

Veränderungen im Auftreten von Rauhaut- und Mückenfledermaus in den nordbadischen Rheinauen und ihre möglichen Ursachen

Von ANDREAS ARNOLD, Mannheim; HANS-GERD TSCHUCH, Linkenheim-Hochstetten und MONIKA BRAUN, Karlsruhe

Mit 4 Abbildungen

Abstract

Population shifts of Nathusius' and Soprano pipistrelles in the Upper Rhine Valley (Germany) and their possible causes. We reviewed the results of controls of bird and bat boxes which we conducted during the past 20 years (1995-2014) in the floodplain forests of the river Rhine in south-west Germany. Over this period, we found a remarkable change in the relation of Nathusius' and Soprano pipistrelles occurring in our autumn controls. From the beginning of our work until 2004 the average number of Soprano pipistrelles was 37, whereas Nathusius' pipistrelles were averaging to 47 animals per annual control. Since 2005 the numbers of Nathusius' pipistrellus dropped tremendously. Our boxes are now almost exclusively occupied by Soprano pipistrellus. A decline of Nathusius' pipistrelles in bat boxes which are replaced by Soprano pipistrelles is observed by a number of other investigators throughout Germany. In this paper we discuss three hypotheses to explain the observed population trends of the two bat species in our region: decreasing numbers of Nathusius' pipistrelles as a result of increasing numbers of onshore wind energy facilities; decreasing numbers of Nathusius' pipistrelles due to changes in the population range and migration behaviour of this bat species, triggered by climate change; increase of the local Soprano pipistrelle population. Our up to date conclusion: the most likely cause for the observed population shift is an increasing number of Soprano pipistrelles in the area under observation. The reason for that increase, however, is not understood yet.

Zusammenfassung

Bei im Zeitraum von 1995 bis 2014 in den nordbadischen Rheinauen durchgeführten Kastenkontrollen wurde eine tiefgreifende Veränderung im Verhältnis der Nachweise von Rauhaut- und Mückenfledermaus festgestellt. Während vom Beginn unserer Aufzeichnungen bis ins Jahr 2004 die Mittelwerte bei den jährlich im Herbst stattfindenden Kontrollen bei rund 37 Mücken- zu 47 Rauhautfledermäusen lagen, waren ab 2005 fast nur noch Mückenfledermäuse in den Kästen nachzuweisen. Ähnliche Entwicklungen wurden auch in anderen Untersuchungsgebieten beobachtet. Als Erklärungsmodelle für die von uns beobachtete Entwicklung diskutieren wir drei Hypothesen und die möglichen Ursachen, die auf die Populationsentwicklung der beiden Fledermausarten einen Einfluss ausüben könnten:

Rückgang der Rauhautfledermaus als Ergebnis des bundesweit stark angestiegenen Ausbaus der Onshore-Windkraftnutzung; Rückgang ihrer Nachweiszahlen durch Veränderungen im Verbreitungsgebiet und im Zugverhalten der Rauhautfledermaus; Zunahme der lokalen Mückenfledermauspopulation.

Wir kommen zu dem Schluss, dass die wahrscheinlichste Ursache für die beobachtete Verschiebung die Zunahme der Mückenfledermaus ist. Dabei bleibt völlig unklar, auf welchen Faktoren diese Zunahme ihrerseits begründet ist.

Keywords

Pipistrellus nathusii, *Pipistrellus pygmaeus*, population change, interspecific competition, migration, residency, onshore wind energy facilities, bat box control data, species distribution, climate change.

Einleitung

Wir möchten hier über ein Phänomen berichten, das wir bei Kastenkontrollen in den nordbadischen Oberrheinwäldern beobachtet haben: Es betrifft Verschiebungen im Verhältnis des Auftretens von Rauhaut- und Mückenfledermaus.

Noch bis in die Neunzigerjahre des letzten Jahrhunderts gab es von der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Baden-Württemberg nur sehr wenige Nachweise. Sie galt vor allem als Durchzügler und wurde in die Gefährdungskategorie 1 („vom Aussterben bedroht“) eingestuft (KULZER et al. 1987; MÜLLER 1993).

Mit Beginn unserer jährlichen Kontrollen von Fledermaus- und Vogelkästen in den nordbadischen Rheinauen konnten wir die Rauhautfledermaus jedoch seit 1993 regelmäßig nachweisen. Unsere daraufhin begonnenen Untersuchungen

zur Phänologie zeigten, dass neben einer bodenständigen Teilpopulation, die ausschließlich aus männlichen Tieren bestand und während des gesamten Sommers im Gebiet war, besonders im Herbst und im Frühjahr eine große Zahl durchziehender Tiere (besonders Weibchen) in den Kästen angetroffen werden konnte (ARNOLD et al. 1996; ARNOLD & BRAUN 2002a). Durch diese Beobachtungen kamen ARNOLD & BRAUN (2002b) zur Einschätzung, die Rauhautfledermaus als Charakterart der Fledermausfauna der nordbadischen Rheinauen zu bezeichnen. Beziehungen der bei uns gefundenen Tiere zu den ostdeutschen Reproduktionsgebieten wurden durch gegenseitige Funde beringter Tiere belegt.

Die Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*), damals noch als „Zwergfledermaus“ angesprochen und als solche registriert, konnte ebenfalls seit Beginn der regelmäßigen Kastenkontrollen im Jahr 1993 nachgewiesen werden. Paarungsbereite Männchen und Paarungsgruppen dieser Art finden sich ab Spätsommer in den Kästen der Rheinauen. In diesem Verhalten ähnelt die Mückenfledermaus sehr stark der Rauhautfledermaus, für die in dieser Jahreszeit ebenfalls Reproduktionsgruppen festgestellt werden konnten (ARNOLD et al. 1996).

Seit geraumer Zeit ergeben sich jedoch starke Veränderungen im zahlenmäßigen Verhältnis der beiden Fledermausarten. Um diesem Phänomen nachzugehen, wurden die seit 1995 bis heute aufgezeichneten Kontrollergebnisse einer kritischen Überprüfung unterzogen. Basierend auf unseren Daten werden im Folgenden Betrachtungen über das Zahlenverhältnis der beiden Fledermausarten im Untersuchungsgebiet angestellt und mögliche Ursachen der Veränderung diskutiert.

