverlaufs während der Beobachtungsperiode in Hamburg (Abb. 1). KOOIKER (2005) gibt für den Raum Osnabrück einen um drei Tage früheren Ankunftsstermin an. Im Gegensatz zu vielen anderen Langstreckenziehern ist der Fitis durch die lang anhaltenden Dürreperioden im Sahel nicht betroffen

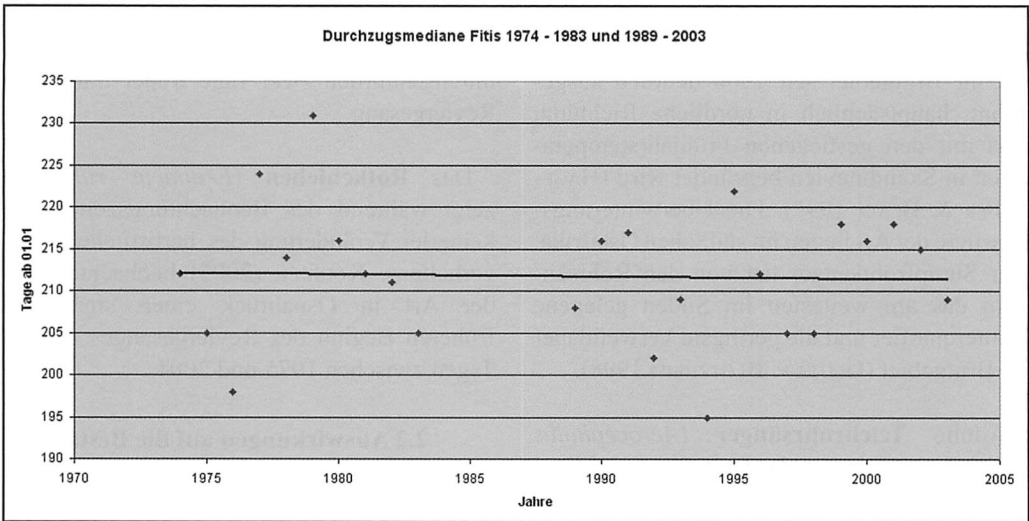


Abb. 1. Der Fitis (*Phylloscopus trochilus*) zeigt während des Beobachtungszeitraumes 1974-2004 kaum eine Veränderung in seinem herbstlichen Zugablauf.

gewesen, da seine Überwinterungsgebiete weiter südlich in feuchteren Regionen liegen (HAGEMEIJER & BLAIR 1997).

Der Durchzugsmedian des **Zilpzalp** (*Phylloscopus collybita*) liegt pro Jahr durchschnittlich um einen Tage früher, er verschiebt sich im Zeitraum von 1974-2004 um 33 Tage (Abb. 2). Damit zeigt er von allen untersuchten Arten die größte Verschiebung des Herbst-Zug-medians nach vorne. KOOIKER (2005) ermittelte für den Zilpzalp im Raum Osnabrück

einen signifikanten, um 11 Tage früher liegenden Ankunftstermin während des Heimzuges.

Bei den beiden in die Betrachtung eingegangenen Rohrsängerarten wurden je über 10.000 Individuen gefangen. Da außerdem die Altersbestimmung bei diesen Arten einfach und sicher ist, wurde die statistische Veränderung des Wegzuges für Jung- und Altvögel getrennt durchgeführt. Sowohl diesjährige als auch adulte Individuen des **Sumpfrohrsängers** (*Acrocephalus palustris*) zeigen einen Trend zu einem um drei Tage früheren Zug. Im Raum

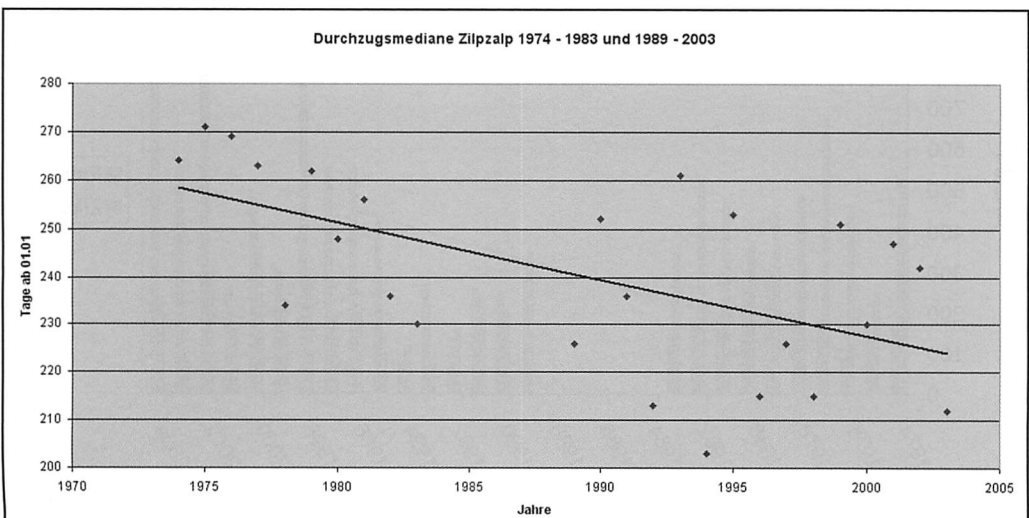


Abb. 2. Der Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) verlässt sein Brutgebiet heute signifikant früher als noch vor 30 Jahren (Herbstzugmediane).

Osnabrück erscheint der Sumpfrohrsänger heute um zwei Tage später als 1975. Die Art hat ihr Brutgebiet seit 1900 deutlich ausgedehnt, hauptsächlich in nördliche Richtung, was mit den gestiegenen Frühjahrstemperaturen in Skandinavien begründet wird (HAGEMEIJER & BLAIR 1997). Die Überwinterungsquartiere der Art liegen im südlichen Ostafrika. Der Sumpfrohrsänger hat von den Rohrsängern das am weitesten im Süden gelegene Winterquartier und die geringste Verweildauer im Brutgebiet (GLUTZ v. BLOTZHEIM 1998).

Adulte **Teichrohrsänger** (*Acrocephalus scirpaceus*) verlassen das Brutgebiet im Mittel um 5 Tage früher als vor 30 Jahren. Diesjährige verlegen ihren Wegzugtermin um 8 Tage nach vorn. Die Art zeigt bei Osnabrück keine Verschiebung seines Ankunftsstermins. Auch der Teichrohrsänger hat sein Verbreitungsgebiet seit 1900 deutlich in nördliche Richtung ausgeweitet (HAGEMEIJER & BLAIR 1997). Er überwintert in West- und Zentralafrika (GLUTZ v. BLOTZHEIM 1998).

Der Zugmedian der **Heckenbraunelle** (*Pru-nella modularis*) verschiebt sich im Beobach-

tungszeitraum um 12 Tage nach hinten. Im südlichen Niedersachsen beginnt die Art durchschnittlich zwei Tage früher mit ihrem Reviergesang.

Das **Rotkehlchen** (*Erithacus rubecula*) zeigt während des Beobachtungszeitraumes keinerlei Veränderung des herbstlichen Zugverhaltens. KOOIKER (2005) beobachtete bei der Art in Osnabrück einen signifikant früheren Beginn des Reviergesanges von 48 Tagen zwischen 1975 und 2004.

2.2 Auswirkungen auf die Bestände

Die Klimaveränderungen der letzten 30 Jahre verändern generell das im Brutgebiet zur Verfügung stehende Zeitbudget von Zugvögeln. Die Auswirkungen auf das jeweilige Individuum oder die jeweilige Population hängen aber von der geographischen Lage des Brutgebietes ab (vgl. BOTH et al. 2004). Außerdem hat sich die Verbreitungsgrenze vieler Arten u. a. durch die Klimaveränderung (die auch für einen Teil veränderter Landnutzungsformen des Menschen verantwortlich ist) nach Norden verschoben (z. B. Klappergrasmücke,

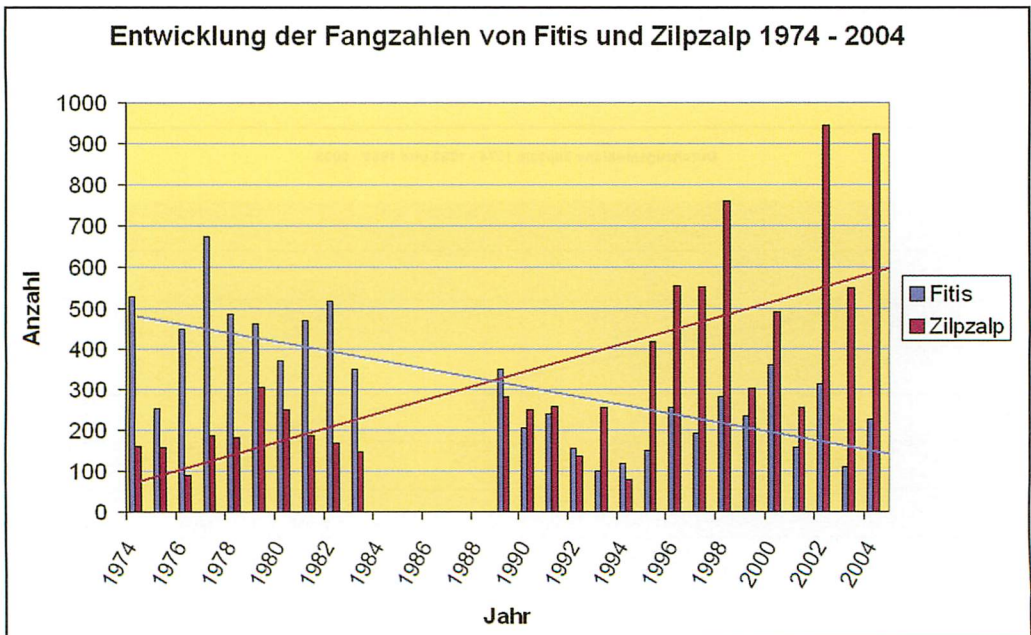


Abb. 3. Entwicklung der Fangzahlen von Fitis und Zilpzalp im NSG „Die Reit“ in Hamburg von 1974-2004 mit den sich aus den Fangzahlen ergebenden Trends. Weitere Erläuterungen im Text.

Sumpf- und Teichrohrsänger, Heckenbraunelle). Generalisierend ist festzustellen, dass Kurz- und Mittelstreckenzieher flexibler reagieren als Arten, die im südlichen Afrika überwintern. Bei ihnen sind sowohl frühere (z. B. Mönchsgrasmücke) als auch verspätete Ankünfte in Kombination mit einer erheblich verlängerten Aufenthaltsdauer zu beobachten (z. B. Singdrossel). Bei den Langstreckenziehern sind geringere Veränderungen zu beobachten. Die Arten können weniger reagieren, weil sie auf ihrem Herbstzug die Sahelzone passieren müssen, bevor die nahrungsarme Trockenzeit anbricht (JENNY & KERY 2003). Insgesamt führt die Klimaveränderung (in Kombination mit verschiedenen anderen Faktoren) zu einem verstärkten Rückgang der Langstreckenzieher im Verhältnis zu den Kurz- und Mittelstreckenziehern (LEMOINE & BÖHNING-GAESE 2003, HÜPPOP & HÜPPOP 2007). Dies lässt sich an den auch an den Fangergebnissen aus dem Hamburger Raum an den beiden Laubsängerarten Fitis und Zilpzalp nachvollziehen. Während der Zilpzalp im Betrachtungszeitraum eindeutig positive Bestandstendenzen aufweist, nehmen die Bestände des Fitis drastisch ab (Abb. 3). Nach

den Prognosen von HUNTLEY et al. (2007) wird der heute in der Bundesrepublik noch nahezu flächendeckend vorkommende Fitis zum Ausgang des 21. Jh. fast nur noch in den Alpen, den Hochlagen der Mittelgebirge sowie in Schleswig-Holstein auftreten. Insgesamt prognostizieren die Autoren eine Verlagerung der Brutgebiete für die meisten Vogelarten um 550 km nach Nordosten, ein insgesamt um 20 % verkleinertes Brutareal bei nur 40 % Deckung mit der heutigen Verbreitung (HUNTLEY et al. 2007). Hierbei sind die klimabedingten Veränderungen im Landnutzungsregime des Menschen sowohl in den Brut- als auch den Überwinterungsgebieten und auf den Zugwegen noch nicht mit berücksichtigt. Doch es wird nicht nur zu Verlusten in der Artenzusammensetzung kommen, sondern heute südeuropäisch verbreitete Arten werden ihr Areal nach Mitteleuropa ausdehnen, ein Prozess, der schon längst begonnen hat, z. B. Bienenfresser (*Merops apiaster*) in Schleswig-Holstein, Dänemark und den Niederlanden (GIRGERT et al. 2008), Orpheusspötter (*Hippolais polyglotta*) in Westdeutschland (z. B. HOFFMANN 2008). Von ehemals 154 in Nordrhein-Westfalen heimischen Vogelarten sind bis zum

