

Phänologie und Verhalten flugaktiver Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) im südlichen Niedersachsen in den Jahren 2000 bis 2014*

Phenology and behaviour of flying Common noctules *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) in southern Lower Saxony in the years 2000 to 2014

THOMAS MEINEKE

1. Einleitung

Wiederkehrende Beobachtungen bei Tageslicht fliegender Fledermäuse waren Auslöser, der Frage nach deren Identität und dem Anlass ihres vermeintlich ungewöhnlichen Treibens nachzugehen. Gelten doch diese Tiere gemeinhin als nachtaktiv. Ein Blick in die Fachliteratur klärt zwar rasch darüber auf, dass in Deutschland vor allem Große Abendsegler weit vor dem Abend in der Luft erscheinen können (z. B. KUHL 1819, BLASIUS 1857, KOLENATI 1860, JÄCKEL 1860, SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Indes werfen nach wie vor widersprüchliche Deutungen mehr Fragen auf, als sie Antworten geben (z. B. BAUER 1955, LÖHRL 1955, REICHHOLF 1976, ROER 1977, RANDLER 2001). Und so fiel zu Beginn der Jahrtausendwende der Entschluss, der Sache selbst auf den Grund zu gehen. Fortan fanden bei den ohnehin regelmäßig durchgeführten Vogelzählungen im Gebiet des Seeburger Sees (Landkreis Göttingen) Große Abendsegler gezielt Beachtung. Vor allem interessierte:

- Wann im Jahr und am Tag sind fliegende Individuen zu sehen?
- Was lässt sich aus ihrem Auftreten und Flugverhalten ablesen?
- Können kontinuierliche Zählungen Hinweise auf Bestandsänderungen geben?

2. Untersuchungsgebiet

Alle Beobachtungen erfolgten im „Seeburger Becken“, einer naturräumlichen Untereinheit des „Eichsfelder Beckens“ (HÖVERMANN 1963). Senkungsfelder (150 m bis 160 m ü. NHN) infolge von Zechsteinablagungen prägen das Relief der mäßig hügeligen Landschaft. Bachauen verbinden die Niederungen und gliedern die umgebenden Anhöhen (170 m bis 250 m ü. NHN). Auf den vorherrschenden Löß- und Auelehmen dominiert konventioneller Ackerbau. Der engere Untersuchungsraum besteht zu gut einem Drittel aus Stillwasserflächen. Diese sind umringt von bis zu 70 Jahre alten Gehölzstrukturen, größtenteils bestehend aus gepflanzten Pappeln, Erlen, Weiden und Eschen. Ähnlich alte Baumbestände durchdringen die angrenzenden dörflichen Siedlungen. Bedeutende Laub-, Nadel- und Mischwälder stocken in drei bis fünf Kilometer Entfernung.

* Gewidmet Dr. Joachim Haensel († 2014) und Prof. Dr. Reinald Skiba († 2013), den Protagonisten der deutschen Feldchiropterologie.

3. Material und Methodik

Planmäßige Zählungen fanden an den Kontrolltagen in einem Zeitraum von ca. 45 Minuten vor bis ca. 30 Minuten nach Sonnenuntergang statt. Die zeitliche Verteilung der 3.011 Kontrolltage in den Jahren 2000-2014 zeigt Abbildung 2. Als Standort der Zählungen diente meist das Ende des 120 m langen Lauf- und Badesteges am Westufer des Seeburger Sees (51°33'48,4"N, 10° 9'39,1"E), während der sommerlichen Badesaison alternativ das angrenzende Ufer. Den Suchraum bildete der bodennahe Luftraum über einem ca. 250 ha großen, weitgehend halbkreisförmigen Areal. Als Hilfsmittel kamen ein Fernglas (Swarovski EL 8,5 x 42) und ein Spektiv (Zeiss Diascope 30 x 85 FL) zum Einsatz. Blickrichtung vorwiegend von Westen nach Norden, Osten und Süden. Sobald und solange Große Abendsegler flogen, erfolgten Zählungen in Abständen von fünf bis fünfzehn Minuten. Notiert wurden jeweils Anzahl, minimale bis maximale Flughöhe, Art des Fluges (stationär bzw. Nahrungssuche, gerichteter Streckenflug), räumlicher Schwerpunkt des Auftretens, Flugrichtung (nur Strecken- bzw. Transferflüge) und sonstige bemerkenswerte Verhaltensweisen. Die Abschätzung der Flughöhe erfolgte über Vergleiche mit fixen Vertikalstrukturen bekannter Höhe (z. B. Kuppen, Baumkulissen, Kirchturm oder Baukran) unter Berücksichtigung der Entfernung. Eingang in die Beobachtungsprotokolle fanden außerdem Angaben zum Wetter (Temperatur, Bewölkungsgrad, Niederschlag, Windstärke und -richtung) und zum Ausmaß des optisch wahrnehmbaren Insektenfluges (vor allem Chironomidae).

Als Maß für den jahreszeitlichen Höhepunkt des sichtbaren Erscheinens der Abendsegler wurde das Datum des Medianwertes herangezogen. Dieser kennzeichnet das Erreichen der Hälfte der in der jeweiligen Periode (Frühjahr bzw. Spätsommer/Frühherbst) gezählten Individuen (Summe der Tagesmaxima).

Grafische Darstellungen zum Tagflug (nach Sonnenaufgang bis mindestens eine Stunde vor Sonnenuntergang) und gerichteten Zug beruhen auf Zufallsbeobachtungen aus dem gesamten Naturraum und unter Einbeziehung von Daten aus dem Zeitraum vor 2000. Zur Überprüfung nächtlicher Flugaktivitäten erfolgten in den Monaten April bis Oktober der Jahre 2006 bis 2009 automatische Erfassungen ruftaktiver Fledermäuse mittels Ultraschaldetektoren. Einzelheiten zur dabei eingesetzten Technik können der Arbeit von MEINEKE (2013) entnommen werden.

Die zwecks Bewertung des überregionalen Witterungsverlaufes herangezogenen Temperatur- und Niederschlagswerte entstammen den Monatsberichten des Deutschen Wetterdienstes (WitterungsReport Express).

Differentialdiagnostische Merkmale fliegender Abendsegler wurden wiederholt und hinreichend gut beschrieben (KLAWITTER 1973, KLAWITTER & VIERHAUS 1975, VIERHAUS & KLAWITTER 1978 u. 1988), so dass darauf hier nicht näher eingegangen werden muss. Die ähnlich große, aber völlig andersartig fliegende, Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) erschien im Gebiet stets erst am Ende der Dämmerung bzw. nach Einbruch der Dunkelheit. Auf größere Entfernung sind Verwechslungen mit dem auch im Untersuchungsgebiet regelmäßig anzutreffenden Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) theoretisch möglich, jedoch fliegt jener nach eigenen Erfahrungen fast ausnahmslos erst weit nach Sonnenuntergang und selten höher als 30 bis 40 m über dem Grund. Zudem wirkt sein Flug im direkten Vergleich weniger kraftvoll und „lässig“. Als sehr seltene Ausnahmeerscheinung kann am Seeburger See auch der Riesenabendsegler (*Nyctalus lasiopterus*) erscheinen. Am 01.09.2008 und nochmals am 25.09.2011 flog hier jeweils eine nach Ausmaß und Gestalt dieser Art angehörende Fledermaus bei Sonnenuntergang gemeinsam mit Großen Abendseglern. Beide Individuen fielen durch ihre Körpergröße und eine an Zwergseeschwalben erinnernde Spannweite auf. Sie zeigten im Übrigen ein gleichartiges Flugverhalten wie der kleinere Verwandte.

4. Methodenkritik

In den ersten drei Jahren wurde meist nur individuenreicheres Erscheinen notiert. Die Dichte der Kontrollen nahm im Verlauf der untersuchten Jahre zu. Dieser Umstand verdient besonders bei vergleichender Betrachtung des quantitativen Auftretens über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg Beachtung.