Untersuchungsgebiet und Methode

Im Untersuchungsgebiet, den Rheinauwäldern der Gemeinden Philippsburg und Dettenheim, nördlich der Stadt Karlsruhe, hängen seit 1993 ca. 230 Fledermaus- und Vogelkästen

(Abb. 1) [Karte des Untersuchungsgebiets mit kontrollierten Kästen (rot) sowie Wochenstubenquartieren der Mückenfledermaus (orange: Gebäudequartiere, gelb: Hochsitze, grün: Fledermauskästen)]. Ihre genaue Anzahl und Aufhängungsorte unterlagen im Verlauf der Jahre geringen Veränderungen, z. B. aufgrund von Forstmaßnahmen.

Diese Kästen werden jährlich mindestens einmal zu Wartungs- und Reinigungszwecken von uns kontrolliert. Aufgrund der höheren Anzahl von Fledermäusen, die in den späten Sommermonaten und im Herbst (August bis Oktober) in den Kästen angetroffen werden können, werden die Kontrollen vorwiegend in diesen Zeitraum gelegt. Zu diesem Zeitpunkt ist auch die Chance auf Wiederfunde beringter Fledermäuse besonders hoch. Für alle Arbeiten mit Fledermäusen liegt eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung des Regierungspräsidiums Karlsruhe (AZ: 55-8852.15 Fledermäuse KFN) vor.

Soweit möglich werden alle bei den Kontrollen vorgefundenen Fledermäuse auf Art und Geschlecht bestimmt. Erhoben werden zudem die Maße für Unterarmlänge, Länge des fünften Fingers und Körpergewicht, das Alter und der Reproduktionszustand.

Im Untersuchungsgebiet konnten so bisher vor allem die Arten Rauhaut- und Mückenfledermaus, Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus noctula* und *N. leisleri*), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*), sowie vereinzelt Bartfledermäuse (*Myotis mystacinus/brandtii*) nachgewiesen werden.

Die Mückenfledermaus war zu Beginn der regelmäßigen Kastenkontrollen noch nicht als eigenständige Fledermausart beschrieben und wurde als „Zwergfledermaus“ angesprochen. Die Erhebung in den Artstatus erfolgte erst durch JONES & BARRATT (1999). Nach der Veröffentlichung der Feldmerkmale der Mückenfledermaus durch HÄUSSLER et al. (2000), deren Grunddatenerhebung u. a. im Untersuchungsgebiet erfolgte, konnten wir anhand der

aufgezeichneten Messwerte die vermeintlichen Zwergfledermäuse im Nachhinein eindeutig als Mückenfledermäuse identifizieren.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse regionaler Beobachtungen

Die Überprüfung der Aufzeichnungen der Jahre 1995 bis 2014 ergab in diesem Zeitraum eine Verschiebung im Zahlenverhältnis der gefundenen Rauhaut- und Mückenfledermäuse zur Seite der Mückenfledermäuse.

Beim Kontrolltermin im Jahr 1995 (16.09.1995), also zu Beginn des hier beschriebenen Zeitraums, waren von 36 Fledermausnachweisen der Gattung *Pipistrellus* 17 Tiere Rauhautfledermäuse, denen 19 (9,10) Individuen der Mückenfleder-

maus gegenüberstanden. Das Verhältnis war bei dieser Kontrolle somit annähernd ausgeglichen. Im weiteren Zeitraum bis 2004 lagen die Mittelwerte bei den jährlichen Kontrollen dann bei rund 37 Mücken- zu 47 Rauhautfledermäusen, womit generell die Zahl der Rauhaut- die der Mückenfledermäuse überstieg.

Danach ist jedoch ein drastischer Wandel eingetreten. Seit dem Jahr 2005 erschienen während der Herbstjahrkontrollen in den Kästen fast nur noch Mückenfledermäuse. Während der Mittelwert der zwischen 2005 und 2014 gefundenen Mückenfledermäuse auf rund 65 Tiere angestiegen ist, fiel das Mittel der Rauhautfledermausnachweise auf rund drei Tiere pro Jahr. (Abb. 2) [Zahlenverhältnis der Nachweise von Rauhaut- (dunkelgrün) und Mückenfledermaus (hellgrün) bei den Kastenkontrollen der Jahre 1995 bis 2014; Ergebnisse zeitlich nahe beieinanderliegender Kontrolltermine wurden zusammengefasst. In den Jahren 2009, 2010 und 2012 konnten keine ausreichend umfangreichen Kontrollen durchgeführt werden, die Ergebnisse werden daher nicht dargestellt.]

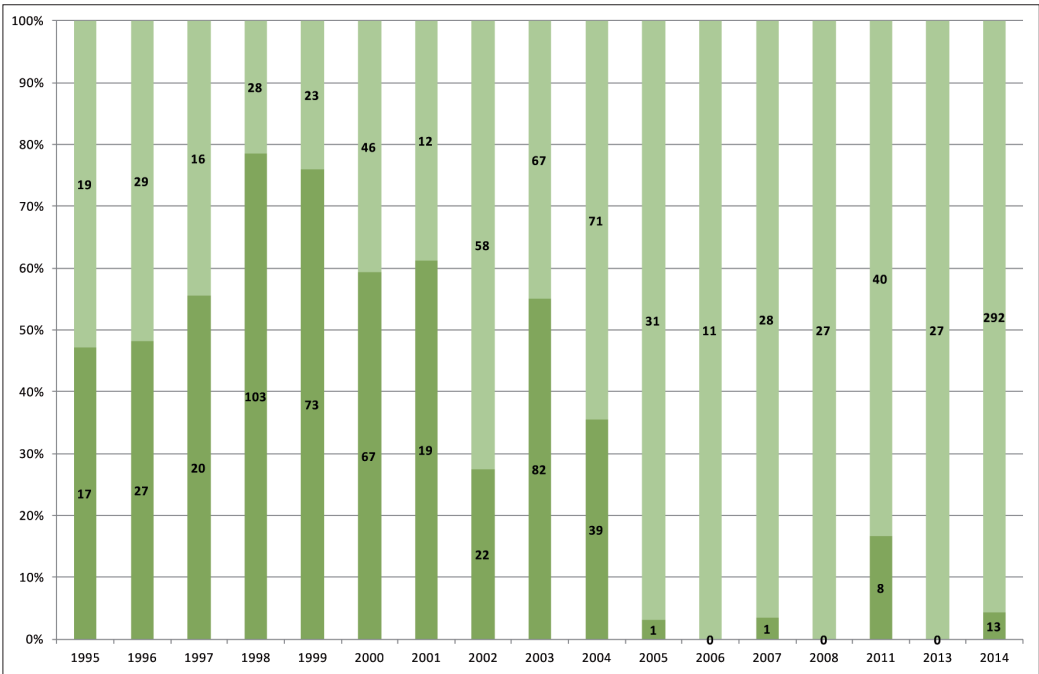


Abb. 2: Zahlenverhältnis der Nachweise von Rauhaut- (dunkelgrün) und Mückenfledermaus (hellgrün) bei den Kastenkontrollen der Jahre 1995 bis 2014; Ergebnisse zeitlich nahe beieinanderliegender Kontrolltermine wurden zusammengefasst. In den Jahren 2009, 2010 und 2012 konnten keine ausreichend umfangreichen Kontrollen durchgeführt werden, die Ergebnisse werden daher nicht dargestellt.