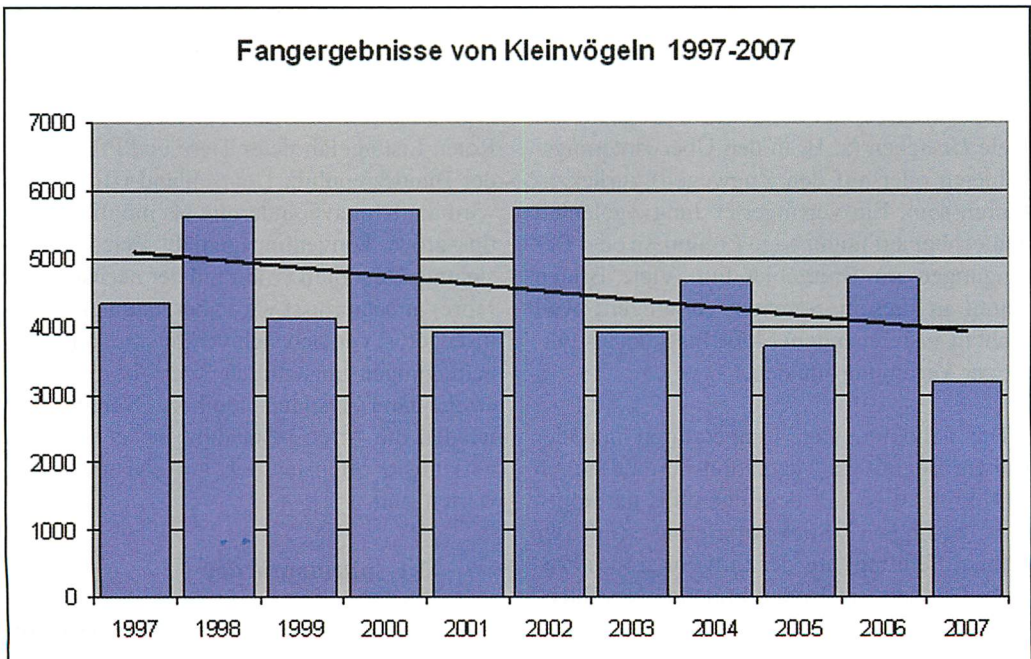


Abb. 4. Fangergebnisse von Kleinvögeln 1997-2007 im NSG „Die Reit“ (Hamburg).

Jahr 2005 28 Arten ausgestorben, aber auch 30 Arten neu eingewandert (ohne Neozoen) (KÖNIG 2008). Trotz der Einwanderung neuer Arten „schmelzen“ die Individuenzahlen in der Fläche weg und die Biomasse pro Flächeneinheit schwindet (BERTHOLD 2003, vgl. auch Abb. 4). LEMOINE et al. (2007) kommen für ihren Untersuchungsraum am Bodensee zu dem Schluss, dass der Klimawandel inzwischen einen größeren Einfluss auf die Artenzusammensetzung und Individuendichte von Kleinvögeln hat, als der Wandel und die Intensivierung anthropogener Landnutzungsformen.

Die Klimaveränderung führt außer zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur auch zu einer Häufung von Extremwetterlagen. Dabei kann es sich sowohl um extreme Trockenperioden als auch um Sturm- und Starkregenereignisse handeln. Auch dies wird Auswirkungen auf Vogelbestände mit sich bringen. Im warmen und regenarmen Jahrhundertsommer 2003 gab es im NSG „Die Reit“ nahezu keine Mücken, da viele Flachgewässer bereits früh im Jahr ausgetrocknet waren. Die Fangergebnisse waren schlecht (Abb. 6) und insbesondere Kleinvogelarten, deren Nestlingsnahrung überwiegend aus Insekten besteht, wiesen einen ungewöhnlich hohen Altvogelanteil in den Fängen auf. Geringe Fangergebnisse bei Zugvögeln können auf viele Ursachen (z. B. in den Überwinterungsgebieten oder auf den Zugwegen) zurückzuführen sein. Ein verringerter Jungvogelanteil deutet aber auf ungünstige Ereignisse oder Bedingungen im Brutgebiet hin. Viele Bruten waren in diesem Sommer verhungert, weil nicht in ausreichendem Maße Insekten als Futter zur Verfügung standen.

Die Erhöhung der Temperaturen und der frühere Beginn der Vegetationsperiode stellen in Kombination mit dem ebenfalls anthropogen bedingten Stickstoffeintrag (diffuser Nährstoffeintrag) aus der Luft ein großes Problem für viele am Boden brütende Nestflüchter dar (z. B. GATTER 2000, GÜNTHER et al. 2005). Durch das stärkere und früher einsetzende Pflanzenwachstum können die Küken

dieser Arten durch den erhöhten Raumwiderstand bedingt nicht mehr weit genug umherlaufen, um ausreichend Nahrung zu finden. Außerdem trocknen die dichten Vegetationsbestände nach Regen oder morgendlichem Tau nicht mehr schnell genug ab, so dass die Küken verklammern und schließlich erfrieren und/oder verhungern. Dies behindert auch die Entwicklung von Großinsekten, die z. B. die Ernährungsbasis von Würgerarten (*Laniidae*) darstellen und führt zu einer verringerten Nesterdichte von Ameisen, von denen der Wendehals (*Jynx torquilla*) lebt.

Die Klimaerwärmung ist ein bedeutender Faktor im sowohl auf lokaler als auch überregionaler Ebene gut belegten Rückgang (z. B. BERTHOLD 2003, BERTHOLD & FIEDLER 2005) mitteleuropäischer Brutvögel (LEMOINE & BÖNING-GAESE 2002, BÖNING-GAESE 2003), da der globale Temperaturanstieg nicht nur in den Brutgebieten Effekte hat.

3 Kleinsäuger

Zu den Auswirkungen der Klimaveränderung liegen für Säugetiere aus Deutschland bisher keine Monitoringdaten und abgesicherten Prognosen vor. Möglicherweise wird dieser Faktor in der Kausalanalyse des Rückgangs einzelner Arten daher auch unterschätzt (vgl. MEINIG & BOYE 2009). Auch in der neuen Roten Liste gefährdeter Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland (BfN 2009) wird die Klimaveränderung als mögliche Einflussgröße konventionsgemäß nicht berücksichtigt. Dauerhaft (während der nächsten 100 Jahre) unbeeinflusst wird aber kaum eine Kleinsäugerart von den sich verändernden Klimabedingungen hinsichtlich ihres Artareals und erreichbarer Dichten bleiben. Nachfolgend werden die Arten behandelt, bei denen Auswirkungen offensichtlich am ehesten zu erwarten sind.

3.1 Spitzmausartige

Die **Alpenspitzmaus** (*Sorex alpinus*) lebt(e) in Deutschland außer in den Alpen in den Hochlagen einiger Mittelgebirge (Schwarz-

wald, Bayerischer Wald, Rhön, Zittauer Gebirge und Harz, vgl. Karte in MEINIG 2004). Dies sind Relikte einer ehemals weiteren Verbreitung während der interglazialen Wärmezeiten des Pleistozäns (TURNI 2005). Für diese Relikte ist aufgrund ihrer langen Isolation eine eigenständige genetische Entwicklung anzunehmen, so dass sie als „evolutionary significant units“ (ESU, vgl. CRANDALL et al. 2000) anzusehen sind, für deren Erhaltung der Bundesrepublik Deutschland eine besondere Verantwortung zukommt (vgl. GRUTKE et al. 2004). Bei einer weiteren Erwärmung ist mit dem Verschwinden („Wegschmelzen“) vieler dieser Populationen zu rechnen. Ein möglicher Faktor, der zum Aussterben der Alpenspitzmaus führen kann, ist die zunehmende Konkurrenz mit der Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die in Folge zunehmender Erwärmung aus tiefer gelegenen Lagen nachrücken kann. Das Vorkommen im Harz gilt bereits seit 1954 (GAHSCHKE 1994) trotz wiederholter und intensiver Nachsuche als verschollen, ohne dass hierfür Gründe bekannt sind.

Für die **Waldspitzmaus** ergibt sich durch die Klimaveränderung eine veränderte Konkurrenzsituation mit der nah verwandten **Schabrackenspitzmaus** (*Sorex coronatus*), deren östliche Verbreitungsgrenze durch Deutschland verläuft (vgl. MITCHELL-JONES et al. 1999). Die Waldspitzmaus besiedelt im gemeinsamen Verbreitungsgebiet mit der Schabrackenspitzmaus kontinental geprägte Mikroklimare (große Temperaturunterschiede sowohl im Tages- als auch im Jahresverlauf) und Bereiche mit hoher Bodenfeuchte (NEET & HAUSSE 1990, MEINIG 2000), z. B. Moore. In Folge der Klimaveränderung und dem sich aus ihr ergebenden Niederschlagsdefizit insgesamt und insbesondere während des Sommers und den sich daraus ergebenden fallenden Grundwasserständen (z. B. GERSTENGARBE et al. 2004 für Nordrhein-Westfalen) werden Bereiche mit ganzjährig hoher Bodenfeuchte seltener werden und somit die Vorkommensgebiete der Waldspitzmaus schrumpfen. Es ist mit einem weiteren Vordringen der Schabrackenspitzmaus nach Osten zu rechnen.

Auch die ehemals bis nach Schleswig-Holstein (PIEPER & REICHSTEIN 1980) verbreitete **Sumpfspitzmaus** (*Neomys anomalus*), deren nördliche Verbreitungsgrenze durch Deutschland verläuft, wird durch die Niederschlagsdefizite weitere Lebensräume verlieren (z. B. im südlichen Nordrhein-Westfalen und nördlichen Rheinland-Pfalz). Flächen, die ganzjährig eine nur geringe Überstauung aufweisen (Mädesüßfluren, Seggen- und Binsenwiesen) sind durch landwirtschaftliche Meliorationsmaßnahmen bereits heute selten und werden zukünftig klimabedingt noch weiter in ihrem Bestand zurückgehen.

Die phylogenetisch aus Afrika stammenden Weißzahnpitzmäuse der Gattung **Crocidura**, deren heimische Vertreter (Hausspitzmaus – *Crocidura russula*, Feldspitzmaus – *C. leucodon*, Gartenspitzmaus – *C. suaveolens*) alle eine Verbreitungsgrenze in Deutschland aufweisen, werden sich zukünftig weiter ausbreiten. Die Arten sind während kühlen und nahrungsarmen Zeiten torporfähig (z. B. NAGEL 1977). Dies erleichtert ihnen Neuansiedlungen durch Verschleppungen durch den Menschen (z. B. SCHMIDT 1998 für die Gartenspitzmaus) mit Baumaterial oder Pflanzgut. Solche Verschleppungen haben auch früher stattgefunden (wahrscheinlich z. B. für alte Funde der Hausspitzmaus in Hamburg, KROHN 1900), jedoch konnten sich die Tiere nicht dauerhaft etablieren (vgl. GILLANDT et al. 1985). Inzwischen existiert eine Population der Hausspitzmaus weitab vom geschlossenen Verbreitungsgebiet der Art in Schleswig-Holstein (Kr. Plön und Ostholstein, BORKENHAGEN 2003), die sich bis heute weiter ausgedehnt hat (BORKENHAGEN mdl. Mitt. April 2009). Außer einer Arealausweitung durch die Klimaveränderung kommt es für die Weißzahnpitzmäuse auch zu veränderten Konkurrenzsituationen. So führen VOGEL et al. (2002) die Ausweitung des Areals der Hausspitzmaus bei gleichzeitiger Verdrängung der Feldspitzmaus im Rhonetal oberhalb des Genfer Sees (Schweiz) nach umfangreicher Analyse auf die Veränderung der klimatischen Verhältnisse zurück.

3.2 Nagetiere

Die **Birkenmaus** (*Sicista betulina*) weist ein ähnlich reliktäres Verbreitungsmuster wie die Alpenspitzmaus (s. o.) in Deutschland auf (vgl. Karte in MEINIG 2004). Aus drei Vorkommensgebieten (Allgäu, Bayerischer Wald, Schleswig-Holstein) liegen aus der Bundesrepublik ca. 20 Nachweise und Beobachtungen vor (MEINIG 2004). Auch diese Populationen sind Glazialrelikte am äußersten Arealrand der Art (z. B. SPITZENBERGER 2001) und somit durch eine rapide Klimaveränderung in hohem Maße in ihrem Bestand bedroht. Auch für diese Vorkommen ist anzunehmen, dass es sich um „evolutionary significant units“ (s. o.) handelt.