Im Vordergrund der Beobachtungs- und Zählbarkeit standen stets Vögel, vor allem jene auf bzw. über den Wasserflächen. Große Abendsegler fanden gleichzeitig, beiläufig oder in Intervallen Beachtung. Es ist also ein nicht bekannter Anteil unerkannt gebliebener Individuen anzunehmen. Jedoch vermag auch der ausschließlich nach ihnen Ausschau haltende Beobachter niemals den gesamten theoretisch einsehbaren Raumausschnitt gleichzeitig im Blick zu behalten. Er kann diesen lediglich einem kreisenden Radarschirm gleich immer wieder von rechts nach links oder umgekehrt sichten. Wobei die Genauigkeit der Beobachtung proportional zum Zeitaufwand steht. Es liegt auf der Hand, dass ihm dabei die gerade hinter seinem Rücken durchfliegenden Großen Abendsegler entgehen. Noch mehr betrifft das die in großer Höhe und vor allem direkt über dem Beobachter fliegenden Tiere. Da der Blickwinkel meist auf den Horizont gerichtet war, gerieten vor allem die darin und somit relativ niedrig fliegenden Fledermäuse vor die Optik, nicht aber jene im viel größeren Ausschnitt darüber. Erfasst wurde also nur ein Teil des theoretisch einsehbaren Raumes, den man sich wie von

einer stark abgeflachten Käseglocke begrenzt vorstellen kann. Unterstellt man für die bodennahen Flugaktivitäten (unter 200 m) einen optimistischen Erfassungsgrad von 75%, beträgt dieser für den darüber liegenden und theoretisch einsehbaren Luftraum maximal 20%. Dadurch ist auch die Beurteilung der realen Flughöhen nur begrenzt möglich. Selbst bei gezieltem Absuchen des vertikalen Luftraumes mindern optische Auflösungserscheinungen die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung von Flugobjekten in stärkerem Maße, als bei horizontaler Blickrichtung. Dies gilt insbesondere bei vollsonnigem und unbewölktem Himmel. Eine ungefähre Vorstellung gibt das vergleichbar zeitaufwendige Unterfangen, mehr als 100 m hoch fliegende Feldlerchen zu erblicken, obwohl diese den Versuch meist durch Gesang oder Rufe lautstark unterstützen.

Unterstellt man weitgehend konstante beobachterabhängige Fehler, ist zumindest eine vergleichende Auswertung der gewonnenen Daten untereinander vertretbar.

5. Ergebnisse

5.1 Jahreszeitliche Phänologie

An 866 Tagen konnte gegen Tagesende mindestens ein fliegender Großer Abendsegler beobachtet werden. Als Maximum wurden 730 Individuen gezählt (15.09.2003). Die Säulendiagramme der Abbildung 1 veranschaulichen die jahreszeitliche Verteilung in den einzelnen Jahren.

Fliegende Große Abendsegler waren demgemäß stets im April, September und Oktober zu sehen, in den meisten Jahren auch im Mai und August. Nur wenige (Tagesmaximum <41) kamen im März (acht Jahre), Juni (sechs Jahre) und November (drei Jahre) zur Beobachtung. Im Januar, Februar, Juli und Dezember gelangen innerhalb des planmäßigen Beobachtungszeitfensters keine Feststellungen. Die drei jahreszeitlich frühesten Sichtnachweise fallen auf den 10.03.2003 u. 2014, 12.03.2002 und 16.03.2004. Die spätesten auf den 2.11.2001 und 7.11.2008.

Im Frühjahr wurden die meisten Großen Abendsegler in der zweiten und dritten Aprildekade, in drei Jahren aber in der ersten Maipentade (2001, 2006 und 2008) und 2014 bereits Anfang April gezählt. Die Spannweite der Tagesmaxima reicht von 19 (2012) bis 400 (2000) Individuen. Der Medianwert fällt frühestens auf den 4. April (2014) und spätestens auf den 2. Mai (2006). Bei Betrachtung aller Jahre (Mittelwerte der Tagesmaxima) ergibt sich als entsprechendes Datum der 21. April (Abbildung 2).

Im Unterschied zum eher gedrängten Erscheinen im Frühjahr zeichnen sich im Spätsommer/Frühherbst regelmäßig zwei bis drei zeitliche Wellen des Auftretens ab. Höchstwerte wurden vor allem im September und ausnahmsweise auch noch Anfang Oktober (2005 und 2006) ermittelt. Die saisonalen Tagesmaxima streuen zwischen 50 (2004) und 730 (2003) Individuen. Der Medianwert fällt frühestens auf den 7. September (2009) und spätestens auf den 28. September (2002 und 2013). Als entsprechendes Datum aller Jahre ergibt sich der 21. September (Abbildung 2).

Die Daten der Medianwerte variieren innerhalb des vierzehnjährigen Zeitraumes ohne signifikanten Trend (Abbildungen 3 und 4). Für den Heimzug deutet sich eine zeitliche Vorverlagerung an.

5.2 Zeitabhängige Verteilung der Anzahl fliegender Individuen am Tagesende

An Tagen mit individuenreichem Auftreten kulminierte die Zahl fliegender Großer Abendsegler bei Sonnenuntergang und sank danach rasch (Abbildung 5). Mindestens einzelne blieben auch danach in der Luft. Bewölkungsgrad bzw. Lichtverhältnisse beeinflussten den Zeitpunkt des Maximums. Die annähernd unimodale Häufigkeitsverteilung war im Spätsommer/Frühherbst wie im Frühjahr gleichermaßen festzustellen. An einzelnen Tagen wurde starke Flugaktivität über das Ende der Abenddämmerung hinaus beobachtet. Auch in einzelnen Vollmondnächten konnte noch lange nach Einbruch der Dunkelheit reger Abendseglerflug festgestellt werden.