Auch in absoluten Zahlen wird die Veränderung deutlich. Im Zeitraum von 1995 bis 2004 konnte für die Rauhautfledermaus im Jahr 1998 ein Maximum von 103 Individuen und für die Mückenfledermaus von 71 Tieren (im Jahr 2004) festgestellt werden. Dagegen lagen die Maxima im Zeitraum von 2005 bis 2014 bei 13 Rauhaut- und 292 Mückenfledermäusen, beides im Jahr 2014.

Da sich diese Verschiebung seit nunmehr annähernd zehn Jahren konsolidiert hat, betrachten wir sie als Anzeichen einer nachhaltigen Veränderung der lokalen Fledermausfauna.

Populationsentwicklung der Rauhautfledermaus in der Region

Ein dramatischer Rückgang der Rauhautfledermaus ist nicht nur auf das baden-württembergische Untersuchungsgebiet beschränkt. KÖNIG & KÖNIG (2011) beobachteten in zwei Kastengebieten der rheinland-pfälzischen Rheinauen ebenfalls einen Rückgang der Nachweise dieser Art, der zeitlich und räumlich eng mit den Beobachtungen aus Baden-Württemberg korreliert. In einem Kastengebiet bei Otterstadt ging der Mittelwert der im Verlauf von mehreren jährlichen Kontrollen gefundenen Rauhautfledermäuse zwischen 2003 und 2006 um ca. 30 % und von 2006 bis 2010 nochmals um 35 % zurück. In einem weiteren Gebiet bei Lingenfeld fand zwischen 2003/2004 und 2009/2010 ein Rückgang der Rauhautfledermausfunde um ca. 50 % statt.

Für das Gebiet bei Otterstadt diskutieren die Autoren umfangreiche Forstmaßnahmen in den Rheinauewäldern als mögliche Ursache für die beobachteten Veränderungen. Im Gebiet bei Lingenfeld fanden forstliche Eingriffe jedoch nicht statt. KÖNIG & KÖNIG (2011) kommen daher zu der Einschätzung, dass sich die negative Populationsentwicklung der Rauhautfledermaus in der pfälzischen Oberrheinebene nicht allein mit Hilfe lokal wirksamer Faktoren erklären lässt.

Erklärungsmodelle

Für das in der Oberrheinebene zu beobachtende Phänomen bieten sich nach unserer Meinung zwei ursächliche Prinzipien als Erklärung an:

Die eine Ursache könnte in einer realen Abnahme der Rauhautfledermauspopulation liegen. Dadurch wären immer weniger Tiere bei den Kastenkontrollen nachzuweisen. Die zunehmende Vakanz der Kastenquartiere könnte dann wiederum eine Zunahme der Mückenfledermäuse begünstigen.

Andererseits könnten die Beobachtungen durch ein Anwachsen der (lokalen) Mückenfledermauspopulation ausgelöst worden sein. Dadurch könnten die ebenfalls kastensiedelnden Rauhautfledermäuse nachhaltig aus ihren ursprünglich genutzten Quartieren verdrängt worden sein, wodurch sie bei den Kontrollen ebenfalls nicht mehr nachzuweisen sind.

Vor dem Hintergrund weiterer eigener Beobachtungen und den uns zugänglichen Daten Dritter möchten wir hier nun verschiedene Erklärungsmodelle diskutieren.

Rückgang der Rauhautfledermaus (größtlich wirkende Erklärungsmodelle)

Die Rauhautfledermaus ist eine fernziehende Fledermausart, die zwischen Sommer- und Winterlebensräumen jahreszeitliche Wanderungen durchführt. Die Wochenstubengebiete der europäischen Population liegen schwerpunktmäßig in den baltischen Staaten, also im östlichen Teil des Verbreitungsgebiets (LIMPENS & SCHULTE 2000). Als Hauptüberwinterungsgebiet geben diese Autoren ein Gebiet von Südwestdeutschland (Oberrhein- und Bodenseegebiet) bis in das Rhônedelta an. Tatsächlich liegen Baden-Württemberg (BRAUN & DIETERLEN 2003), Rheinland-Pfalz (KÖNIG & WISSING 2007) sowie Bayern (MESCHÉDE & RUDOLPH 2004) im Überwinterungsgebiet der Rauhautfledermaus.

Die Zusammenschau der Wiederfunde bringter Rauhautfledermäuse in Europa durch HUTTERER et al. (2005) bestätigt dieses Bild. Sie zeigt aber auch, dass Überwinterungsgebiete auch entlang der gesamten Atlantikküste, an der südfranzösischen Mittelmeer- und der Adriaküste zu vermuten sind.

Als ziehende Fledermausart unterliegen die Rauhautfledermäuse auf ihren Wanderungen den unterschiedlichsten Einflüssen. So könnten sich z. B. Veränderungen des Angebots an Zwischenquartieren, erhöhter Feinddruck entlang der Zugwege oder regionale Unwetterereignisse durchaus spürbar auswirken. Es ist jedoch sehr fraglich, ob dies allein zu einem solch nachhaltigen Rückgang der Rauhautfledermaus führen könnte, wie er im Untersuchungsgebiet beobachtet wurde.

Erste Hypothese: Ausbau der Onshore-Windkraftnutzung

Migrierende Fledermausarten ziehen bei ihren Wanderungen in Höhen, in denen sie

leicht in den Wirkungsbereich der Rotoren von Windkraftanlagen geraten können (ŠUBA 2014). Daher ist diese Fledermausgruppe generell besonders häufig unter den Schlagopfern zu finden (Abb. 3) [Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland (Quelle: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Stand: 04.04.2014).]