Der **Gartenschläfer** (*Eliomys quercinus*) weist von allen Nagetieren Europas den stärksten Rückgang auf. Er ist während der letzten 30 Jahre aus ca. 50 % seines ehemaligen Verbreitungsgebietes (Abb. 5) verschwunden (TEMPLE & TERRY 2007). Gründe hierfür sind nicht bekannt. Möglicherweise ist eine der

Rückgangsursachen aber der Klimawandel. Schläfer sind aufgrund ihres ausgeprägten Winterschlafverhaltens in hohem Maße von klimatischen Faktoren abhängig. Nach STORCH (1978) ist die Dauer des Winterschlafs beim Gartenschläfer von der geografischen Lage, von Mikroklima und Nahrungsangebot, den jeweiligen Witterungsbedingungen sowie von Alter und Geschlecht abhängig (BAUDOIN 1980). Daneben gibt es auch Hinweise auf einen endogenen Rhythmus (DAAN 1973), der genetisch fixiert sein könnte (EISENTRAUT 1962, NEVO & AMIR 1964 für den israelischen Baumschläfer *Dryomys nitedula phrygicus*). Abb. 6 zeigt das unterschiedliche Aktivitätsmuster nordspanischer (Katalonien, La Jonquera) und rheinland-pfälzischer (Umgebung von Koblenz) Gartenschläfer (Tiere der gleichen Unterart und Chromosomenrasse) unter den gleichen Haltungs- und Klimabedingungen während des Winters (aus BAASNER 1996). Die Tiere waren bereits alle in Gefangenschaft am Versuchsort geboren. Die spanischen Tiere gehen später in den Winterschlaf, beenden diesen früher und zeigen auch

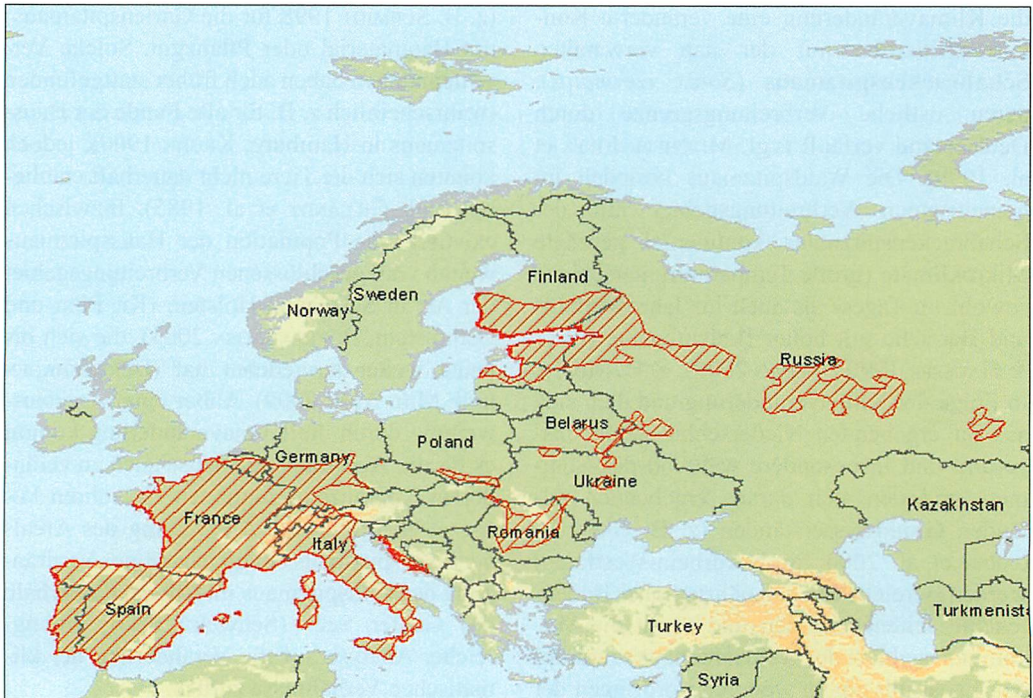


Abb. 5. Aktuelle Verbreitung des Gartenschläfers (*Eliomys quercinus*) in Europa (aus European Mammal Assessment, TEMPLE & TERRY 2007).

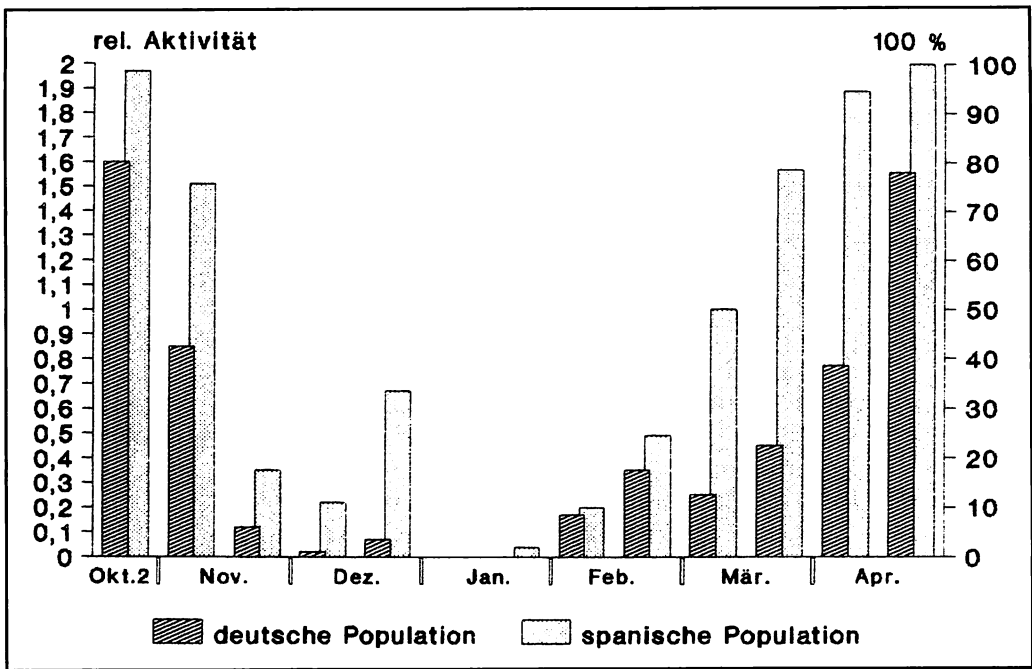


Abb. 6. Relative durchschnittliche Winteraktivität von *Eliomys quercinus quercinus* (diesjährige ♂♂, Deutschland: n = 8; Spanien: n = 9) (aus BAASNER 1996).

während des Winters gegenüber den deutschen Tieren eine erhöhte Aktivität. Dies spricht für einen hohen Anteil genetischer Fixierung des Verhaltensablaufs. Bei einer rapiden Veränderung des Klimaverlaufs wie der aktuellen kann dies einen Anteil am europaweit beobachteten Rückgang der Art haben, weil die Tiere sich noch nicht an die verlängerte Vegetationsperiode und den verkürzten Winter mit höheren Durchschnittstemperaturen mit ihrem Winterschlaf- und Reproduktions- und Ernährungsverhalten anpassen können.

Von geringeren Niederschlagsmengen und sinkenden Grundwasserständen sind alle Nagetierarten betroffen, die mehr oder weniger an Feuchthabitate gebunden sind (die beiden Schermausarten *Arvicola amphibius* und *A. scherman*, Erdmaus – *Microtus agrestis*, Sumpfsmaus – *Microtus oeconomus* und Zwergmaus – *Micromys minutus*).

Der **Feldhamster** (*Cricetus cricetus*) könnte einer der wenigen Profiteure der Klimaveränderung sein. Die Art lebt in Mitteleuropa als

Kulturfolger. Bevorzugte Habitate liegen in der Ebene und weisen gut grabfähige Löss- und Lehm Böden mit einem Grundwasserflurabstand von mindestens 1,20 m auf (GRULICH 1980). Ebenso wie steigende Temperaturen führen auch geringere Niederschlagsmengen zu steigenden Grundwasserflurabständen. Die vom Feldhamster besiedelbaren Lebensräume werden sich theoretisch durch fallende Grundwasserstände vergrößern. Allerdings wird dieser Effekt bei der in der Bundesrepublik vom Aussterben bedrohten Art kaum in der Landschaft feststellbar sein, da durch die weiter anhaltende Intensivierung landwirtschaftlicher Produktionsmethoden sowie Planungen des Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrswegebbaus und des Rohstoffabbaus, die weiterhin in Hamsterlebensräumen durchgeführt werden, der positive Effekt zunichte gemacht wird.

4 Fledermäuse

Die These, dass Fledermäuse es gerne warm haben, trifft nur insofern zu, als dass die Artenfülle und häufig auch die Individuendichte dieser Tiergruppe in den Tropen am höchsten

ist und zu den Polen hin abnimmt. Die winterschlafenden Arten der gemäßigten Zonen sind aber auf möglichst konstante und lang anhaltend stabile tiefe (langfristig über dem Gefrierpunkt gelegene) Temperaturen in ihren Winterquartieren angewiesen, da die Energieersparnis unter solchen Bedingungen am höchsten ist (RANSOME 1990, NAGEL & NAGEL 1991). Mit der Erhöhung der Durchschnittstemperaturen steigen zwangsläufig auch die Temperaturen in unterirdischen Quartieren, was sich ungünstig auf den Energiehaushalt der Tiere auswirken dürfte. Andererseits wird sich die Zeit, in der durch die Verlängerung der Vegetationsperiode Nahrung in Form von Insekten zur Verfügung steht, verlängern. Hierdurch könnte sich bei Arten, deren Weibchen heute erst in einem Alter von zwei Jahren reproduzieren, eine frühere Geschlechtsreife einstellen. Dies führt aber wahrscheinlich nicht zu einem schnelleren Populationswachstum, sondern zu einem verringerten reproduktiven Output während des Lebens eines Individuums, denn eine frühere Geschlechtsreife führt zu einer verringerten Lebenserwartung (RANSOME 1995 für die Große Hufeisennase), also zu einem geringen Fortpflanzungserfolg insgesamt. Untersuchungen, aus denen sich die Effekte dieser gegenteiligen Wirkungen ablesen lassen, liegen bisher nicht vor. Beobachtungen zu Arealveränderungen einzelner Arten und bekannte oder zu vermutende zukünftige Konkurrenz um Ressourcen lassen sich aber vor dem Hintergrund des bereits erfolgten Klimawandels interpretieren.

Die **Weißbrandfledermaus** (*Pipistrellus kuhlii*) weist in Europa eine südliche, mediterrane Verbreitung auf (vgl. Karte in BOGDANOWICZ 2004). Nach einer Häufung von Funden nördlich der Alpen seit den 1970er Jahren in der Schweiz (z. B. GEBHARD 1988) ist die Art heute in Basel regelmäßig auch mit Wochenstuben anzutreffen (STUTZ & HAFFNER 1995). Die Art wurde in der letzten Roten Liste bedrohter Säugetiere in der Bundesrepublik Deutschland (BOYE et al. 1998) noch als „Irgast“ geführt. Inzwischen liegen aus Bayern (München, Augsburg, vgl. MESCHÉDE 2004, LIEGL i. ds. Ausgabe) Nachweise von Wochen-

stuben und Winterquartieren vor. Auch in Baden-Württemberg reproduziert die Weißbrandfledermaus inzwischen (Raum Konstanz, FIEDLER 2007 und Fänge von Weibchen mit aktiven Milchdrüsen im Oberrheingebiet zwischen Rheinfelden und Bad Säckingen, R. BRINKMANN, mdl. Mitt.). Das Vorrücken der Weißbrandfledermaus Richtung Norden geschieht auf breiter Front (z. B. DRAGU et al. 2007 für Rumänien, CE'LUCH & ŠEVČIK 2006 für die Slowakei und PAILLEY & PAILLEY 1991 für Frankreich). Wie die heimische Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) dauerhaft auf den neuen Konkurrenten um Nahrungsressourcen und besonders um Quartiere reagieren wird, bleibt abzuwarten.

Auch die **Alpenfledermaus** (*Hypsugo savii*) wird als mediterranes Faunenelement angesehen. Aus Österreich liegen bereits seit 1985 wiederholt Nachweise vor, die auf eine rasche Arealausweitung einer nordostitalienischen Population zurückgeführt werden (SPITZENBERGER 2001). In den Jahren 2007 und 2008 gelangen Funde von Einzeltieren in Sachsen-Anhalt (LEHMANN & ENGEMANN 2007) und Nordrhein-Westfalen (VIERHAUS 2008a). Aus Bayern (Chiemgau) lagen aus den letzten Jahren zunächst nur Rufaufnahmen vor, die der Art zugerechnet wurden (s. LfU & LBV 2008). Im September 2008 gelang schließlich der Fund eines Tieres, durch den das Vorkommen abgesichert werden konnte (A. ZAHN, mdl. Mitt.).