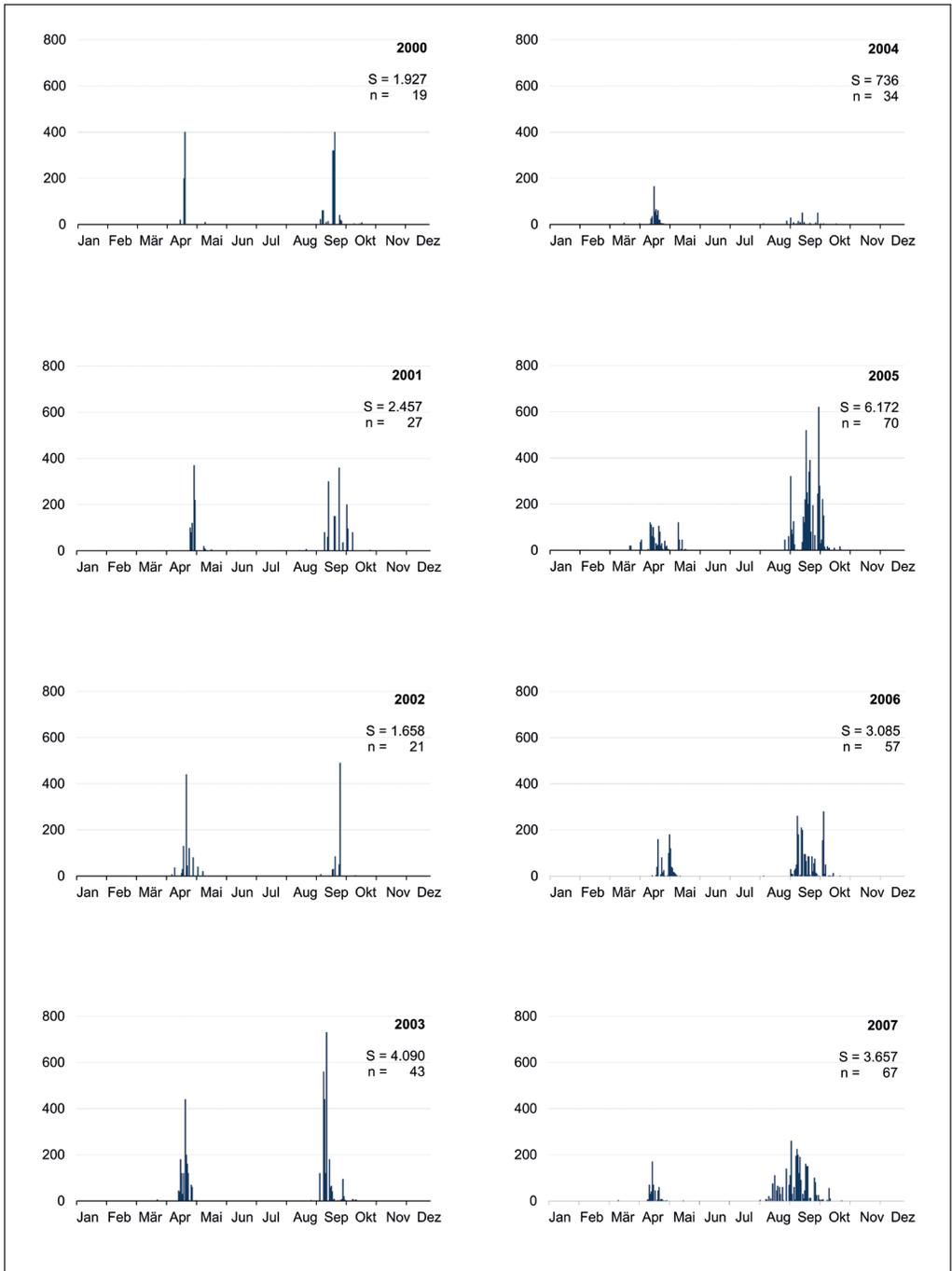


Abb. 1 Phänologie Großer Abendsegler in den Jahren 2000 bis 2014. Dargestellt ist der Maximalwert im Beobachtungszeitfenster am Tagesende um Sonnenuntergang. S = Summe aller Tagesmaxima. n = Anzahl der Tage mit Sichtnachweisen. Kontrolltage siehe Abbildung 2.

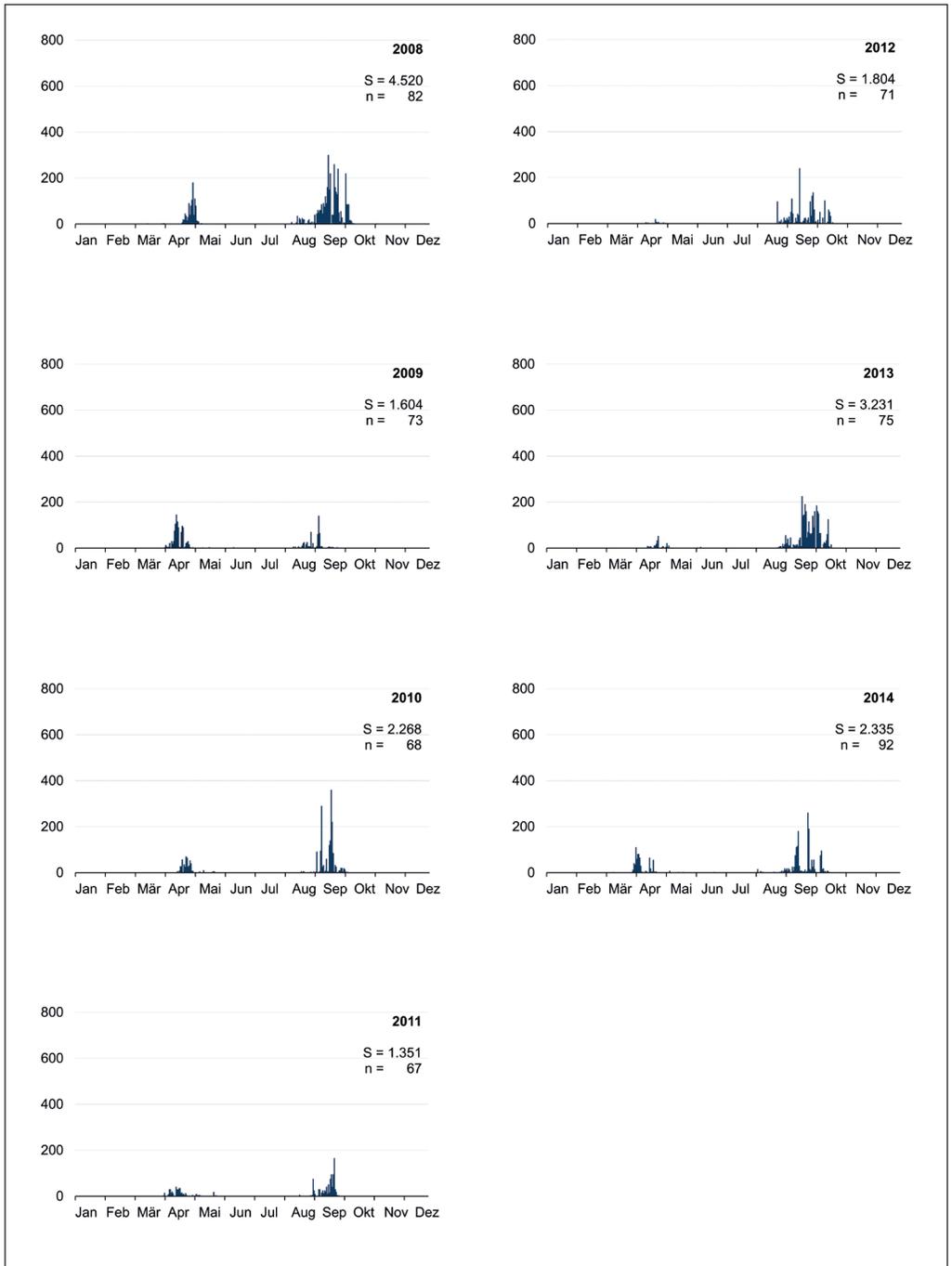


Abb. 1 (Fortsetzung)