Für die Rauhautfledermaus stellten NIERMANN et al. (2011) fest, dass während der Hauptzugzeit dieser Art (ca. Mitte August bis Ende September) bundesweit besonders viele Tiere als Schlagopfer anfallen. Hier ist also eine klare Korrelation mit dem Zuggeschehen zu beobachten.

Betrachtet man den stetigen Ausbau der Windenergienutzung, sowohl auf dem Meer (offshore) als auch besonders an Land (onshore), halten wir es für legitim, diese Einflussgröße als mögliche Ursache der beobachteten Populationsveränderungen zu untersuchen.

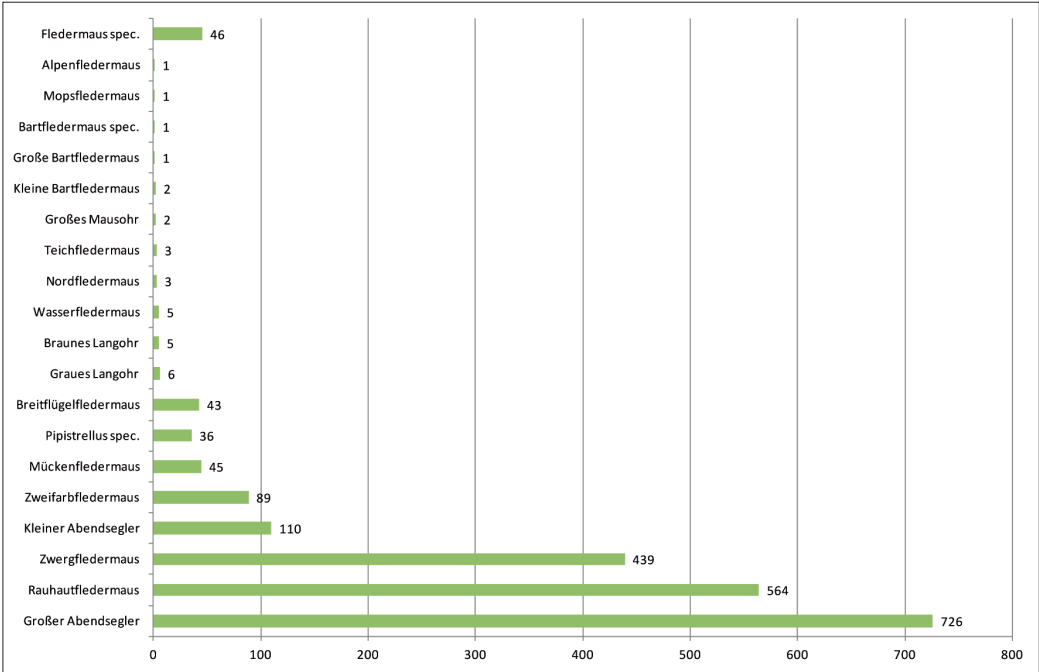


Abb. 3: Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland (Quelle: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Stand: 04.04.2014).

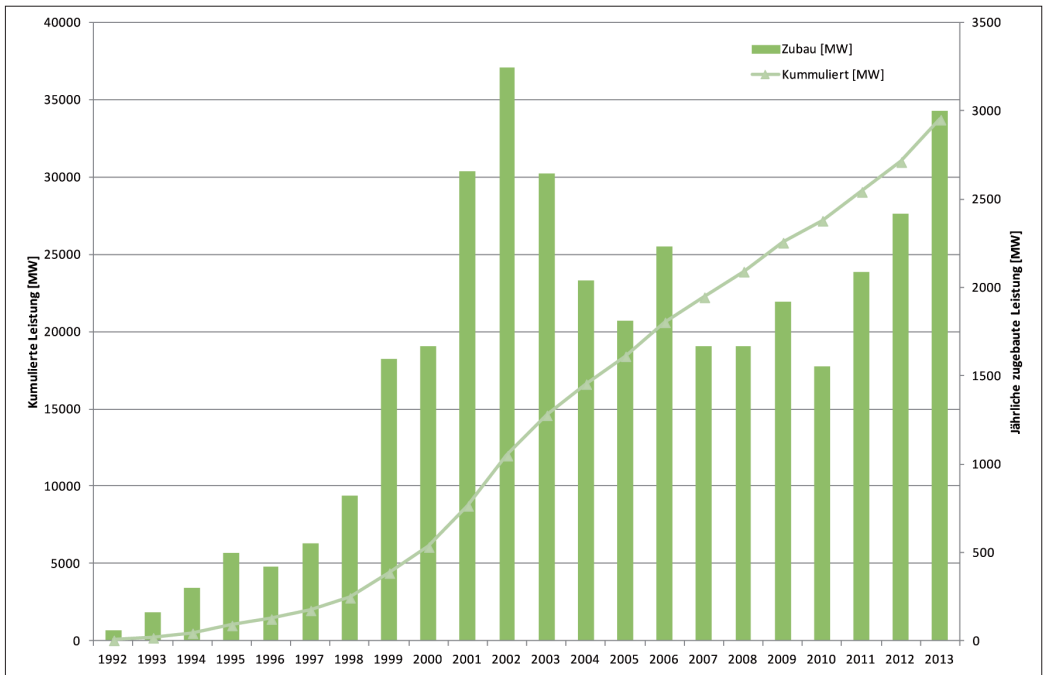


Abb. 4: Entwicklung der jährlich installierten (Säulen) und kumulierten Leistung (Kurve) [in Megawatt] aus Windenergie an Land in Deutschland (Quelle: Deutsche WindGuard GmbH 2014, Stand: 30.06.2014; www.windguard.de).

Anhand von Daten der Windenergiebetreiber wird deutlich, dass seit 1992 eine anhaltende Zunahme der genutzten Onshore-Windenergieleistung stattfand, die mit einem Anstieg der Zahl gebauter Windenergieanlagen gleichzusetzen ist (Abb. 4).

Angesichts dieser Zahlen erscheint es durchaus plausibel, die Windkraftnutzung als Einflussgröße auf die Populationsentwicklung der Rauhaufledermaus zu diskutieren.

Wie ist der Einfluss des Ausbaus der Windenergie für das hier behandelte Untersuchungsgebiet in den Oberrheinauen zu beurteilen?