Die ebenfalls als Wärme liebend eingestuft und in der Bundesrepublik sehr seltenen Arten **Wimperfledermaus** (*Myotis emarginatus*), **Große und Kleine Hufeisennase** (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, Abb. 7) erleben z. Z. eine Stabilisierung ihrer Bestände bis hin zu Bestandszunahmen und Arealausweitungen (z. B. BfN 2005, GÖRNER 2009, LIEGL 2004, VIERHAUS 2008b, WÜRFLEIN 2008, ZAHN & WEINER 2004). Die positive Entwicklung ist aber sicher nicht auf die zunehmenden Temperaturen zurückzuführen, sondern darauf, dass die Pestizide, die den Zusammenbruch der Bestände ab den 1950er Jahren verursacht haben, langsam aus der Um-



Abb. 7. Die Bestände der Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) zeigen in den letzten Jahren positive Tendenzen. Aufn.: M. HÖTZEL.

welt und den Populationen verschwunden sind (z. B. BONTADINA et al. 2006 für die Kleine Hufeisennase in der Schweiz). Darauf deuten auch die Verbreitungsbilder der Arten, die insbesondere um den deutschen Anteil ihres ehemaligen Artareals (z. B. Karte in OHLENDORF 1997 für die Kleine Hufeisennase) einen Bogen machen (Abb. 8-10). In den meisten Regionen Deutschlands ist aufgrund der topografischen Gegebenheiten eine intensive Landwirtschaft wirtschaftlich lohnend, dementsprechend wurde, wie es der deutschen Mentalität entspricht, besonders gründlich gespritzt. Außerdem handelt es sich um Arten, die auch in ihren Sommerquartieren in Gebäuden in besonderem Maße durch Holzschutzmittel betroffen waren, die teilweise die gleichen Inhaltsstoffe aufwiesen wie die in der Landwirtschaft verwendeten Pestizide. Die heute zu beobachtenden Artareale weisen eine



Abb. 8. Aktuelle Verbreitung der Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*) in Europa (aus European Mammal Assessment, TEMPLE & TERRY 2007).

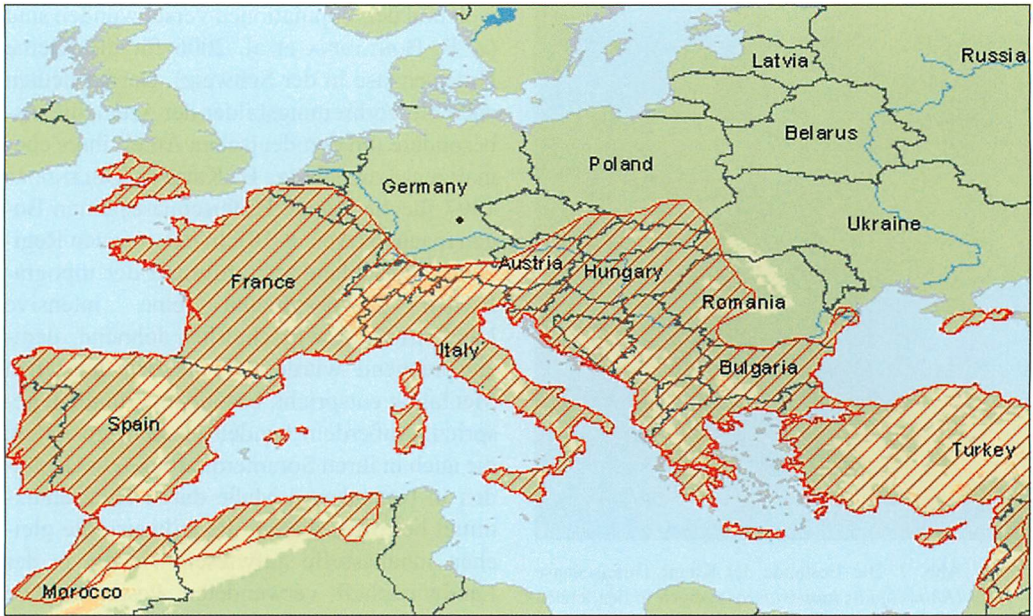


Abb. 9. Aktuelle Verbreitung der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Europa (aus European Mammal Assessment, TEMPLE & TERRY 2007).

deutliche „deutsche Delle“ auf. Besonders für die Hufeisennasen ist eine Wiederbesiedlung weiter Teile ihrer ehemaligen Verbreitungsgebiete in näherer Zukunft trotz der positiven

Entwicklung kaum zu erwarten, da der Landschaftswandel durch Landwirtschaft und Infrastrukturprojekte den Strukturreichtum zerstört hat, den diese Arten benötigen, um sich

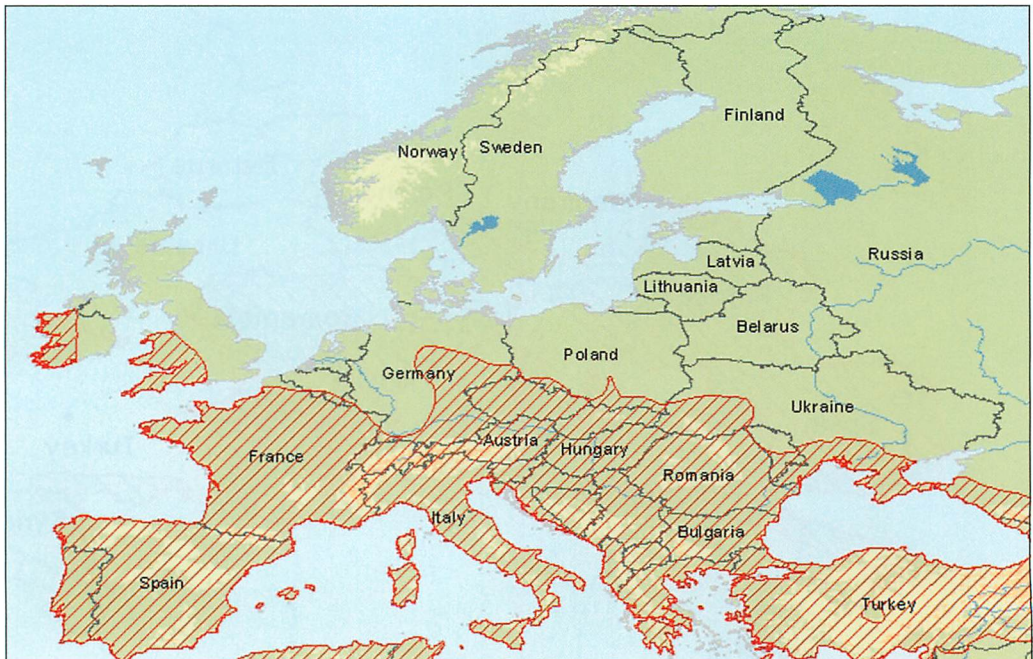


Abb. 10. Aktuelle Verbreitung der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) in Europa (aus European Mammal Assessment, TEMPLE & TERRY 2007).

in der Landschaft orientieren und fortbewegen zu können.

Auch die **Bechsteinfledermaus** (*Myotis bechsteinii*) wird häufig als thermophile Art angesehen (vgl. BAAGØE 2001a). Insofern könnte sie theoretisch von einem Anstieg der Temperaturen profitieren. Hierzu müssten aber die entsprechenden Waldgesellschaften (Laubmischwälder mit einem hohen Eichenanteil) vorhanden sein. Die Buche (*Fagus sylvatica*), als natürlich in Deutschland vorherrschende Waldbaumart, wird aufgrund ihrer physiologischen Anpassungsfähigkeit auch unter den veränderten Klimabedingungen weiterhin die dominierende Baumart bleiben (KNAPP 2008). Ein Waldumbau ist daher hauptsächlich auf Flächen mit Fichtenanbau (*Picea abies*) zu erwarten. Die derzeitigen forstlichen Aktivitäten gehen aber eher in die Richtung, die Fichte durch fremdländische Baumarten wie z. B. die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) (z. B. im Siegerland, NRW, nach der Sturmkatastrophe „Kyrill“) zu ersetzen, die eine ähnlich geringe naturschutzfachliche Bedeutung aufweisen wie die Fichte.

Außerdem würden die neu zu begründenden Laubwälder erst in ca. 150-200 Jahren Strukturen aufweisen, die sie für die Bechsteinfledermaus besiedelbar machen würden.

Die **Teichfledermaus** (*Myotis dasycneme*) ist von Nordfrankreich über Belgien, Norddeutschland und Südschweden ostwärts bis nach Sibirien verbreitet (Abb. 11). Als stenök an große Gewässer gebundene Art wird die Teichfledermaus in besonders hohem Maße unter dem zu erwartenden Niederschlagsdefizit und den Sommertrockenheiten, die zu einem stark verringerten Nahrungsangebot führen werden, zu leiden haben. Das Environmental Change Institute der Universität Oxford prognostiziert für die Art für das Klimaszenario A2, das von vielen Klimatologen bei unverändertem Verhalten des Menschen als sehr wahrscheinlich eintretend angesehen wird (z. B. PIK 2009), eine erhebliche Verkleinerung des Verbreitungsgebietes in Europa bis zum Jahr 2050 (Abb. 12) und bis zum Jahr 2080 (Abb. 13) den Verlust nahezu des gesamten mitteleuropäischen Artareals (BRANCH 2007).

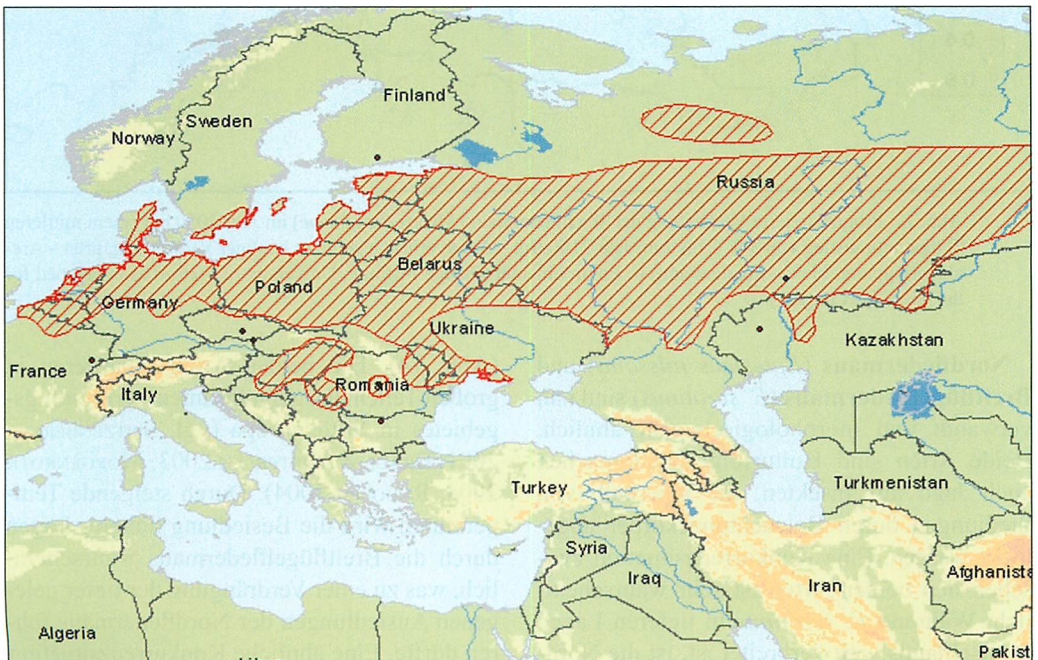


Abb. 11. Aktuelle Verbreitung der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) in Europa und Asien (aus European Mammal Assessment, TEMPLE & TERRY 2007).