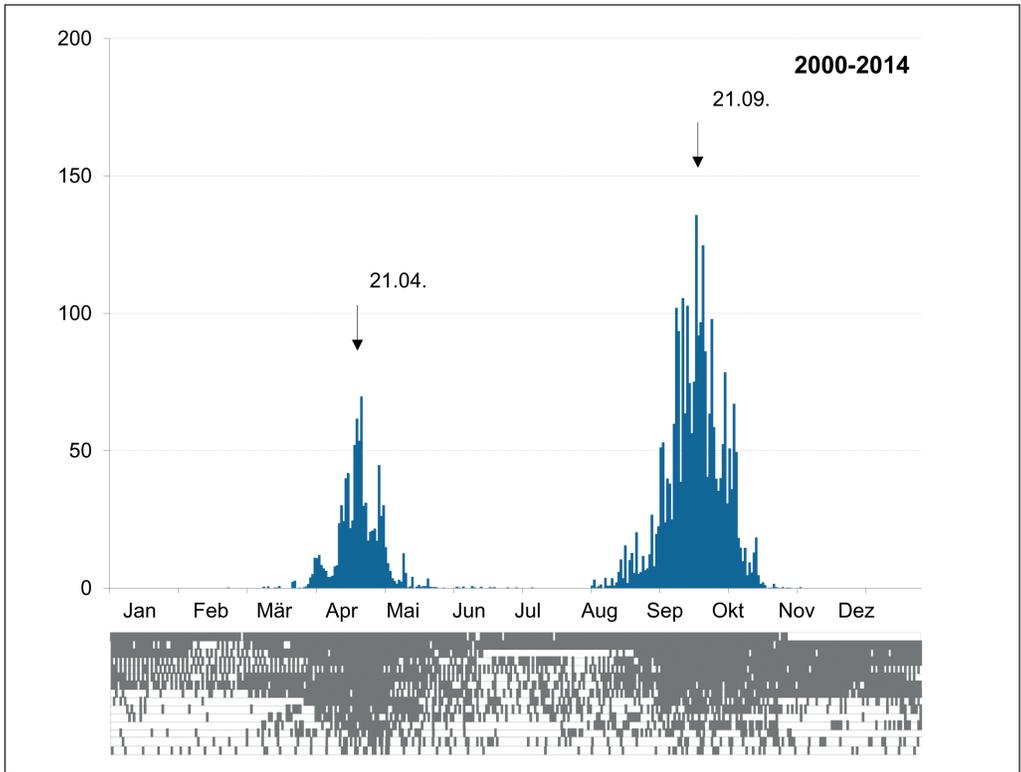


Abb. 2 Phänologie flugaktiver Großer Abendsegler nach Mittelwerten der Tagesmaxima der Jahre 2000-2014 (Säulendiagramm). Pfeile markieren das Datum des saisonalen Medianwertes. Die Grafik unter dem Säulendiagramm informiert über die Kontrollen im ausgewerteten Zeitfenster am Tagesende (dunkle Felder) in jedem der 15 Jahre (unten 2000, oben 2014). Sie verdeutlicht die im Laufe der Jahre zunehmende Kontrolltagdichte.

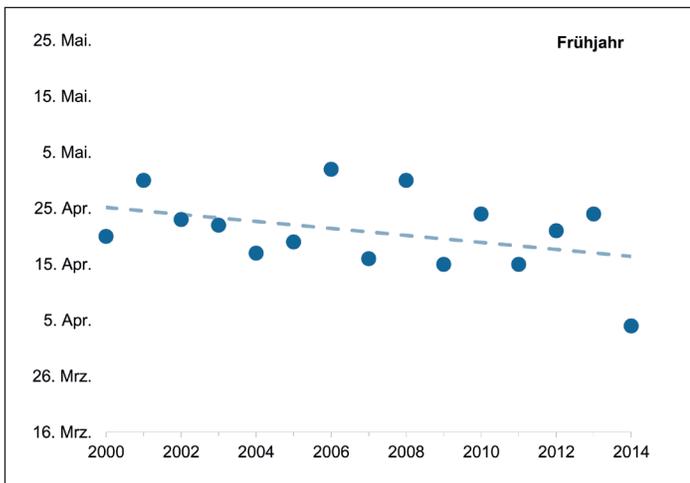


Abb. 3 Daten der Medianwerte im Frühjahr (Heimzug) aller Jahre. Die durch die Trendlinie angedeutete zeitliche Verschiebung ist nicht signifikant.

Abb. 4 Daten der Medianwerte im Spätsommer/Frühherbst (Wegzug) aller Jahre. Die durch die Trendlinie angedeutete zeitliche Verschiebung ist nicht signifikant.

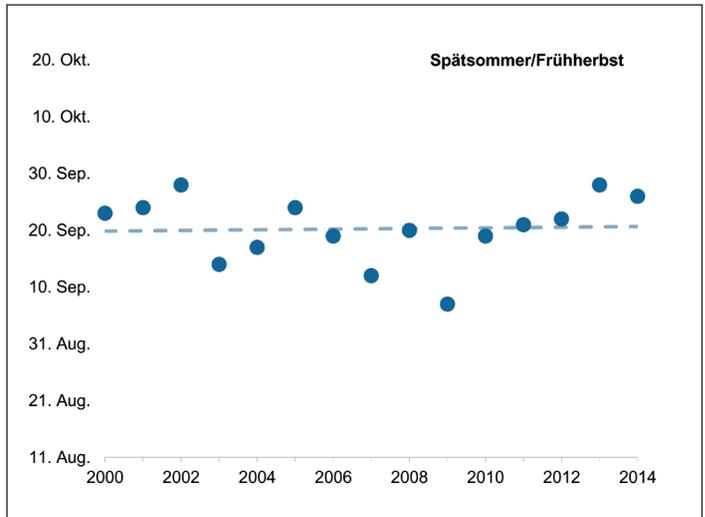
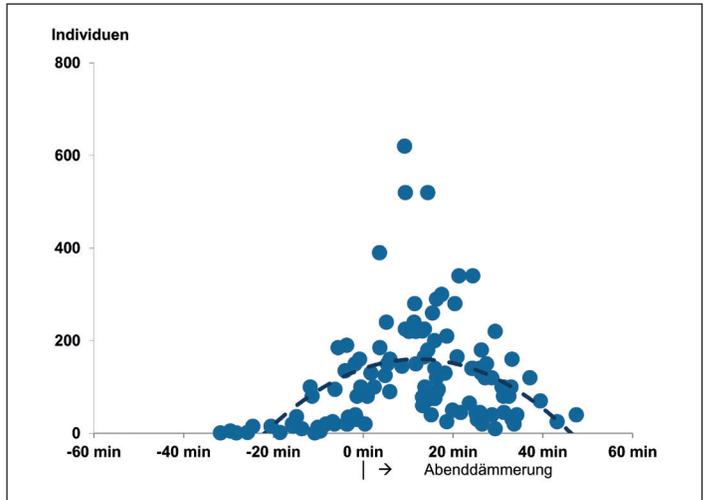


Abb. 5 Verteilung der Anzahl fliegender Großer Abendsegler an Tagen mit individuenreichem Auftreten. Stichprobenumfang: 26 Tage aus 9 Jahren mit jeweils ≥ 120 Individuen. Zählabstände: 5 bis 15 Minuten. „0 min“ markiert den Sonnenuntergang.



Im Frühherbst 2008 gelangen erstmals Beobachtungen zum Verbleib eines Teils der Großen Abendsegler am Ende der Abenddämmerung. Zwischen dem 27. September und 11. Oktober verschwanden an 12 Tagen bis zu 10 Individuen bei fortgeschrittener Dunkelheit in einer Buntspechthöhle unweit des Zählpunktes. Zu dieser Jahreszeit lag es nahe, von paarungsbereiten Tieren auszugehen. Gleiches Verhalten ließ sich aber auch im darauf folgenden Frühjahr zwischen dem 6. und 19. April, im Frühherbst 2009 und nochmals zu beiden Jahreszeiten in 2010 an derselben Höhle feststellen. Danach wurde dieser Höhlenbaum gemeinsam mit vielen anderen gefällt (in einem sogenannten Natura 2000-Gebiet). Ähnlich frühe Einflüge wurden bis dahin zu keiner anderen Jahreszeit festgestellt. Regelmäßige Kontrollen zeigten, dass die Höhle weder im Sommer noch im Winter genutzt wurde.

5.3 Flugaktivität in Abhängigkeit vom Wetter

Traten Große Abendsegler im April oder September gegen Tagesende zahlreich in Erscheinung, betrug die Lufttemperatur meist deutlich mehr als 15° C. Abbildungen 6 und 7 zeigen dies beispielhaft für das Jahr 2006. Ein gesetzmäßiger Zusammenhang lässt sich jedoch nicht erkennen, da sonnig-warme Tage im Frühjahr oder Spätsommer/Frühherbst auch ohne bedeutende Sichtnachweise endeten. Umgekehrt vermieden Große Abendsegler den Flug bei Lufttemperaturen unter 10° C, Regen oder starkem Wind nicht grundsätzlich, wie Beobachtungen an mehr als 19 Kontrolltagen in sieben verschiedenen Jahren belegen. Beispielsweise wurden am 19. April 2003 bei lediglich 5° C und Windstärke 5-6 Beaufort (8-13,8 m/s) 65 Große Abendsegler gezählt. Am 29. April desselben Jahres waren 30 bei 6° C und Regen flugaktiv. Am 25. September 2010 flogen bei 10°C und leichtem Regen mindestens 32 und am 3. Oktober 2013 sogar 90 bei 9° C und 5 Beaufort (8-10,7 m/s). Tagesmaxima wurden im Allgemeinen jedoch allein an warmen und niederschlagsfreien Tagen registriert.