Im Vergleich der Windkraftdaten mit unseren Fledermausbeobachtungen fällt auf, dass gerade in den Jahren 1999 bis 2003 in Deutschland ein besonders hoher Zubau von Windenergieleistung stattgefunden hat. Dies fand also unmittelbar vor dem Zeitpunkt statt, an dem in den Oberrheinauen der Rückgang von Rauhaufledermausfunden einsetzte. Die von HUTTERER et al. (2005) visualisierten Beringungsergebnisse erlauben zudem den Schluss, dass der in

Süddeutschland überwinternde Populationsteil auf dem Zug in die Reproduktionsgebiete den mitteldeutschen Raum überquert.

Geht man also von einem Zusammenhang zwischen dem Ausbau der Onshore-Windkraftnutzung und einem damit verursachten negativen Populationstrend aus, dann müsste die Dezimierung vor allem an den Windenergieanlagen dieser Region stattfinden (Tab. 1) [Kumulierte Leistung und Anlagenzahl der Onshore-Windenergieanlagen in den Bundesländern (Quelle: Deutsche WindGuard GmbH 2014, Stand: 31.12.2014; www.windguard.de).] Wie Tab. 1 verdeutlicht, findet sich auch tatsächlich in der Region „Mitte“ mit 11.365 von bundesweit 24.867 die größte Anzahl von Onshore-Windenergieanlagen.

Wenn sich nun ein Einfluss der Windkraftnutzung an der vergleichsweise kleinen, im Oberrheingebiet durchziehenden, Teilpopulation abzeichnet, dann sollten mögliche Auswirkungen bei Betrachtung der europäischen Gesamtpopulation umso klarer erkennbar sein.

Region	Bundesland	Kumulierte Leistung [MW]	Kumulierte Anzahl [WEA]
Norden	Niedersachsen	8.233,05	5.616
	Schleswig-Holstein	5.089,57	3.228
	Mecklenburg-Vorpommern	2.706,12	1.742
	Bremen	169,61	84
	Hamburg	57,49	54
Mitte	Brandenburg	5.456,61	3319
	Sachsen-Anhalt	4.336,39	2603
	Nordrhein-Westfalen	3.681,12	3037
	Thüringen	1.129,24	727
	Hessen	1.181,38	820
	Sachsen	1.066,45	857
	Berlin	4,30	2
Süden	Rheinland-Pfalz	2.727,80	1.472
	Bayern	1.523,87	797
	Baden-Württemberg	549,90	396
	Saarland	202,85	113
Summe		3.8115,74	24.867

Tabelle 1: Kumulierte Leistung und Anlagenzahl der Onshore-Windenergieanlagen in den Bundesländern (Quelle: Deutsche WindGuard GmbH 2014, Stand: 31.12.2014; www.windguard.de).

Wir werteten daher auch aktuelle Angaben zur Populationsentwicklung der Rauhautfledermaus in Europa aus, die den nationalen Berichten der EUROBATS-Mitgliedsstaaten zu entnehmen waren.

In den jüngsten Berichten wird die Population der Rauhautfledermaus in der Bundesrepublik Deutschland als gleichbleibend angegeben. Auch Polen und Litauen, deren Staatsflächen Teil des Reproduktionsgebiets sind, vermelden keine Populationsveränderungen. In Lettland geben die zwischen 1993 und 2012 steigenden Beobachtungszahlen herbstziehender Rauhautfledermäuse sogar Grund zur Annahme, dass die Population am Nordostrand ihres Verbreitungsgebiets deutlich ansteigt. Dies unterstützt auch der nationale Bericht Estlands, der ebenfalls von einem langjährig positiven Entwicklungstrend berichtet.

Basierend auf diesen nationalen Angaben aus den Reproduktions- und Durchzugsgebieten schlussfolgern wir, dass für die europäische Population der Rauhautfledermaus zurzeit kein

genereller Rückgang oder eine stärker gewordene Bedrohungssituation abgeleitet werden kann.

Effekte eines großflächig und über viele Jahre wirkenden Einflusses, wie der Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland, sind zumindest mittels dieser Datengrundlage zurzeit nicht feststellbar. Trotz überzeugender Zahlen ist es daher eher unwahrscheinlich, dass zwischen dem Rückgang der Rauhautfledermaus am Oberrhein und der Windenergienutzung ein Zusammenhang besteht.

Zweite Hypothese: Ausweitung des Reproduktionsgebiets und verändertes Zugverhalten der Rauhautfledermaus

In den zurückliegenden Jahren wurde mit der Ausweitung des Reproduktionsgebiets ein Phänomen beobachtet, das ein Hinweis auf ein möglicherweise verändertes Zugverhalten der Rauhautfledermaus sein könnte.

Bereits SCHMIDT (2000) postulierte eine Ausweitung des Reproduktionsgebiets nach Westen, die mittlerweile z. B. für Großbritannien bestätigt werden konnte (RUSS et al. 2001).

Eine Ausweitung scheint sich aber auch nach Süden und Südwesten hin abzuzeichnen. So berichten JAHELKOVÁ & HORÁČEK (2011) von einer deutlichen Zunahme der Rauhautfledermauspopulation in der Tschechischen Republik, wo die Art zunächst als selten galt. Gegen Ende des 20. Jahrhunderts stieg die Population in diesem Land jedoch rasch an. Immer mehr Einzelfunden im Sommer folgten Nachweise verschiedener Wochenstubenkolonien, u. a. in Südböhmen.

Im Schweizer Kanton Thurgau wurde im Jahr 2001 ebenfalls ein Wochenstubenverband dieser Art gefunden (FMAZ 2001); und auch in Süddeutschland berichten ZAHN et al. (2002) vom ersten Nachweis eines Wochenstubenverbands der Rauhautfledermaus in Bayern (Chiemsee) im Jahr 2000 mit über 200 Tieren.

Es gibt sogar Hinweise auf ein Reproduktionsgeschehen im Oberrheingebiet. KÖNIG & WISSING (2007) berichten von weiblichen Rauhautfledermäusen, die in den Sommermonaten in Kästen der pfälzischen Rheinauen bei Hördt gefunden wurden, und die typische Anzeichen laktierender Weibchen aufwiesen. Sie gehen davon aus, dass in unmittelbarer Nähe des Fundorts eine Wochenstube der Rauhautfledermaus existieren muss. Der vermutete Quartierort wäre damit nur rund zwei Kilometer von unserem Untersuchungsgebiet entfernt gelegen.