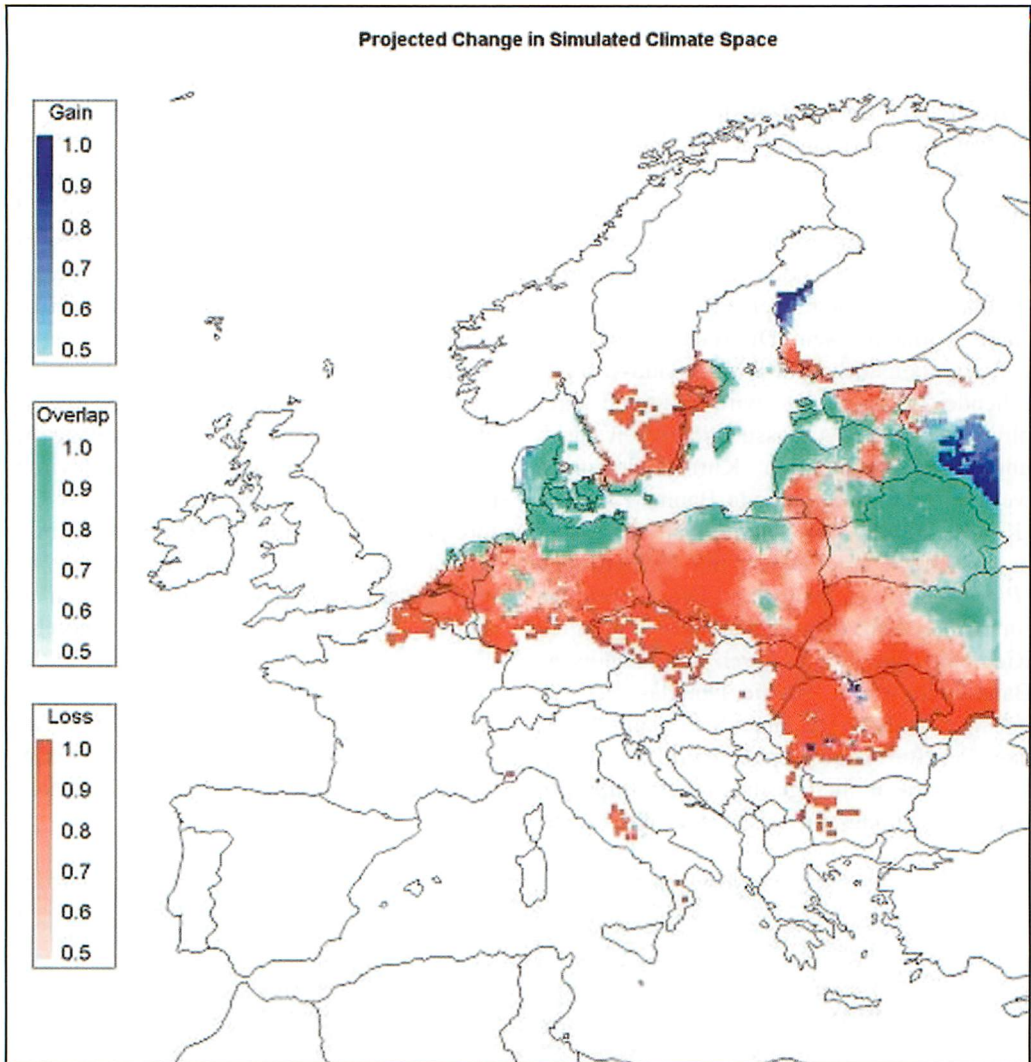


Abb. 12. Prognostizierte Verbreitung der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) im Jahr 2050 bei einem mittleren Temperaturanstieg von 3–4°C bis zum Jahr 2100 (rot – Arealverlust gegenüber heutiger Verbreitung, grün – Arealüberlappung, blau – Arealgewinn) (c Environmental Change Institute, University of Oxford as developed for the BRANCH project).

Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) und **Breitflügelfledermaus** (*E. serotinus*) sind nah verwandt und morphologisch sehr ähnlich. Beide Arten sind Kulturfolger und machen auch Jagd auf Insekten, die innerhalb von Siedlungen durch Beleuchtungskörper angezogen werden. Eine Konkurrenzsituation zwischen den beiden Arten ist sehr wahrscheinlich. Während *E. serotinus* in tieferen Lagen Deutschlands weit verbreitet ist, ist die Nordfledermaus auf die höher gelegenen Bereiche der Gebirge und Mittelgebirge beschränkt

(Abb. 14). Die beiden Arten vikariieren in großen Teilen des gemeinsamen Verbreitungsgebietes in Mitteleuropa (vgl. SPITZENBERGER 2001, BRAUN & DIETERLEN 2003, MORGENROTH 2004, RUDOLPH 2004). Durch steigende Temperaturen wird die Besiedlung höherer Lagen durch die Breitflügelfledermaus wahrscheinlich, was zu einer Verdrängung der tiefer gelegenen Ansiedlungen der Nordfledermaus führen dürfte. Eine ähnliche Konkurrenzsituation wird auch zwischen Breitflügelfledermaus und **Zweifarbfliegenfledermaus** (*Vespertilio murinus*)

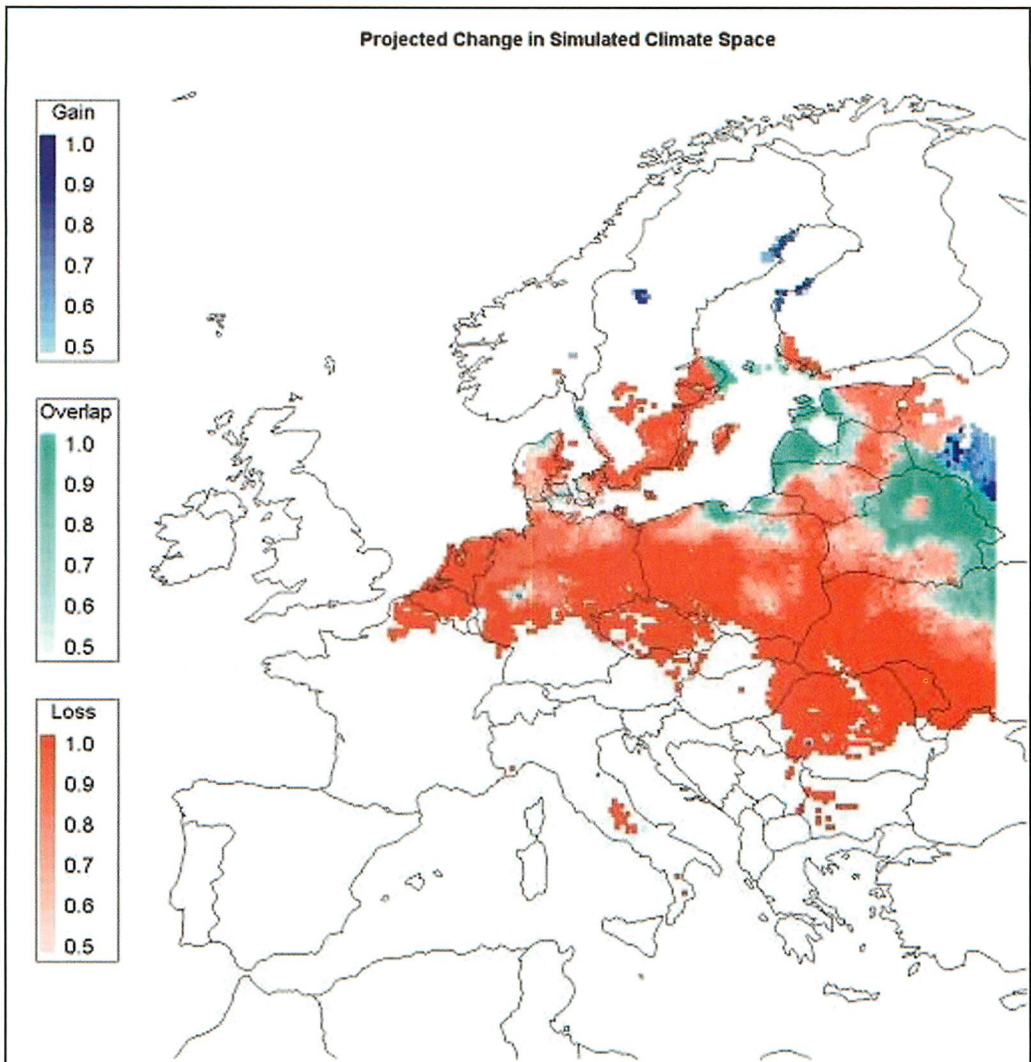


Abb. 13. Prognostizierte Verbreitung der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) im Jahr 2100 bei einem mittleren Temperaturanstieg von 3–4°C bis zum Jahr 2100 (rot – Arealverlust gegenüber heutiger Verbreitung, grün – Arealüberlappung, blau – Arealgewinn) (c Environmental Change Institute, University of Oxford as developed for the BRANCH project).

vermutet, die ebenfalls nahezu nie im gleichen Gebiet vorkommen (BAAGØE 2001b).

5 Diskussion, Konsequenzen für den Naturschutz

Die verfügbaren Prognosen der zu erwartenden Klimaänderungen decken maximal einen Zeitraum bis zum Jahr 2080 ab. Weiter reichende Voraussagen sind aufgrund der Vielzahl nicht abschätzbarer Faktoren (Entwicklung der Weltbevölkerung, der tatsäch-

liche politische Willen zur Reduzierung klimawirksamer Emissionen, Entwicklung und Einsatz klimaneutraler Energiequellen usw.) nicht möglich. Dieser Zeitraum ist im Verhältnis zu der Zeit, die Arten zur Anpassung an eine sich verändernde Umwelt benötigen, sehr kurz. Er umfasst noch nicht einmal die Lebensspanne eines Menschen bei der derzeitigen Lebenserwartung in Mitteleuropa. Das heißt aber nicht, dass der Vorgang der Klimaerwärmung dann abgeschlossen wäre; er wird sich über mehrere hundert Jahre erstrecken.

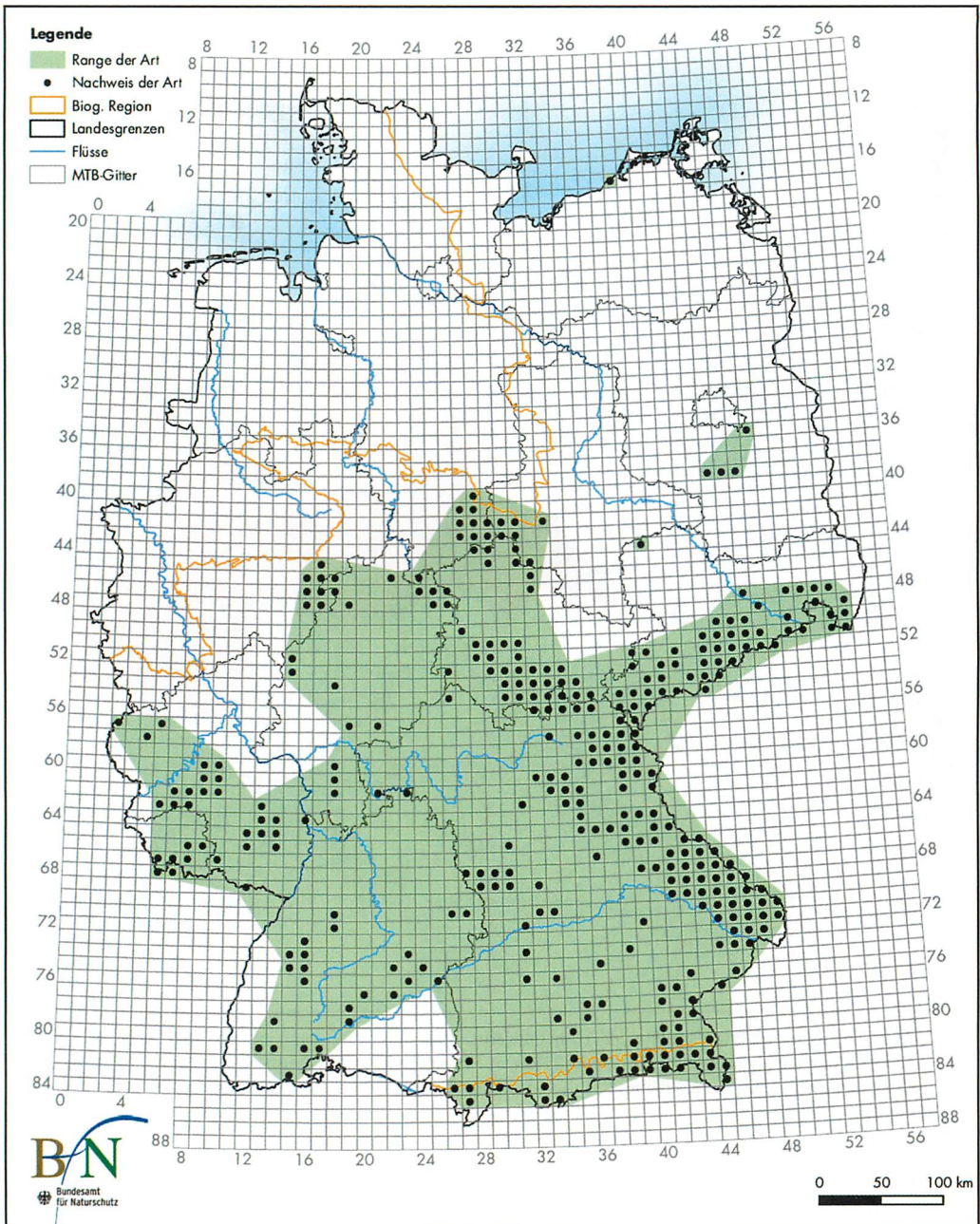


Abb. 14. Verbreitung der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) in der Bundesrepublik Deutschland (aus BfN 2008).

Bei einer globalen Erwärmung von 2-3°C sind 20-30 % der höheren Pflanzen- und Tierarten weltweit von einem hohen Aussterberisiko bedroht, je nach Region zwischen 1 und 80 % (FISCHLIN 2007). Dieser Hintergrund macht deutlich, wie drastisch und erschreckend die zu erwartenden Veränderungen sein werden.