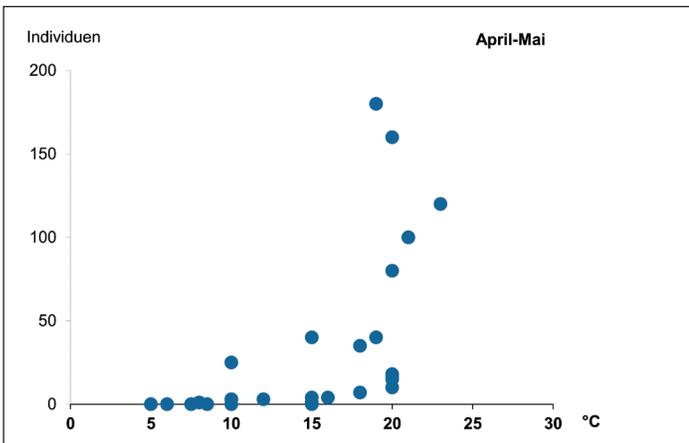


Abb. 6 Zusammenhang zwischen der Flugaktivität Großer Abendsegler und der Lufttemperatur um Sonnenuntergang im April und Mai (2006).

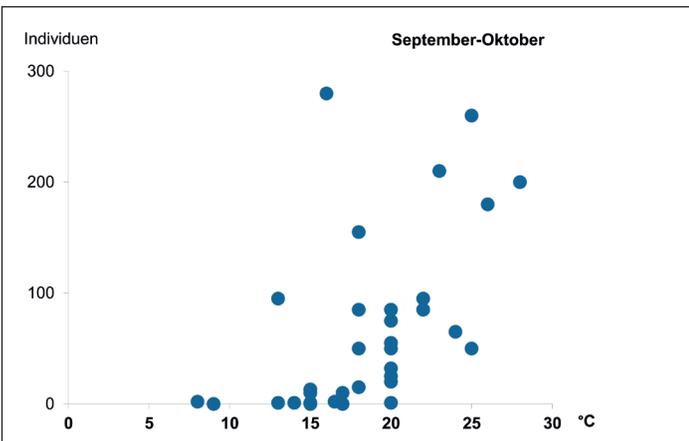


Abb. 7 Zusammenhang zwischen der Flugaktivität Großer Abendsegler und der Lufttemperatur um Sonnenuntergang im September und Oktober (2006).

5.4 Flughöhe

Zahlreiches Erscheinen deutete sich regelmäßig durch vergleichsweise hoch fliegende Große Abendsegler zu Beginn des Beobachtungszeitfensters an. Dies galt für beide Perioden des saisonalen Erscheinens, besonders ausgeprägt aber für den Zeitraum Spätsommer/Frühherbst. Meist waren es einzelne, die weit vor Sonnenuntergang an der Sichtbarkeitsgrenze, d. h. ab 200 m Höhe aufwärts, entdeckt wurden. Gegen Sonnenuntergang und vor allem danach sank die Flughöhe rasch und deutlich. Dabei nahm die Anzahl der zählbaren Individuen zu. Spätestens 15 bis 20 Minuten nach Sonnenuntergang lag die Flughöhe unterhalb 100 m (Abbildung 8). In niedriger Flughöhe (<50 m) bewegten sich Große Abendsegler regelmäßig erst gegen Ende der Abenddämmerung bzw. mit Einbruch der Dunkelheit. Am Tage unterschritten Abendsegler diese Flughöhe nur kurzzeitig, wenn sie von der Wasseroberfläche tranken (z. B. am 28.09.2001 und am 18.10.2012).

Maximale Flughöhen wurden unter sonnigen und nicht zu kühlen Bedingungen ($>10^{\circ}\text{C}$) registriert. Beobachtungen von Großen Abendseglern, die höher als 100 m flogen, gelangen aber auch bei starker Bewölkung. Bei Regen wurde oberhalb von 80 m keine Flugaktivität bemerkt.

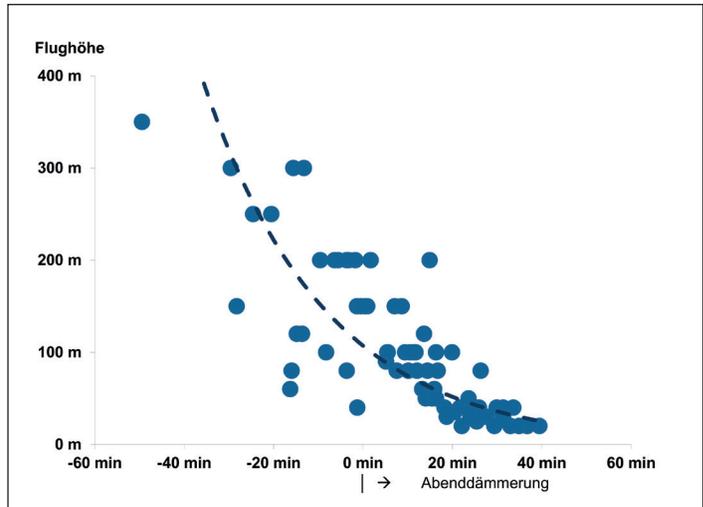


Abb. 8 Maximale Flughöhen Großer Abendsegler an Tagen mit individuenreichem Auftreten (≥ 100). Stichprobenumfang: 18 Tage aus 10 Jahren (Mai, September und Oktober). „0 min“ markiert den Sonnenuntergang. Die Trendlinie deutet auf einen Zusammenhang zwischen Höhe und Tageszeit bzw. Lichtstärke hin.

5.5 Flugverhalten

Die Mehrzahl der beobachteten Großen Abendsegler durchflog den Luftraum auf scheinbar gleichbleibendem Kurs, dabei mehr oder weniger große Schleifen ziehend, also wiederholt bestimmte räumliche Abschnitte von Bereich A nach Bereich B und umgekehrt passierend. Ihre Flugbahnen verließen sie in zeitlichen bzw. räumlichen Abständen mit abrupter Wendung oder in plötzlichen Sturzflügen, um wenige Sekunden danach die zuvor verfolgte Richtung erneut einzuschlagen. Das beschriebene Flugverhalten dient typischerweise dem Erwerb „mittelgroßer“ Beutetiere, die weitgehend individuell geortet oder optisch erkannte werden. Im April und Oktober waren wiederholt Große Abendsegler in Gesellschaft mit Staren auf Jagd nach hoch schwär-

menden Ameisen zu beobachten. Mit großer Wahrscheinlichkeit gehörten zum Nahrungsspektrum außerdem Käfer (ab der Größe eines Erbsenkäfers), wandernde Schwebfliegen, Wanzen (im Frühherbst vor allem Pentatomidae, z. B. *Dolycoris baccarum*), Libellen und Schmetterlinge. Regelmäßig brachen Große Abendsegler den Schleifenflug ab und kehrten nicht zum Ausgangsort zurück. Diese Individuen verschwanden entweder aus dem einsehbaren Untersuchungsgebiet oder setzten die Nahrungssuche an anderer Stelle fort.

Zeitweise praktizierten Große Abendsegler langsamen geradlinigen Schleifenflug in spitzem Winkel zur Windrichtung ohne die geringste Kursabweichung. An einigen entsprechenden Beobachtungstagen bewegten sich massenhaft Blattläuse mit dem Wind. Offenkundig filterten die Abendsegler diese aus der Massendrift heraus.