Es ist anzunehmen, dass eine Verlagerung der Reproduktion in den Südwesten des Verbreitungsgebiets zur Folge hätte, dass die Wanderungen dieser Rauhautfledermäuse entlang ganz anderer Strecken verlaufen würden, als bisher bekannt. Auch die Phänologie ihres Zuges, sofern sie überhaupt noch ziehen, dürfte sich deutlich vom bisher bekannten Muster unterscheiden.

Diese Rauhautfledermäuse fielen also als Fernzieher aus, was einen Rückgang der auf

dem Zug am Oberrhein beobachteten Tiere erklären könnte.

Dieser Trend könnte unterstützt werden durch den Rückgang von herbstlichen Zuwanderern aus den östlichen Reproduktionsgebieten. So beobachteten SACHANOWICZ & CIECHANOWSKI (2006) in Polen erstmals winterschlafende Rauhautfledermäuse, in einer Region also, die bislang als zu kalt für eine Überwinterung dieser Fledermausart galt. Die Zahl der nach Südwesten ziehenden Rauhautfledermäuse würde so um den in Polen überwinternden Populationsanteil verringert werden.

Es stellt sich die Frage, ob die beschriebenen Arealveränderungen und die damit ggf. verbundene Veränderung der Zugwege als Reaktion auf eine stattfindende Klimaveränderung interpretiert werden könnte. Generell sind durch die Klimaerwärmung sehr tiefgreifende Auswirkungen auf fernziehende Tierarten zu erwarten (Zool. Society London 2010). In der Avifaunistik erhärten z. B. die Ergebnisse genetischer Studien an Zugvögeln die Vermutung, dass bei fortschreiten der Klimaerwärmung Zugvögel innerhalb weniger Generationen erst kürzere Strecken zurücklegen und später zu Standvögeln werden können (PULIDO & BERTHOLD 2010).

Es existieren bisher kaum Studien, die sich mit den möglichen oder tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels auf Fledermausarten befassen. Dennoch ist davon auszugehen, dass gerade wandernde Fledermausarten betroffen sein könnten (ROBINSON et al. 2005). SHERWIN et al. (2012) listen sieben Faktoren auf, wie sich eine Klimaveränderung auf Fledermauspopulationen auswirken könnte. Dabei weisen sie explizit auf eine mögliche Veränderung der Verbreitungsgebiete hin und nennen die Rauhautfledermaus als Beispiel. Denn gerade für diese Fledermausart postulieren LUNDY et al. (2010) einen bereits jetzt messbaren Zusammenhang zwischen sich ändernden Klimafaktoren und der Arealausweitung dieser Fledermausart.

Als Fazit der zweiten Hypothese stellen wir fest, dass noch nicht genügend Informationen verfügbar sind, um auf eine reale Veränderung

des Zugeschehens zu schließen. Wir erwarten jedoch, dass sich der Klimawandel auf (wandernde) Fledermausarten in irgendeiner Form auswirken wird. Inwiefern dieses Szenario bereits auf unsere Beobachtungen zutrifft, lässt sich bislang jedoch leider nicht abschätzen.

Zunahme der Mückenfledermäuse (lokal wirkendes Erklärungsmodell)

Dritte Hypothese: Anwachsen der lokalen Mückenfledermauspopulation

Außer vom Oberrhein werden Rückgänge von Rauhautfledermäusen auch in anderen Kastengebieten beobachtet. So gibt SCHMIDT (2010, mdl.), zitiert in KÖNIG & KÖNIG (2011), an, dass die Bestände der Rauhautfledermaus in den von ihm kontrollierten Reproduktionsgebieten Ostbrandenburgs um etwa ein Drittel zurückgegangen sind, er nennt dafür aber keine näheren Gründe. Über einen drastischen Rückgang von Rauhautfledermäusen in den Nistkästen seines brandenburgischen Untersuchungsgebiets berichtet auch HEISE (2009). Dieser Trend wird von BLOHM & HEISE (2005) bereits seit 1989 für diese Region beobachtet. Von einem Rückgang sind aber auch andere, regelmäßig von ihm in Kästen festgestellte, Fledermausarten betroffen.

HEISE (2009) interpretiert diese Beobachtungen als Verdrängung durch die Mückenfledermaus, die die anderen Fledermausarten in den Kästen ersetzt.

In dieser aus Brandenburg beschriebenen „Verdrängung“ der Rauhautfledermaus durch die Mückenfledermaus lassen sich Parallelen zu den Beobachtungen in Nordbaden erkennen.

So wäre es für unser Gebiet denkbar, dass als Motor der Verdrängung eine anwachsende bodenständige Population der Mückenfledermaus

fungieren könnte. Diese besetzt die im Gebiet zur Verfügung stehenden Kastenquartiere bereits so früh im Jahr, dass die später in das Gebiet hereinziehenden Rauhautfledermäuse auf andere, ggf. suboptimale Quartiere ausweichen müssen. Dadurch wären sie bei unseren Kontrollen kaum mehr in den Kästen nachzuweisen.

Träfe diese Hypothese zu, so müsste sich ein absoluter Anstieg der Zahl von Mückenfledermäusen in unserem Untersuchungsgebiet nachweisen lassen. Tatsächlich konnte eine solche Entwicklung in den Oberrheinauen beobachtet werden. So korreliert der Beginn des Rückgangs der Rauhautfledermaus zeitlich gut mit der Ausbildung des ersten nordbadischen Wochenstubenverbands der Mückenfledermaus: Am 21.06.2004 wurden in einem Flachkasten des Untersuchungsgebiets ca. 50 adulte Mückenfledermäuse mit Jungtieren beobachtet. Dieses Quartier war im folgenden Jahr erneut mit mindestens 96 adulten Tieren (Zählung vom 20.05.2005) besetzt, die kurz darauf Junge gebaren. Ein zu diesem Zeitpunkt von uns bereits als Großquartier umgebauter Hochsitz in der Nähe der Wochenstube blieb noch unbesetzt. Im Jahr 2006 zog die Wochenstubengesellschaft dort ein und erreichte am 10.07.2006 mit rund 380 Tieren den bislang höchsten dort gezählten Wert.

Die Fortpflanzung der Mückenfledermaus ist für das nördliche Oberrheingebiet bereits seit 1996 durch den Fund einer Wochenstubengesellschaft in der Hördter Rheinaue (Rheinland-Pfalz) belegt. Am 25.07.1996 fanden FUHRMANN et al. (2002) einen Wochenstubenverband dieser Fledermausart mit über 100 Tieren im Gebäude des Schöpfwerks am Sondernheimer Altrhein.