Die bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Klimaveränderungen stellen den Naturschutz vor neue Herausforderungen. Dies ist auch bereits im politischen Raum erkannt worden. So fordert das BMU (2007) in seiner nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt ein bis zum Jahr 2020 realisiertes Netz mit-

einander verbundener Biotope, in dem sich klimaempfindliche Arten und Lebensgemeinschaften bewegen können, um den klimabedingten Veränderungen auszuweichen. Ein ähnliches Vernetzungskonzept liegt auch für NRW vor (MUNLV NW 2007). Hierbei sollen insbesondere die Flusstäler barrierefrei als Migrationswege gestaltet werden, um so die ohnehin zu erfüllenden Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie synergetisch und möglichst kostensparend für den Naturschutz zu nutzen. Eine Verringerung von Isolations- und Barrierewirkungen in der Landschaft ist in jedem Falle zu begrüßen. Bereits eine oberflächliche Analyse zeigt aber, dass diese Konzepte für die klimaempfindlichen Arten nicht in ausreichendem Umfang hilfreich sein können, sondern viel mehr die Ausbreitung der Arten fördern werden, die entweder weitgehend klimaneutral reagieren oder von der Klimaveränderung profitieren. Den klimasensiblen Arten der Hochlagen die Instinktleistung abzuverlangen, die Flusstäler (mit von den meisten Arten nicht nutzbaren Habitattypen) als Wanderungskorridore Richtung Norden zu nutzen, um nach mehreren Hundert Kilometern möglicherweise wieder auf nutzbare Lebensräume zu treffen, ist kaum möglich. Dies gilt insbesondere für den Bereich nördlicher Mittelgebirgsschwellen, da die Tiere hier erst in tiefere und damit noch wärmere Bereiche absteigen müssten. Außerdem werden die Migrationsfähigkeit und die Fähigkeit für Neuansiedlungen häufig unterschätzt (FISCHLIN 2007). So ist z. B. die Neuansiedlung einer Wochenstubengruppe von Waldfledermäusen, die häufig aus nah verwandten Individuen besteht, ein nur selten beobachtetes und dokumentiertes Phänomen, das sich außerdem über mehrere Jahre hinziehen kann (METHENY et al. 2008 für *Eptesicus fuscus*), selbst wenn nutzbare, freie Lebensräume in der Umgebung vorhanden sind.

Wirksamer erscheinen dagegen Strategien, die vorhandene Lebensräume und Systeme zu stabilisieren und den Arten kleinräumige Reaktionen zu ermöglichen, z. B. indem sie von süd- in nordexponierte Lebensräume im gleichen Landschaftsraum ausweichen können.

Hierzu können u. a. die klassischen Naturschutzforderungen, die inzwischen auch belegbar begründet sind (GÜNTHER et al. 2005) nach Flächensicherung, Reduzierung des Flächenverbrauchs, naturverträglicher Land- und Forstwirtschaft, flächendeckender Verringerung von Isolations- und Barriereeffekten sowie der qualitativen Wiederaufwertung von Lebensräumen bei konsequenter Umsetzung einen bedeutenden Beitrag leisten. Dies soll im Weiteren genauer ausgeführt werden.

Flächensicherung für den Lebensraum- und Naturschutz muss zukünftig andere Wege gehen als in der Vergangenheit. Das soll ausdrücklich nicht heißen, dass FFH- und Vogelschutz- sowie Naturschutzgebiete überflüssig werden. Naturschutz kann nur über Fläche mit entsprechender Lebensraumausstattung funktionieren. Der „Schutz“ muss großflächig und vernetzt passieren und sich nicht nur auf einzelne kleine herausragende Landschaftselemente konzentrieren, denn es muss eine „Bewegungsmöglichkeit“ für die Besiedler dieser Strukturen geschaffen bzw. wieder hergestellt werden. Kleinflächige Naturschutzgebiete im Siedlungsraum, die innerhalb von 20-30 Jahren nach ihrer Ausweisung, bis an ihre ohnehin eng gesteckten Grenzen von Wohnbebauung und Gewerbeansiedlungen umschlossen sind, könne diese Funktion nicht erfüllen. Unbedingt notwendig ist eine uneingeschränkte Akzeptanz der Abgrenzungen solcher Gebiete und ihrer Pufferräume durch Raum- und Infrastrukturplaner.

Als besonders bedeutsamer Beeinträchtigungsfaktor ist der weiter anhaltende **Freiflächenverbrauch** des Menschen zu nennen. Selbst wenn das einzelne Straßenbauwerk oder das einzelne Baugebiet nur wenig neue Fläche beansprucht, so sind die Effekte summarisch über die Zeit erheblich. Zwischen 1997 und 2001 betrug der tägliche Flächenverbrauch in der Bundesrepublik für Siedlungs- und Verkehrsflächen 129 ha (Statistisches Bundesamt 2004). Aktuell entfallen 22 % der Fläche von NRW, einem der am dichtesten besiedelten Bundesländer, auf Verkehrs- und Siedlungsflächen – im Bundes-

durchschnitt sind dies 12,5 % (www.flaechen-nutzung.nrw.de). All dies sind Flächen, die weder Wildtieren als Lebensraum bzw. als Ausweichraum gegenüber klimabedingten Lebensraumveränderungen, noch dem Menschen zur Erholung zur Verfügung stehen.

Die **qualitative Wiederaufwertung** von Flächen und Lebensräumen in der Bundesrepublik unter dem Gesichtspunkt der Klimaveränderung ist insbesondere bzgl. der Faktoren Wasserhaltung und Lärmbelastung von größter Bedeutung. Die zu erwartenden Niederschlagsdefizite machen sie notwendig, um zukünftig mehr Wasser länger in der Landschaft zu halten. Hierzu ist es nicht nur notwendig, Neuversiegelungen zu vermeiden (s. o.), sondern auch bestehende Versiegelungen rückgängig zu machen und den Bächen und Flüssen wieder mehr Raum zu geben. Dies ist auch für den Menschen von großer Bedeutung, denn wie der Extremsommer 2003 gezeigt hat, steht ansonsten nicht mehr ausreichend Wasser zur Kühlung der Kraftwerke bereit. Unter den Bedingungen geringer Wasserführung die erlaubte Einleittemperatur von Kühlwasser in die großen Fließgewässer einfach bis auf 30°C heraufzusetzen, wie 2003 geschehen, ist für die Fließgewässerzönosen katastrophal und kein Lösungsweg.

Die bloße Anwesenheit einer Vogelart in einem anthropogen beeinflussten Gebiet heißt noch nicht, dass die dort siedelnden Individuen auch einen Beitrag zum Fortbestand ihrer Art leisten können. REIJNEN & FOPPEN (1991) wiesen für den Fitis nach, dass die Individuen, die im Randbereich stark frequentierter Straßen (mit dem entsprechenden Lärmpegel) siedelten, eine geringere Fitness aufwiesen als Individuen, die in ruhigeren Gebieten nisteten.

Unser Verstehen anthropogen verursachten Lärms auf Säugetiere ist erst am Anfang (vgl. HERRMANN 2001, JONES 2008). Besonders Verkehrslärm ist bei dem hohen Erschließungsgrad der Bundesrepublik mit Straßen allgegenwärtig (O-Ton eines Straßenbauers hierzu: „Man muss inzwischen immer weiter fahren,

um mal irgendwo hin zu kommen, wo man keine Autos mehr hört.“), ein Phänomen, das mit seinen Auswirkungen inzwischen bereits Eingang in die Publikationen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung gefunden hat (GARNIEL et al. 2009). SCHAUB et al. (2008) wiesen nach, dass Große Mausohren Flächen meiden, die einem zu hohen Verkehrslärm ausgesetzt sind, weil dort die Geräusche der Beutetiere maskiert werden und diese dann für die Fledermäuse nicht mehr auffindbar sind. KERTH & MELBER (2009) stellten bei Bechsteinfledermäusen ungewöhnlich kleine individuelle Nahrungsreviere an Straßenrändern fest, ein Phänomen, das an anderen Lebensraumgrenzen nicht beobachtet werden konnte. Auch der Mensch selbst ist als Erzeuger des Lärms von diesem in seinem Wohlbefinden und seiner Gesundheit betroffen. So verursacht Verkehrslärm eine Steigerung der Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems (z. B. BABISCH et al. 2005). Aus Naturschutzgründen und aus Gründen des menschlichen Gesundheitsschutzes ist der Neubau von Straßen in der gut erschlossenen Bundesrepublik Deutschland daher inzwischen absolut überflüssig und schädlich.

Speziell für Fledermäuse im Flachland und Mittelgebirge wird wahrscheinlich der Schutz weiterer Typen von Winterquartieren wichtiger werden. Während bisher natürliche Höhlen und Stollen im Fokus des Naturschutzes standen, werden stillgelegte Eisenbahntunnel in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen. In ihnen stellen sich aufgrund ihrer Öffnung an zwei Seiten (Zugluftsituation) eher kleinräumig so niedrige Temperaturen ein, dass sie energetisch für hibernierende Fledermäuse günstiger sein werden als in natürlicheren Quartiertypen, deren Temperatur weiterhin denen der jeweiligen (in Folge der Klimaveränderung steigenden) Jahresdurchschnittstemperatur entsprechen wird.

Nach dem Wegfall der EU-Bracheverordnung wird die **moderne Landwirtschaft** als Gefährdungsfaktor weiter an Bedeutung gewinnen, denn betroffen sind 10 % der Anbaufläche, die bisher temporär nicht genutzt wur-

den und damit als Lebensraum zur Verfügung standen. Die Flächen werden nicht benötigt, um Nahrungsmittel zu produzieren, sondern Biokraftstoffe (VÖSSING 2007). Dies geht bis hin zum Flächenumbruch von FFH-Lebensraumtypen in FFH-Gebieten (AMMERMANN 2008). Betroffen sind hiervon auch Fledermäuse, denn in modernen Kulturen wachsen nur wenige Insekten heran, die als Nahrung genutzt werden können. Außerdem verstärken landwirtschaftliche Monokulturen die Isolations- und Barrierewirkungen in der Landschaft für strukturgebunden fliegende Arten.

Auf die unter Naturschutzaspekten geringwertige Anpflanzung nicht heimischer Baumarten wurde bereits oben hingewiesen. Ein anderer kritisch zu beurteilender Aspekt der **Forstwirtschaft** ist der vermehrte Einschlag alter Laubholzbestände (insbesondere Eiche), bei zunehmendem Einschlag insgesamt während der letzten Jahre (vgl. KNAPP 2008, STRAUSSBERGER & UHDE 2009). Wald besiedelnde Fledermausarten benötigen 25-30 Baumhöhlen pro Hektar Wald (MESCHÉDE & HELLER 2000), eine Anzahl, die in unseren Wirtschaftsforsten so gut wie nie erreicht wird (PFALZER & WEBER 2002). Deutschland ist zwar zu ungefähr 30 % bewaldet, aber noch immer machen nur 0,8 % dieser Fläche nahezu vom Menschen unbeeinflusste Wälder aus (BfN 2004, MCPFE Liaison Unit Warsaw et al. 2007).

Die Barriere- und Isolationswirkungen in unserer Landschaft werden durch Verkehrswege, Gewerbe- und Siedlungsflächen sowie durch die Landwirtschaft ausgelöst. Dies führt dazu, dass viele Arten keine Ausweichreaktionen gegenüber der Klimaveränderung werden durchführen können, wie dies während früheren Wärmeperioden durchaus möglich war. Es sind umfangreiche Maßnahmen notwendig, um die Durchlässigkeit der Landschaft insgesamt für diese Arten wieder zu vergrößern.

Es ist nicht mehr „fünf vor zwölf“, sondern schon viel später. Hier sind die Politiker, ihre

Vernunft und Voraussicht auf Bundes- wie auf Landesebene, aber auch im kommunalen Raum gefragt, und zwar schnell. Eine Entwicklung wie zuletzt beim „2010-Ziel“, das auch von der Bundesrepublik Deutschland unterzeichnet wurde (vgl. BMU 2007), nach dem der Rückgang der Biodiversität bis zum Jahr 2010 gestoppt werden sollte und für dessen Erreichen keinerlei Anstrengungen unternommen wurde, darf sich bei den notwendigen Reaktionen auf den Klimawandel nicht schon wieder wiederholen. Dass auch Politiker zu schnellen und grundsätzlichen Reaktionen fähig sind, haben sie während des Beginns der Weltwirtschaftskrise im Herbst 2008 unter Beweis gestellt. Das Großhirn, auf dessen Leistung wir so stolz sind und das uns dazu befähigt hat, die Erde in jeder Hinsicht so zu verändern, wie sie sich heute darstellt, verpflichtet uns auch zu einer Verantwortlichkeit gegenüber unseren Mitwesen (oder wahlweise „Mitgeschöpfen“). Dies umso mehr, als diese Arten auch Indikatoren für unsere eigene zukünftige Lebensqualität und Überlebensfähigkeit sind. Beides darf nicht weiterhin den nicht nachhaltig wirkenden Partikularinteressen Einzelner oder einzelner Interessengruppen widerstandslos geopfert werden.