In nahrungsreichen Lufträumen hielten sich Große Abendsegler während eines gesamten Beobachtungszeitfensters und auch an folgenden Tagen auf. Eine konstante Bevorzugung bestimmter topographischer Punkte oder Lebensraumtypen ließ sich aber weder innerhalb einer Saison noch über die verschiedenen Jahre hinweg erkennen. Die Mehrzahl der Beobachtungen betrifft Flüge über Land. Eine Verlagerung hin zu Bewegungen über freier Wasserfläche war vor allem am Ende der Abenddämmerung festzustellen.

Im Beobachtungszeitfenster flogen regelmäßig als Nahrung in Betracht kommende Zuckmücken (Chironomidae) in großer bis sehr großer Anzahl. Bei Massenflügen der Zweiflügler konnte eine gleichfalls zahlreiche Präsenz von Abendseglern erwartet werden. Die vorliegenden Zählungen bestätigen diese Annahme jedoch nicht (Abbildung 9).

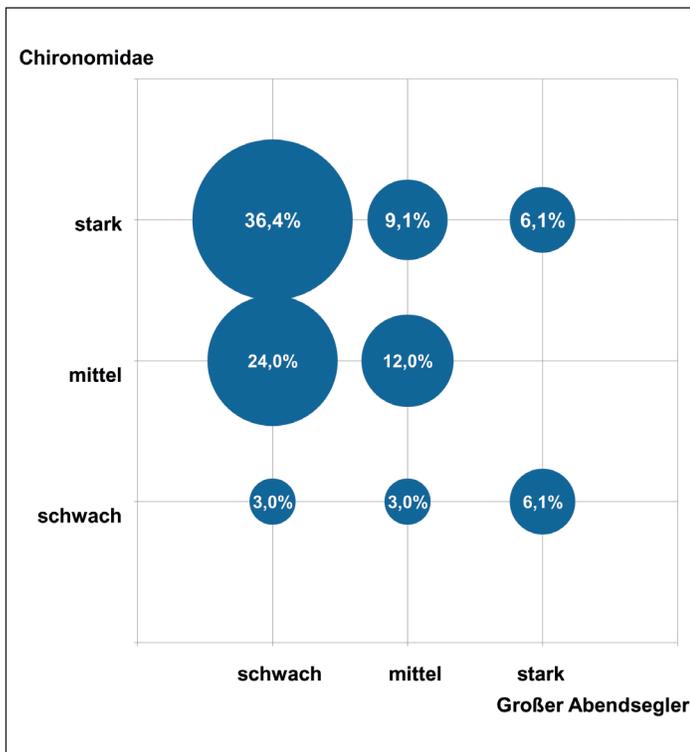


Abb. 9 Matrix der Häufigkeit flugaktiver Zuckmücken (Chironomidae) und Großer Abendsegler am Tagesende. Die Anzahl fliegender Zuckmücken hat keinen Einfluss auf die Präsenz fliegender Großer Abendsegler. Stichprobenumfang: 33 Kontrolltage im April, Mai, August und September (sieben Jahre).

Als eine weitere Variante des Flugverhaltens war in allen Jahren das geradlinige Durchfliegen des kontrollierten Luftraumes ohne Anzeichen des Nahrungserwerbs festzustellen. Die als Strecken- oder Transferflug beschreibbare Fortbewegung erfolgte – im Vergleich zur Nahrungssuche – mit meist höherer Geschwindigkeit. Ein weiteres Merkmal bestand in der Flughöhe, die in diesen Fällen stets deutlich mehr als 50 m betrug. Zwischen den drei Grundformen des Flugverhaltens (ortsfester Flug zwecks Nahrungssuche, Ortsveränderung verbunden mit Nahrungserwerb, Streckenflug ohne Nahrungssuche) waren immer wieder auch Übergangsformen zu beobachten.

Zu Streckenflügen, die auf gerichtete Wanderung hindeuteten, wurde die eingeschlagene Himmelsrichtung notiert. Diese weist im Frühjahr hauptsächlich nach Nordosten bis Ost-Nordosten und im Spätsommer/Frühherbst nach Südwesten bis Westen (Abbildung 10).

In Verbindung mit der jahreszeitlichen Verteilung der gerichteten Streckenflüge (Abbildung 11) weisen die Richtungen auf aktiven Durchzug hin. Dazu passt, dass Große Abendsegler wiederholt gemeinsam mit ziehenden Rauchschnalben erschienen (11 Feststellungen in fünf Jahren).

Abb. 10 Flugrichtungen Großer Abendsegler nach Sichtbeobachtungen im Gebiet des Seeburger Beckens. Datengrundlage: 88 Streckenflüge an 69 Tagen der Jahre 1989-2014. Der Ring ist in Segmente von 22,5° unterteilt. Die Länge der Richtungsvektoren steht für den proportionalen Anteil der protokollierten Flugrichtung.

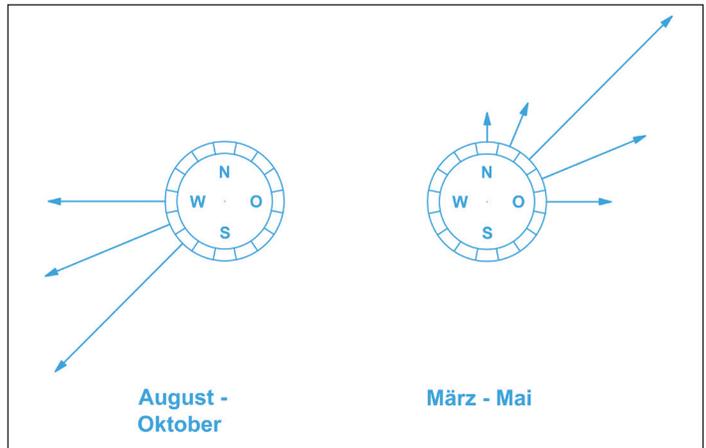
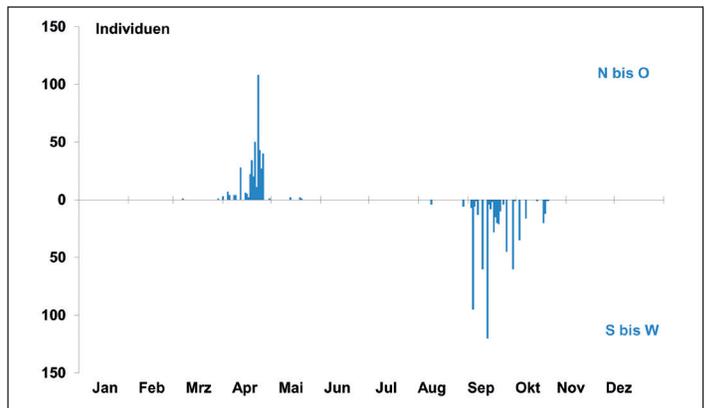


Abb. 11 Gerichtete Streckenflüge Großer Abendsegler, die auf Zug hinweisen. Oberhalb der Nullwert-Achse Flugrichtung Norden bis Osten, unterhalb Süden bis Westen. Datengrundlage wie Abbildung 10.



5.6 Verfolgung durch Greifvögel

Nahrungssuche und Flug bzw. Zug vor Einbruch der Dunkelheit führte immer wieder zum Zusammentreffen und anscheinender Vergesellschaftung mit gleichermaßen motivierten Rauchschnalben und auch Staren (siehe oben). Nicht zuletzt dadurch gerieten Große Abendsegler in den Fokus von Vogeljägern unter den Greifvögeln. Vor allem die auf dem Durchzug gegen Sonnenuntergang erscheinenden Baumfalken wurden wiederholt bei ihrer teils erfolgreichen Jagd auf die Fledermaus beobachtet, weniger der mehr aus der bodennahen Deckung heraus angreifende Sperber und der viel seltener erscheinende Wanderfalke (Abbildung 12). Als Kuriosum einzustufen ist der misslungene Versuch eines ziehenden Rotmilans, den Großen Abendsegler als willkommene Streckenversorgung zu betrachten, der am 21.10.2012 um 13:40 Uhr in ca. 150 m Höhe unvorsichtig seinen Flugweg kreuzte.