Wie unsere badischen Fundzahlen belegen, hatte die Mückenfledermaus jedoch in der Mitte der neunziger Jahre offensichtlich noch keine große Population ausgebildet. Erst mit der Zeit muss ein Anstieg der Individuenzahlen stattgefunden haben. Mittlerweile besiedeln Wochenstubenkolonien der Mückenfledermaus gleichzeitig mindestens drei weitere Großquartiere, die entlang einer ca. acht Kilometer langen Strecke im Untersuchungsgebiet liegen.

Dabei handelt es sich um entsprechend umgebaute Hochsitze und in den Rheinauen liegende Gebäude (Abb. 1) [Karte des Untersuchungsgebiets mit kontrollierten Kästen (rot) sowie Wochenstubenquartieren der Mückenfledermaus (orange: Gebäudequartiere, gelb: Hochsitze, grün: Fledermauskästen).]

Um das Bild abzurunden, ist ein weiterer, erst kurz zurückliegender Nachweis einer Reproduktionsgesellschaft der Mückenfledermaus auf der pfälzischen Rheinseite bei Sondernheim hervorzuheben. Im Gebäude einer ehemaligen Ziegelei am Rhein wurden im Jahr 2014 über 1.300 ausfliegende Mückenfledermäuse gezählt (Die Rheinpfalz - Pfälzer Tageblatt 2014).

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen ist tatsächlich von einem realen Anwachsen der lokalen Mückenfledermauspopulation in den letzten Jahren auszugehen. Dabei stellen die Tiere in den nordbadischen Quartieren zusammen mit dem pfälzischen Vorkommen zweifelsohne eine gemeinsame Population dar. BARTONICKA et al. (2008) zeigen, dass sich Wochenstubenverbände der Mückenfledermaus gleichzeitig auf mehrere Quartiere verteilen. Daher wäre es sogar möglich, dass die Gesamtheit der in der Region lebenden Weibchen einen gemeinsamen Kolonieverband darstellt, wobei ihre Zahl den Wert von 2.000 Individuen weit übersteigen dürfte.

Es ist noch nicht geklärt, ob die süddeutsche Population der Mückenfledermaus ein ausgeprägtes Zugverhalten aufweist. Hinweis auf eine Beziehung zur ostdeutschen Population gibt unser Fund eines von HEISE/BLOHM im Mai 2005 in Prenzlau, Kiecker, beringten Weibchens, welches wir im Oktober 2007 in der Nähe unseres Untersuchungsgebiets wiederfanden. Fernfunde von uns beringter Tiere gibt es bisher nicht. Wir gehen bis auf Weiteres davon aus, dass nach Auflösung der Wochenstuben der Großteil unserer bodenständigen Population im Gebiet verbleibt.

Während der Paarungszeit entwickelt diese große nicht-wandernde Population (ggf. ergänzt durch hereinziehende Tiere) einen

entsprechend hohen Bedarf an Balz- bzw. Paarungsquartieren. Es ist daher ohne Weiteres nachzuvollziehen, dass es im Spätsommer leicht zu einer Verdrängung der Rauhautfledermaus aus den traditionell genutzten Kästen kommen könnte.

Bedingung für eine Verdrängung wäre, dass die Mückenfledermaus, trotz ihrer geringen Körpergröße, konkurrenzstärker als die Rauhautfledermaus ist und ihre Kästen somit nachhaltig gegen diese verteidigen kann. Wie wir bei unseren Kastenkontrollen beobachten können, trifft dies für die Mückenfledermaus tatsächlich zu. Sie ist vom Verhalten her deutlich aktiver und vor allem aggressiver als die Rauhautfledermaus.

Fazit

In Anbetracht der vielfältigen Möglichkeiten, die für den Rückgang der Rauhautfledermaus im Oberrheingebiet ursächlich sein könnten, lässt sich leider keine für uns befriedigende oder abschließende Erklärung finden.

Während der Ausbau der Onshore-Windkraftnutzung als Ursache eher auszuschließen ist, gibt es für eine Veränderung der Lebensraumnutzung (Verschiebung von Sommer-/Winterlebensräumen, Änderung des Zuggeschehens) bislang noch zu wenige Indizien.

Wir neigen daher zurzeit dazu, eine lokale Zunahme der Mückenfledermaus als Ursache für den Rückgang der Rauhautfledermaus nachweise zu sehen.

Zur Abwägung unserer Hypothese wären Ergebnisse aus anderen Regionen wertvoll, in denen die Rauhaut- neben der Mückenfledermaus in gut erfassbaren Kastengebieten auftritt.

Was ursächlich für den Anstieg der Mückenfledermauspopulation in unserem Untersuchungsgebiet ist, bleibt noch völlig offen. Leider liegen uns keine Beobachtungsdaten aus der Zeit vor 1993 vor, aus denen ersichtlich wäre, welche Verbreitung die Mückenfleder-

maus in unserem Untersuchungsgebiet damals hatte. Basierend auf dem hier Dargestellten könnte man ableiten, dass es sich zu jener Zeit um eine eher seltene Art handelte. Auch HEISE (2009) geht davon aus, dass die Mückenfledermaus in der Uckermark in den 1970er und 1980er Jahren nicht annähernd so häufig war wie heute.

Welche Faktoren zum Anstieg der Mückenfledermauspopulationen in den zurückliegenden Jahren beigetragen haben könnten, inwieweit sich lokale Populationen der Mücken- und Rauhautfledermaus gegenseitig beeinflussen können und welche Mechanismen dabei genau wirken, sollte Gegenstand weiterführender Untersuchungen werden.

Im Zusammenhang mit möglicherweise generell anwachsenden Mückenfledermauspopulationen sowie vor dem Hintergrund der Ausdehnung des Reproduktionsgebiets und der damit unter Umständen verbundenen Änderung der Zugrouten erwarten wir für die Rauhautfledermaus in der Zukunft noch viele interessante und überraschende Beobachtungen.