Danksagung

Ich danke Frau MEIKE HÖTZEL, Witten, für inhaltliche Diskussionen und die Überlassung von Bildmaterial, MARKO ZIMMERMANN, Bonn, beschaffte nur schwer zugängliche Literatur und MARTIN FRÄMKE, Hamburg, verbesserte die Summary. I thank the following institutions for the permission to use illustrations from their publications: IUCN (European Mammal Assessment, Dr. HELEN TEMPLE), BRANCH (Environmental Change Institute, University of Oxford, Dr. CLAUDIA CHAMBERS, maps developed for the BRANCH project – BRANCH received European Regional development Funding through the INTERREG IIIB Community Initiative).

Schrifttum

- AMMERMANN, K. (2008): Energetische Nutzung machwachsender Rohstoffe – Auswirkungen auf die Biodiversität und Kulturlandschaft. *Natur u. Landschaft* **83**, 108-110.
- ANTHES, N. (2005): Wasserläufer verlagern ihre Zugzeiten als Anpassung an Klimaschwankungen. *Charadrius* **40**, 28-36.

- BAAGØE, H. J. (2001a): *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818) – Bechsteinfledermaus. In: KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4: Fledertiere. Teil I: *Chiroptera* I, *Rhinolophidae*, *Vespertilionidae* 1. AULA-Verlag. Wiesbaden, 441-471.
- (2001b): *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1759 – Zweifarbfledermaus. In: KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4: Fledertiere. Teil I: *Chiroptera* I, *Rhinolophidae*, *Vespertilionidae* 1. AULA-Verlag. Wiesbaden, 473-514.
- BAASNER, S. (1996): Vergleichende Untersuchung zur Winteraktivität einer spanischen und einer deutschen Population des Gartenschläfers *Eliomys quercinus quercinus* L. In: Verein der Freunde des ersten deutschen Nationalparks Bayerischer Wald e. V. (Hrsg.): 6. Tagungsbericht. 1. Internationales Bilchkolloquium (*Rodentia*, *Myoxidae*). Neuschönau, 31-38.
- BABISCH, W., BEULE, B., SCHUST, M., KERSTEN, N., & ISING, H. (2005): Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology* 16, 33-40.
- BAUDOIN, C. (1980): Organisation sociale et communications intraspecificque d'un hibernant. These, Univ. France-Compte (316 pp.).
- BAUER, H.-G., BEZZEL, E., & FIEDLER, W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Bd. 1-3. 2. Aufl. AULA-Verlag. Wiesbaden.
- BERTHOLD, P. (1980): Untersuchung der Nachtunruhe diejähriger und adulter sowie handaufgezogener und gefangener *Sylvia atricapilla*. D. Vogelwarte 30, 255-259.
- (2000): Vogelzug. Eine aktuelle Gesamtübersicht. Wiss. Buchges. Darmstadt. 4. Aufl. (280 pp.).
- (2003): Die Veränderungen der Brutvogelfauna in zwei süddeutschen Dorfgemeindebereichen in den letzten fünf bzw. drei Jahrzehnten oder: verlorene Paradiese? *J. Orn.* 144, 385-410.
- , & FIEDLER, W. (2005): 32-jährige Untersuchung der Bestandsentwicklung mitteleuropäischer Kleinvögel mit Hilfe von Fangzahlen: überwiegend Bestandsabnahmen. D. Vogelwarte 43, 97-102.
- , QUERNER, U., & SCHLENKER, R. (1990): Die Mönchsgrasmücke *Sylvia atricapilla*. Neue Brehm-Büch., Bd. 603. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt (180 pp.).
- , & SCHLENKER, R. (1975): Das „Mettnau-Reit-Ilmitz-Programm“ – ein langfristiges Vogelfangprogramm der Vogelwarte Radolfzell mit vielfältiger Fragestellung. D. Vogelwarte 28, 97-123.
- BEZZEL, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas – Singvögel. AULA-Verlag. Wiesbaden (766 pp.).
- BfN (Hrsg., 2004): Daten zur Natur 2004. Bonn-Bad Godesberg (474 pp.).
- (Hrsg., 2009): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Bd. 1: Wirbeltiere. Naturschutz u. Biol. Vielfalt 70(1). Bonn-Bad Godesberg (386 pp.).
- (2008, Bearb.): Verbreitung der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) in Deutschland im Zeitraum 1990-2006. In: BMU, BfN u. Oberste Naturschutzbehörden der Bundesländer: Zwischen Bund und Ländern abgestimmter Nationaler Bericht 2007 nach Art. 17 FFH-Richtlinie, erstellt auf Basis der Berichtsdaten der Bundesländer sowie des BfN.
- BLÜMEL, H. (1982): Die Rohrammer *Emberiza schoeniclus*. Neue Brehm-Büch., Bd. 544. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt (72 pp.).
- BÖHNING-GAESE, K. (2003): Zugvögel – Tropische Gäste im Abwind. Biologen heute (vdbiol) 4, 2-8.
- BOGDANOWICZ, W. (2004): *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817) – Weißrandfledermaus. In: KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4: Fledertiere. Teil II: *Chiroptera* II. AULA-Verlag. Wiesbaden, 875-908.
- BONTADINA, F., HOTZ, T., & MÄRKI, K. (2006): Die Kleine Hufeisennase im Aufwind. Haupt Verlag. Bern (79 pp.).
- BORKENHAGEN, P. (2003): Verbreitung von Feldspitzmaus *Crocridura leucodon* und Hausspitzmaus *C. russula* in Schleswig-Holstein – derzeitiger Kenntnisstand. Methoden feldökol. Säugetierforsch. 2, 231-239.
- BOTH, C., ARTEMYEV, A. V., BLAAUW, B., COWIE, R. J., DEKHUIZEN, A. J., EEVA, T., ENEMAR, A., GUSTAFSSON, L., IVANKINA, E. V., JÄRVINEN, A., METCALVE, N. B., NYHOLM, N. E. I., POTTI, J., RAVUSSIN, P.-A., SANZ, J. J., SILVERIN, B., SLATER, F. M., SOKOLOV, L. V., TÖRÖK, J., WINKEL, W., WRIGHT, J., ZANG, H., & VISSER, M. E. (2004): Large-scale geographical variation confirms that climata change causes birds to lay earlier. *Proc. R. Soc., Lond., B* 271, 1657-1662.
- BOYE, P., HUTTERER, R., & BENKE, H. (1998): Rote Liste der Säugetiere (*Mammalia*). In: BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTTKKE, H., & PRETSCHER, P. (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schr.R. Landschaftspfl. Natursch. 55, 33-39.
- BRANCH (2007): Environmental Change Institute der Universität Oxford im Rahmen des Interreg III – Projects. Internet: <http://www.eci.ox.ac.uk/index.php>
- BRAUN, M., & DIETERLEN, F. (2003, Hrsg.): Die Säugetiere Baden-Württembergs. Bd. 1. Allgemeiner Teil, Fledermäuse (*Chiroptera*). Ulmer Verlag. Stuttgart (687 pp.).
- BRUNZEL, S., BUSSMANN, M., & OBERGRUBER, H. (2008): Deutliche Veränderungen von Tagfalterzönosen als Folge von Ausbreitungsprozessen – Erste Ergebnisse eines Monitorings über 17 Jahre. *Natur u. Landschaft* 83, 280-287.
- Bundesamt für Naturschutz (2005, Hrsg.): Nationaler Bericht zum Fledermausschutz in der Bundesrepublik Deutschland 1998-2000. BfN-Scripten 150, 37-138.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (BMU, 2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin (180 pp.).
- CELUCH, M., & SEVCIK, M. (2006): First record of *Pipistrellus kuhlii* (*Chiroptera*) from Slovakia. *Biologia*, Bratislava, 61, 637-638.
- Council of Environmental Quality and Ministry of Foreign Affairs (ed., 1980): The Global 2000 Report to the President. Deutsche Ausgabe 2001. Frankfurt/M. 28. Aufl., 1981 (1508 pp.).

- CRANDALL, K. A., BININDA-EMONDS, O. R. P., MACE, G. M., & WAYNE, R. K. (2000): Considering evolutionary processes in conservation biology. *TREE* **15**, 290-295.
- DAAN, S. (1973): Periodicity of heterothermy in the garden dormouse *Eliomys quercinus* (L.). *Netherl. J. Zool.* **23**, 237-265.
- DINSE, V. (1991): Über den Heimzug von Kleinvögeln in Hamburg. Eine Auswertung von Fangdaten im Rahmen des Mettnau-Reit-Ilmlitz-Programms. *Hamb. avif. Beitr.* **23**, 1-125.
- DRAGU, A., MUNTEANU, J., & OLTEANU, V. (2007): First Record of *Pipistrellus kuhlii* Kuhl, 1817 (*Chiroptera: Vespertilionidae*) from Dobrogea (Romania). *Arch. Biol. Sci. Belgrade* **59**, 243-247.
- EEA (European Environment Agency) (2004): Impacts of Europe's changing climate. An indicator based assessment. EEA Report 2/04.
- FIEDLER, W. (2007): Zwergenverwandtschaft. *Fledermaus-Region Schaffhausen-Hegau-Bodensee* **13**, 1-3.
- FISCHLIN, A. (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme. *Hotspot* **16**, 5-6.
- GAHSCHKE, J. (1994): Die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) im Harz. *Säugetierkdl. Inf.* **3(18)**, 601-609.
- GARNIEL, A., DAUNICHT, W., OJOWSKI, U., & MIERWALD, U. (2009): Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*. Bonn 1019 (36 pp.).
- GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. AULA-Verlag. Wiebelsheim (656 pp.).
- GEHARD, J. (1988): Weitere Nachweise von *Pipistrellus kuhlii* aus der Region Basel (Schweiz). *Myotis* **26**, 173-175.
- GERSTENGARBE, F.-W., WERNER, P. C., & HAUF, Y. (2004): Erstellung regionaler Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Gutachten i. A. Landesanstalt f. Ökologie, Bodenordnung u. Forsten NRW (94 pp.).
- GILLANDT, L., MARTENS, J. M., & BOYE, P. (1985): Schutzprogramm für Säugetiere in Hamburg. *Schr.R. Umweltbeh. Hamburg* **12**, 1-68.
- GLUTZ V. BLOTZHEIM, U. N., & BAUER, K. M. (Hrsg., 1998): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 1-14. Ausgabe CD. AULA-Verlag. Wiesbaden.
- GIRGERT, W., KRÜGER, J.-A., & SCHAAF, N. (2008): Arten im Klimawandel. NABU. Berlin (45 pp.).
- GÖRNER, M. (Hrsg., 2009): Atlas der Säugetiere Thüringens. Jena (279 pp.).
- GRULICH, I. (1980): Die Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm.). *Acta sci. nat Brno* **14**, 1-44.
- GRUTTKE, H., LUDWIG, G., SCHNITTER, M., BINOT-HAFKE, M., FRITZLAR, F., KUHN, J., ASSMANN, T., BRUNKEN, H., DENZ, O., DETZEL, P., HENLE, K., KUHLMANN, M., LAUFER, H., MATERN, A., MEINIG, H., MÜLLER-MOTZFELD, G., SCHÜTZ, P., VOITH, J., & WELK, E. (2004): Memorandum: Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Arhaltung von Arten. In: Gruttke, H. (Bearb.): *Schr.R. Biol. Vielfalt* **8**. BfN. Bonn-Bad Godesberg, 273-280.
- GÜNTHER, A., NIGMANN, U., & ACHTZIGER, R. (2005): Analyse der Gefährdungsursachen planungsrelevanter Tiergruppen in Deutschland zur Ergänzung der bestehenden Roten Listen gefährdeter Tiere. *Natursch. u. Biol. Vielfalt* **21**, 1-605.
- HEGEMEIER, W. J. M., & BLAIR, M. J. (eds., 1997): The EBCC Atlas of European Breeding Birds. T. & A. D. Poyser. London (903 pp.).
- HERRMANN, M. (2001): Lärmwirkung auf frei lebende Säugetiere – Spielräume und Grenzen der Anpassungsfähigkeit. In: RECK, H. (Bearb.): *Lärm und Landschaft. Angew. Landschaftsökol.* **44**, 41-69.
- HOFFMANN, M. (2008): Beobachtungen am Orpheusspötter *Hippolais icterina* im saarländischen Brutgebiet. *Limicola* **22**, 188-210.
- HÜPPOP, K., & HÜPPOP, O. (2004): Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil 2. Phänologie im Fanggarten von 1961-2000. *D. Vogelwarte* **42**, 285-343.
- , & - (2007): Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil 4. Fangzahlen im Fanggarten von 1961-2000. *Ibid.* **45**, 145-207.
- HUNTLEY, B., GREEN, R. E., COLLINGHAM, Y. C., & WILLIS, S. G. (2007): A climate Atlas of European Breeding Birds. Durham Univ., The RSPB and Lynx Edicion. Barcelona (521 pp.).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001): Summary for Policymakers (SPM) and Technical Summary (TS). Geneva, Switzerland (98 pp.).
- IPCC (2007): Summary for Policymakers. Geneva, Switzerland (22 pp.).
- JENNY, L., & KERY, M. (2003): Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proc. R. Soc., Lond., B* **270**, 1467-1471.
- JONAS, M., STAAGER, T., & SCHÖNWIESE, C.-D. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland. *Umweltbundesamt. Forschungsbericht* 201 41 254.
- JONES, G. (2008): Sensory Ecology: Noise Annoys Foraging Bats. *Current Biology* **18**, 1098-1100.
- KERTH, G., & MELBER, M. (2009): Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species. *Biol. Conserv.* **142**, 270-279.
- KNAPP, H. D. (Red., 2008): Naturerbe Buchenwälder – Situationsanalyse und Handlungserfordernisse. BfN-Skripten **240**. Bonn-Bad Godesberg (49 pp.).
- KÖNIG, H. (2008): Wie verändert sich die Artenvielfalt in NRW am Beispiel der Vogelwelt? *Natur in NRW* **2/08**, 64-68.
- KOOIKER, G. (2005): Klimawandel und die Vögel von Osnaabrück: Ändern sich die Zeiten. *D. Falke* **52**, 176-181.
- KROHN, H. (1990): Die Säugetiere der Umgebung Hamburgs. *Nerthus* **2**, 370-372, 385-387, 401-403.
- LEHMANN, B., & ENGEMANN, C. (2007): Nachweise einer Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) als Schlagopfer in einem Windpark in Sachsen-Anhalt. *Nyctalus (N. F.)* **12**, 128-130.