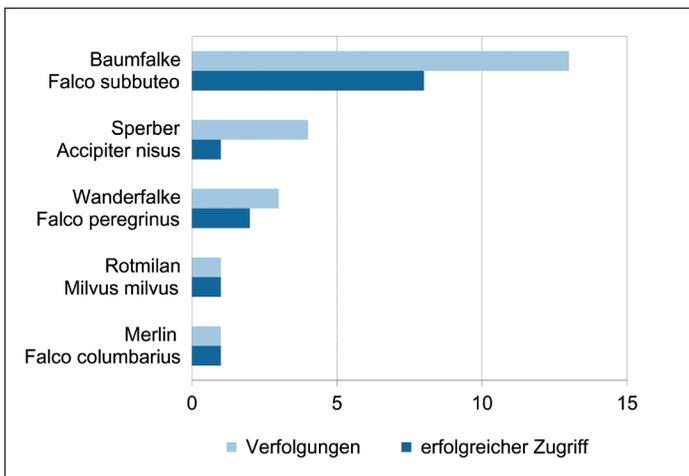


Abb. 12 Beobachtungen der Verfolgung Großer Abendsegler durch Greifvögel im Untersuchungsgebiet.

6. Diskussion

6.1 Determinierende biogeographische und biologische Faktoren

Der Große Abendsegler gilt als polytypische Art, deren Areal von der iberischen Halbinsel bis nach Zentralsibirien, China und Nord-Vietnam reicht (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004). Vertiefende Untersuchungen werden zeigen, ob es bei diesem Kenntnisstand bleibt. DIETZ et al. (2007) vermuten, dass „mehrere asiatische Unterarten“ eigene Arten darstellen. Vergleichsweise gut bekannt sind Verbreitung und Lebensraumsprüche der weitgehend auf Europa beschränkten nominotypischen Subspezies.

Ausreichend große Baumhöhlen und im Winterhalbjahr außerdem Felsspalten gehören zu den ursprünglich bewohnten Quartiertypen. Gleichermäßen genutzt werden Kunsthöhlen und Hohlräume an hohen Häusern und Brückenbauwerken. In der Fortpflanzungszeit (Wochenstuben) zeigt sich eine enge Bindung an gewässerreiche Laub- und Mischwälder des pleistozänen Tieflandes und an Auenwälder größerer Fluss- und Beckenlandschaften innerhalb der subkontinentalen Klimazone einschließlich westlich angrenzender Randgebiete im Einflussbereich subozeanischen Klimas (z. B. STRELKOV 1999b). Große Abendsegler leben also im Sommer vor

allem in Osteuropa und dem östlichen Mitteleuropa in vergleichsweise hoher Dichte. Geburt und Nachwuchsversorgung finden in West- und Südwesteuropa dagegen nur sporadisch oder gar nicht statt. Weibchen können bereits gegen Ende des ersten Lebensjahres reproduzieren (z. B. BLOHM & HEISE 2008). Männchen erlangen die Fähigkeit zur Fortpflanzung hingegen in aller Regel erst im zweiten Lebensjahr (BLOHM & HEISE l. c., SCHMIDT 1988). Ihre „geschlechtliche Entwicklung“ bleibt aber auch dann noch hinter jener der mehrjährigen Geschlechtsgenossen zurück (HÄUSSLER & NAGEL 2003). Nur ein Teil der subadulten Abendsegler kehrt nach der Überwinterung in die Fortpflanzungsgebiete zurück. Ob auch adulte Männchen größtenteils oder generell im Überwinterungsgebiet verbleiben, sich also im Unterschied zu den Weibchen nicht mehr am saisonalen Zugeschehen beteiligen (z. B. STRELKOV 1999a, HÄUSSLER & NAGEL l. c., GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004, DIETZ et al. 2007), erscheint noch nicht hinreichend geklärt (z. B. GUKASOVA et al. 2011). Die obligate sexuelle Segregation während der Wochenstubenzeit erschwert insbesondere in Mitteleuropa aufgrund methodisch begründeter Kenntnisdefizite eine zweifelsfreie Deutung reiner Männchen-Gesellschaften. Eine Antwort verlangt nicht zuletzt die Frage, warum allein Weibchen das Risiko kraftzehrender wie gefahrvoller Rückwanderungen über Hunderte von Kilometern eingehen sollten. Die Vermeidung intraspezifischer Konkurrenz (DIETZ et al. 2007) allein kann nicht weite Wanderwege einerseits und Verbleib andererseits erklären.

Arttypisch ist eine hohe Stoffwechselrate. In Gefangenschaft können „nicht ausgehungerte“ erwachsene Tiere innerhalb einer halben Stunde durch Nahrungsaufnahme ihr Körpergewicht um mehr als 30% erhöhen. Spätestens nach zwei Tagen fällt es auf den Ausgangswert zurück (MEISE 1951). Die Gefräßigkeit der Fledermaus erstaunte oft, so stellte z. B. JÄCKEL (1860) heraus: „Virtuosität besitzt sie außer im Fluge nur im mörderischen Fressen.“ Dem Nahrungsmangel im Winter begegnen Große Abendsegler mit drastischer Reduzierung des Stoffwechsels mittels eines schlafähnlichen Erstarrungszustands (Torpor). Nach einer von PERRIN (1988) vorgenommenen Modellrechnung liegt das Temperaturoptimum für eine erfolgreiche Überwinterung bei +2° C. Fällt die Umgebungstemperatur unter -4° C, können die Abendsegler durch Stoffwechselaktivierung ihre Körpertemperatur auf 0° C anheben und somit dem Erfrierungstod entgegenwirken („metabolische Thermokompensation“). Dies gelingt ihnen bis zur Aufzehrung ihres im Herbst angelegten Fettvorrates, der laut GAUCKLER & KRAUS (1966) 4-5 g und nach PERRIN (l. c.) bis zu 10 g beträgt. Die Energiereserve schwindet umso rascher, je tiefer die Umgebungstemperatur sinkt und je länger die Starkfrostperiode anhält. Die Neigung zu aggregierter Überwinterung (sogenannte Clusterbildung) kann die Auskühlung des Einzeltieres nur begrenzt mindern. Landschaften mit einer mittleren Januartemperatur von unter -3° bis -2° C werden aufgrund der begrenzten Fähigkeit zur Thermoregulation im Winter daher weitgehend geräumt. Überwinterungen in klimatisch kälteren Regionen gelingen, wenn die Tiere hinreichend wärmedämmte Fels- oder Gebäudespalten vorfinden (z. B. PERRIN 1988, VLASCHENKO 1999).

Der lebensbedrohlichen Jahreszeit in den Fortpflanzungsgebieten entziehen sich große Teile der Populationen durch Migration in vergleichsweise wintermildere Areale Mitteleuropas und des südlichen Osteuropas. Dabei werden Entfernungen von bis zu 1.500 km zurückgelegt (z. B. HUTTERER et al. 2005). Der Überwinterungserfolg steht in Abhängigkeit eines komplexen Gefüges primär dreier variabler Faktoren: (1) Fettreserven (Fitness), (2) Zugweglänge und (3) Wintertemperaturen. Die größten Chancen auf ein Erleben des Frühjahrs besitzen wohlgenährte Abendsegler mit kurzen Zugwegen und einem Quartier unter konstant mäßig kühlen Umgebungstemperaturen. Dementsprechend bedeuten ungenügende Reserven, sehr lange Zugwege und andauernd kalte, aber auch sehr milde Winter hohe Mortalität. Das reale Geschehen voll-

zieht sich im breiten Spektrum aller denkbaren Kombinationen zwischen den Extremen. Nach der Überwinterung beeinflussen Angebot und Erreichbarkeit geeigneter Nahrung in den Monaten April bis Juni maßgeblich den Fortpflanzungserfolg. Klima bzw. Wetter spielen dabei naturgemäß eine entscheidende Rolle.