Schrifttum

- ARNOLD, A., SCHOLZ, A., STORCH, V., & BRAUN, M. (1996): Zur Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii* KEYSERLING & BLASIUS, 1839) in den nordbadischen Rheinauen. *Carolinea* **54**, 149-158.
- ARNOLD, A., & BRAUN, M. (2002a): Erhebungen zur Fledermausfauna der nordbadischen Rheinauengebiete. *Schr.-R. Landschaftspfl. u. Natursch.* **71**, 37-42.
- ARNOLD, A., & BRAUN, M. (2002b): Telemetrische Untersuchungen an Rauhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) (KEYSERLING & BLASIUS, 1839) in den nordbadischen Rheinauen. *Schr.-R. Landschaftspfl. u. Natursch.* **71**, 177-189.
- BARTONIČKA, T., BIELIK, A., & ŘEHÁK, Z. (2008): Roost switching and activity patterns in the soprano pipistrelle, *Pipistrellus pygmaeus*, during lactation. *Ann. Zool. Fennici* **45**, 503-512.
- BLOHM, T., & HEISE, G. (2005): Erste Ergebnisse zu Phänologie, Biometrie, Artkennzeichen, Ökologie und Vorkommen der Mückenfledermaus, *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), in der Uckermark. *Nyctalus* (N.F.), **9**, 544-552.
- BLOHM, T., & HEISE, G. (2008): Uckermärkische Mückenfledermäuse, *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) – teils Fernwanderer, teils standorttreu. *Nyctalus* (N.F.) **13**, 263-266.
- BRAUN, M., & DIETERLEN, F. (Hrsg.) (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1; Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; 687 pp.
- DEUTSCHE WINDGUARD GmbH (LÜERS, S., & WALLASCH, A.-K. (Bearb.)) (2014): Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland; Factsheet-Status-des-Windenergieausbaus-an-Land-in-Deutschland-2014.pdf.
- DIE RHEINPFALZ - Pfälzer Tageblatt - Nr. 156, Mittwoch, 9. Juli 2014; S. 16 (<http://www.nabu-rlp-sued.de/app/download/6112594363/Sondernheim,+09.07.14.pdf?t=1413379389>).
- FLEDERMAUSANZEIGER (FMAZ) 67 (2001): Rauhautfledermaus-Wochenstube, S. 11.
- FUHRMANN, M., KIEFER, A., SCHREIBER, C., & TAUCHERT, J. (2002): Untersuchungen zu Waldfledermäusen im nördlichen Oberrheingraben. *Schr.-R. Landschaftspfl. u. Natursch.* **71**, 19-35.
- HÄUSSLER, U., NAGEL, A., BRAUN, M., & ARNOLD, A. (2000): External characters discriminating sibling species of European pipistrelles, *Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER, 1774) and *P. pygmaeus* (Leach, 1825). *Myotis* **37**, 27-40.
- HEISE, G. (2009): Zur Lebensweise uckermärkischer Mückenfledermäuse, *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *Nyctalus* (N.F.) **14**, 69-81.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migrations in Europe - A Review of Banding Data and Literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* **28**, 162 S. Bonn.
- JAHELKOVÁ, H., & HORÁČEK, I. (2011): Mating system of a migratory bat, *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*): different male strategies. *Acta Chiropterologica*, **13**(1), 123-137.
- JONES, G., & BARRATT, E.M. (1999): *Vespertilio pipistrellus*, SCHREBER, 1774 and *V. pygmaeus*, Leach, 1825, (Currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*; *Mammalia*, *Chiroptera*): proposed designation of neotypes. *The Bulletin of Zoological Nomenclature* **56**, 182-186.
- KÖNIG, H., & WISSING, H. (2007): Die Fledermäuse der Pfalz. „Flora und Fauna in Rheinland-Pfalz“, Beiheft **35**: 220 pp.; Landau.
- KÖNIG, H., & KÖNIG W. (2011): Rückgang der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Durchzugsgebieten am Nördlichen Oberrhein (Bundesrepublik Deutschland, Rheinland-Pfalz). *Nyctalus* (N.F.), **16**, 58-66.
- LIMPENS, J.G.A., & SCHULTE, R. (2000): Biologie und Schutz gefährdeter wandernder mitteleuropäischer Fledermausarten am Beispiel von Rauhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) und Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*). *Nyctalus* (N.F.) **7**, 317-327.
- LUNDY, M., MONTGOMERY, I., & RUSS, J. (2010): Climate change-linked range expansion of *Nathusius' pipistrelle* bat, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839). *J. Biogeogr.* **37**, 2232-2242.
- MESCHEDER, A., & RUDOLPH, B.-U. (Bearb.) (2004): Fledermäuse in Bayern; 410 pp.
- MÜLLER, E. (1993): Fledermäuse in Baden-Württemberg II. Eine Kartierung durch die AG Fledermausschutz

- Baden-Württemberg in den Jahren 1986-1992. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **75**, 9-96.
- NIERMANN, I., BRINKMANN, R., KORNER-NIEVERGELT, F., & BEHR, O. (2011): Systematische Schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. – In: BRINKMANN R., BEHR, O., NIERMANN, I. & REICH, M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum 4, 40-115; Cuvillier Verlag, Göttingen.
- PULIDO, F., & BERTHOLD, P. (2010): Current selection for lower migratory activity will drive the evolution of residency in a migratory bird population. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* (doi/10.1073/pnas.0910361107).
- RUSS, J. M., HUTSON, A. M., MONTGOMERY, W. I., RACEY, P. A., & SPEAKMAN, J. R. (2001): The status of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. *J. Zool.* **254**, 91-100.
- SACHANOWICZ, K., & CIECHANOWSKI, M. (2006): First winter record of the migratory bat *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius 1839) (*Chiroptera: Vespertilionidae*) in Poland: yet more evidence of global warming? *Mammalia* **70**, 168–169.
- SCHMIDT, A. (2000): 30-jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung von Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). *Nyctalus (N.F.)* **7**, 396-422.
- SHERWIN, H.A., MONTGOMERY, W.I., & LUNDY, M.G. (2013): The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Rev.* **43** (3), 171-182.
- ŠUBA, J. (2014): Migrating Nathusius's pipistrelles *Pipistrellus nathusii* (*Chiroptera: Vespertilionidae*) optimise flight speed and maintain acoustic contact with the ground. *Environmental and Experimental Biology* **12**, 7–14.
- ZAHN, A., HARTL, B., HENATSCH, B., KEIL, A., & MARKA, S. (2002): Erstnachweis einer Wochenstube der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Bayern. *Nyctalus (N. F.)* **8**, 187–190.
- ZOOLOGICAL SOCIETY OF LONDON (2010): Climate Change Vulnerability of Migratory Species. - Project Report for UNEP/Convention on Migratory Species Scientific Council 16, Bonn, 28 - 30 June, 2010. (http://www.cms.int/sites/default/files/publication/cms_climate_change_vulnerability_3_0_0.pdf).