- LEMOINE, N., BAUER, H.-G., PEINTINGER, M., & BOENING-GAESING, K. (2007): Effects of Climate and Land-Use Change on Species Abundance in a Central European Bird Community. *Conservation Biology* **21**, 495-503.
- , & BÖHNING-GAESE, K. (2003): Potential Impact of Global Climate Change on Species Richness of Long-Distance Migrants. *Ibid.* **17**, 577-586.
- LEUSCHNER, C., & SCHIPKA, F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. BfN-Schriften **105**. Bonn.
- LfU & LBV (Hrsg., 2008): Fledermäuse. Lebensweise, Arten und Schutz. 3., veränd. Aufl. Bayreuth (43 pp.).
- LIEGL, A. (2004): Große Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). In: MESCHÉDE, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer Verlag. Stuttgart, 102-110.
- LOZAN, J. L., & KAUSCH, H. (1998): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. 2., überarb. Aufl. Parey Verlag. Berlin (287 pp.).
- MCPFE Liaison Unit Warsaw, UNECE & FAO (2007): State of Europe's Forests 2007. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Warsaw (247 pp.).
- MEINIG, H. (2000): Zur Habitatwahl der Zwillingarten *Sorex araneus* und *S. coronatus* (Insectivora, Soricidae) in Nordwest-Deutschland. *Z. Säugetierkd.* **65**, 65-75.
- (2004): Einschätzung der weltweiten Verantwortlichkeit Deutschlands für die Erhaltung von Säugetierarten. In: GRUTKE, H. (Bearb.): Ermittlung der Verantwortlichkeit für die Erhaltung mitteleuropäischer Arten. *Schr.R. Biol. Vielfalt* **8**. BfN. Bonn-Bad-Godesberg, 117-131.
- , & BOYE, P. (2009): A review of negative impact factors threatening mammal populations in Germany. *Folia Zool.* **58**, 279-290.
- , EILERS, A., PAETZEL, H., BAUMUNG, S., DINSE, V., & JASCHKE, T. (i. Vorb.): Veränderungen im zeitlichen Ablauf des Herbstzuges häufiger Singvogelarten 1974-2004 auf der Basis von Fangdaten.
- MENZEL, A., & FABIAN, P. (2001): Veränderungen der forstlichen Vegetationszeit in den letzten Jahrzehnten in Deutschland. *Beitr. Forstwirtschaft. Landschaftsökol.* **35**, 188-191.
- MESCHÉDE, A. (2004): *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817). In: MESCHÉDE, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer Verlag. Stuttgart, 291-293.
- , & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. *Schr.R. Landschaftspf. Natrsch.* **66**, 1-374.
- METHENY, J. D., KALCOUNIS-RUEPELL, M. C., BONDO, K. J., & BRIGHAM, R. M. (2008): A genetic analysis of group movement in an isolated population of tree-roosting bats. *Proc. R. Soc., Lond., B* **275**, 2265-2272.
- MILDENBERGER, H. (1984): Die Vögel des Rheinlandes. Hrsg.: Ges. Rheinischer Ornithologen. *Beitr. Avif. Rheinl.* Bd. 2, 1-646.
- Ministerium für Umwelt u. Naturschutz, Landwirtschaft u. Verbraucherschutz d. Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NW, 2007): Klimawandel in NRW – Wege zu einer Anpassungsstrategie. Düsseldorf (34 pp.).
- MITCHELL-JONES, A. J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYŠTUFEK, B., REIJNDERS, P. J. H., SPITZENBERGER, F., STUBBE, M., THISSEN, J. B. M., VOHRALIK, V., & ZIMA, J. (1999): The Atlas of European Mammals. Academic Press. London (496 pp.).
- MORGENROTH, S. (2004): Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii* (Keyserling et Blasius, 1839). In: MESCHÉDE, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer Verlag. Stuttgart, 314-321.
- MULSOW, R., & SCHLORF, D. (2003): Zum Wintervorkommen der Mönchsgasmücke (*Sylvia atricapilla*) im Raum Hamburg. *Hamb. Avif. Beitr.* **32**, 187-194.
- NAGEL, A. (1977): Torpor in the European white-toothed shrews. *Experientia* **33**, 1455-1456.
- , & NAGEL, R. (1991): Remarks on the problem of optimal ambient temperatures in hibernating bats. *Myotis* **29**, 109-114.
- NEET, C. R., & HAUSER, J. (1990): Habitat selection in zones of parapatric contact between the Common Shrew *Sorex araneus* and Millet's Shrew *S. coronatus*. *J. Animal Ecol.* **59**, 235-250.
- NEVO, E., & AMIR, E. (1964): Geographic variation in reproduction and hibernation patterns of the forest dormouse. *J. Mamm.* **45**, 69-87.
- OHLENDORF, B. (1997): Verbreitung und Bestandssituation der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) und der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Europa. In: Ak Fledermäuse Sachs.-Anh. (Hrsg.). Zur Situation der Hufeisennasen in Europa. IFA-Verlag. Berlin, 8-11.
- PAILLEY, M., & PAILLEY, P. (1991): Atlas des mammifères sauvages du Maine-et-Loire. *Mauges Nature Bull. de synthèse* **2**. Cholet (112 pp.).
- PÄTZOLD, R. (1982): Das Rotkehlchen *Erithacus rubecula*. Neue Brehm-Büch., Bd. 520. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt (96 pp.).
- PEINTINGER, M., & SCHUSTER, S. (2005): Veränderungen der Erstankünfte bei häufigen Zugvogelarten in Südwestdeutschland. *D. Vogelwarte* **43**, 161-169.
- PFALZER, G., & WEBER, C. (2002): Untersuchungen zum Quartierpotential für baumbewohnende Fledermausarten (*Mammalia: Chiroptera*) in Altholzbeständen des Pfälzerwaldes (BRD, Rheinland-Pfalz). *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* **9**, 1249-1262.
- PIEPER, H., & REICHSTEIN, H. (1980): Zum frühgeschichtlichen Vorkommen der Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus* Cabrera, 1907) in Schleswig-Holstein. *Z. Säugetierkd.* **45**, 65-73.
- Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren – Abschlussbericht. Studie i. A. MUNLV NW. Düsseldorf (248 pp.).
- RANSOME, R. (1990): The natural history of hibernating bats. C. Helm. London (235 pp.).

- (1995): Earlier breeding shortens life in female greater horseshoe bats. *Phil. Trans. Soc., Lond.*, **B 350**, 153-161.
- REIJNEN, R., & FOPPEN, R. (1991): Effect of road traffic on the breeding site-tenacity of male Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*). *J. Orn.* **132**, 291-295.
- RUDOLPH, B.-U. (2004): Breitflügelgedermäus *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). In: MESCHKE, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer Verlag. Stuttgart, 305-313.
- SCHAUB, A., OSTWALD, J., & SIEMERS, B. M. (2008): Foraging bats avoid noise. *J. Exp. Biol.* **211**, 3174-3180.
- SCHMIDT, A. (1998): Zur Verbreitung der Gartenspitzmaus *Crocridura suaveolens* in Ostdeutschland. *Schr.R. Natursch. Landschaftspfl. Brandenbg.* **7**, 49-52.
- SCHMIDT, E., & HÜPPOP, K. (2007): Erstbeobachtung und Sangesbeginn von 97 Vogelarten in den Jahren 1963 bis 2006 in einer Gemeinde im Landkreis Parchim (Mecklenburg-Vorpommern). *D. Vogelwarte* **45**, 27-58.
- SCHAEFER, T., PULIDO, F., & BERTHOLD, P. (2003): SYMP14-7 Extended breeding season following global warming may facilitate compensation for nest losses in the blackcap. *D. Vogelwarte* **42**, 90-91.
- SCHÖNFELD, M. (1980): Der Weidenlaubsänger *Phylloscopus collybita*. Neue Brehm-Büch., Bd. 511. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt (136 pp.).
- SPITZENBERGER, F. (2001): Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums f. Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft **13**. Wien (895 pp.).
- Statistisches Bundesamt (2004): Verkehr und Umwelt – umweltökologische Gesamtrechnung. Wiesbaden (30 pp.).
- STOCK, M. (2005): KLARA – Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. PIK-Report. Potsdam (200 pp.).
- STORCH, G. (1978): Familie *Gliridae* Thomas, 1897 – Schläfer. In: NIETHAMMER, J., & KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1. Akad. Verlagsges. Wiesbaden, 201-280.
- STRAUSSBERGER, R., & UHDE, N. (Red., 2009): Deutschlands Forstwirtschaft auf dem Holzweg. BUND-Schwarzbuch Wald. Hrsg.: BUND. Berlin (58 pp.). Internet: www.bund-net/schwarzbuch-wald.
- STUTZ, H.-P. B., & HAFFNER, M. (1995): *Pipistrellus kuhli* (Natterer in Kuhl, 1819). In: HAUSSE, J. (Hrsg.): Säugetiere der Schweiz. Birkhäuser Verlag. Basel, 157-161.
- SUDFELDT, C., DRÖSCHMEISTER, R., GRÜNEBERG, C., JAEHNE, S., MITSCHKE, A., & WAHL, J. (2008): Vögel in Deutschland – 2008. DDA, BfN, LAG VSW. Münster (44 pp.).
- TEMPLE, H. J., & TERRY, A. (Comp., 2007): The Status and Distribution of European Mammals (Office for Official Publications of European Communities) (48 pp.). Im Internet: <http://es.europa.eu/environment/nature/conservation/species/ema/>
- TURNI, H. (2005): Alpenspitzmaus *Sorex alpinus* Schinz, 1837. In: BRAUN, M., & DIETERLEN, F. (Hrsg.): Die Säugetiere Baden-Württembergs. Bd. 2. Ulmer Verlag. Stuttgart, 62-68.
- VIERHAUS, H. (2008a): Eine Alpenfledermaus, *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837) in Dortmund., Deutschland. *Natur u. Heimat* **68**, 121-124.
- (2008b): Ein bedeutendes Fledermauswinterquartier am linken Niederrhein – mit Nachweisen der Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). *Nyctalus* (N. F.) **13**, 211-216.
- VÖSSING, A. (2007): Brot oder Benzin – Flächenkonkurrenz zwischen Lebensmitteln und nachwachsenden Rohstoffen. *Naturschutz u. Landschaftsplanung* **39**, 377-383.
- VOGEL, P., JUTZELER, S., RULENCE, B., & REUTTER, B. A. (2002): Range expansion of the greater white-toothed shrew *Crocridura russula* in Switzerland results in local extinction of the bicoloured white-toothed shrew *C. leucodon*. *Acta Theriol.* **47**, 15-24.
- WALTHER, G.-R., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T. J. C., FROMENTIN, J.-M., HOEGH-GULDBERG, O., & BAIRLEIN, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**, 389-395.
- WÜRFLEIN, T. (2008): Zur Erfassung und zum Bestand der Kleinen Hufeisennase in sächsischen Wochenstubenquartieren. *Mitt. sächs. Säugetierfreunde* **12**, 51-61.
- ZAHN, A., & WEINER, P. (2004): Kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800). In: MESCHKE, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer Verlag. Stuttgart, 111-126.
- ZINK, G. (1973): Der Zug europäischer Singvögel. Ein Atlas der Wiederfunde beringter Vögel. 1. Lieferung. Vogelzug-Verlag. Möggingen.