6.2 Status und Präsenz im Untersuchungsraum

In Deutschland erscheinen Große Abendsegler vor allem auf dem Durchzug und zur Überwinterung. Niedersachsen befindet sich bereits am Rande der Hauptverbreitung. „Aus dem Zeitraum 1994 bis 2009 liegen lediglich Meldungen von 7 Wochenstuben vor“, alle nördlich der Mittelgebirgsschwelle lokalisiert (Anonymus 2010). Auch das ältere Schrifttum enthält keine Hinweise auf bedeutendere Vorkommen. Als limitierender Faktor erweist sich vor allem das suboptimale Klima bzw. das infolgedessen begrenzte Nahrungsangebot, weniger ein Mangel an geeigneten Habitatstrukturen. Feststellungen, wie „Die Art ist in Niedersachsen weit verbreitet“ (HECKENROTH et al. 1988) oder „Verbreitet im Bergland, dabei auch in den Harzhochlagen“ (THEUNERT 2008) oder „In Niedersachsen kommt die Art im gesamten Gebiet vor“ (Anonymus l. c.) beziehen sich ganz überwiegend auf Nachweise von Durchzüglern, Wintergästen oder auf Individuen, die sich (noch) nicht am Fortpflanzungsgeschehen beteiligen. Das gleiche Bild trifft auf die angrenzenden Bundesländer Thüringen, Hessen, Nordrhein-Westfalen und das südwestliche Drittel von Sachsen-Anhalt zu (DIETZ & SIMON 2006, SCHORCHT 2013, VIERHAUS 1997, VOLLMER & OHLENDORF 2004).

Gezielte Untersuchungen zur Phänologie, räumlichen Präsenz oder Habitatnutzung des Großen Abendseglers im südlichen Niedersachsen sind nicht bekannt. Eine Aufstellung der im Landkreis Osterode am Harz in den Jahren 1986 bis 1999 gemachten Zufallsbeobachtungen zeigt, dass dort einzelne bis wenige Große Abendsegler in fast allen Monaten angetroffen werden können (RACKOW & MAY 2001). In einer von HILDENHAGEN & VOWINKEL (1986) 1983 mittels Sichtung und Detektor durchgeführten Untersuchung in Göttingen war *N. noctula* nach der Zwergfledermaus „die am zweithäufigsten beobachtete Fledermausart des Stadtgebietes“, wobei „eine Beschränkung auf Waldgebiete im Sommer [...] nicht bestätigt werden“ konnte. Keiner Publikation sind Hinweise auf Wochenstuben im südlichen Niedersachsen zu entnehmen. Auch eigene Untersuchungen von Baumhöhlen und Kunstquartieren ergaben keine Fortpflanzungsnachweise.

Die alljährlich im Gebiet des Seeburger Beckens im April und September regelmäßig noch vor Sonnenuntergang zu beobachtenden Großen Abendsegler rekrutieren sich folglich nicht aus Populationen lokaler oder regionaler Fortpflanzungsgebiete. Als nächste bedeutende Herkunftsorte kommen Wochenstubenquartiere in Nordostdeutschland in Betracht. Aus 16 % aller Meßtischblattquadranten Brandenburgs wurden Wochenstuben bekannt (BLOHM & HEISE 2008). SCHMIDT (1988) gab für den Raum Frankfurt/Oder eine Dichte von bis zu 3,8 ♀/km² an. In einem 795 km² großem Gebiet des Altkreises Prenzlau pflanzten sich allein in Fledermauskästen 2.500 Weibchen fort, woraus sich nach der Jungenaufzucht ein Bestand von etwa 6.250 Individuen errechnet (BLOHM & HEISE l. c.). Mindestens ähnlich hohe Abundanzen sind östlich angrenzend (Polen, Weißrussland, Russland) zu erwarten. Wiederfunde einzelner zu Tausenden markierter uckermärkischer Abendsegler in Kassel und bei Leinefelde (vgl. HEISE & BLOHM 2004) legen nahe, dass Angehörige dieser Population auch das südliche Niedersachsen überfliegen. Ein am 1. September 2007 über dem Seeburger See beobachteter Ringträger (Metallring rechts) stammte vermutlich aus einem der ostdeutschen Zentren reger Markierungstätigkeit.

Viele, wenn nicht gar die meisten, der beobachteten Großen Abendsegler dürften indes aus den viel größeren Populationen Osteuropas stammen. Darauf deutet die anhand Isotopen-Analyse ermittelte Herkunft an Windkraftanlagen verunglückter Individuen in Nordostdeutschland und dem Saar-Nahe-Bergland hin (VOIGT et al. 2012, LEHNERT et al. 2014).

Unter der Annahme, dass Große Abendsegler in einer Nacht 100 bis 270 km weit fliegen (WEID 2002), könnten Angehörige nordostdeutscher oder polnischer Populationen das südliche Niedersachsen innerhalb von zwei bis vier Tagen erreichen und umgekehrt. Im Gebiet Frankfurt/Oder beginnt der Wegzug in der ersten Augushälfte und endet im Oktober. Laut SCHMIDT (1988) ziehen zunächst vor allem junge Männchen ab, dann Weibchen und zuletzt adulte Männchen. Nach BLOHM & HEISE (2008) brechen hingegen alte Weibchen normalerweise früher als Jungtiere auf. Rückkehr bzw. Heimzug setzt meist in der ersten bis zweiten April-Dekade ein und kann bis Anfang Juni anhalten, wobei Männchen vor den Weibchen erscheinen (SCHMIDT 1988). Das Grundmuster weist Parallelen mit dem saisonalen Erscheinen im Seeburger Becken auf. Der jahresweise ausgeprägt zwei- bis dreipflige Ablauf des Wegzuges könnte aus zeitlich versetzt wandernden Jung- und Alttieren bzw. Geschlechtern resultieren. In Betracht zu ziehen ist daneben auch das gestaffelte Eintreffen aus verschiedenen weit entfernten Fortpflanzungsgebieten.

Der Haupteinflug in die Winterquartiere erfolgt in aller Regel erst im November (z. B. MEISE 1951, PERRIN 1988, GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004). Am Seeburger See werden bereits ab der zweiten Oktoberdekade nur noch wenige Abendsegler gesehen. Zur Hauptflugzeit besetzte Baumquartiere sind dann verlassen. Die meisten der in der Wegzugperiode beobachteten Individuen verbleiben also nicht vor Ort. Auf ihrem Weg in die Fortpflanzungsgebiete erscheinen flugaktive Abendsegler frühestens ab der zweiten März-Dekade. Nach Mitte Mai sind nur noch wenige zu sehen. Aus den während des Heimzugs nachweislich genutzten Baumhöhlen verschwand *N. noctula* ab Ende April. Detektoraufnahmen belegen jedoch die Präsenz einzelner bis weniger flugaktiver Individuen auch in der Zeit zwischen Heim- und Wegzug. Sie fliegen erst mit Einbruch der Dunkelheit. Sichtbeobachtungen und Aufzeichnungen mittels kontinuierlichen Detektoreinsatzes am knapp vier Kilometer entfernten Wohnort des Verfassers stützen die Annahme, dass es sich um Individuen handelt, die zwischen Quartieren im Umfeld und dem Seeburger Becken pendeln. Alter und Geschlecht der wenigen Übersommerer sind nicht bekannt.

6.3 Breitfrontzug oder Flug entlang von Leitlinien und Korridoren?

Regelmäßig zahlreiches Erscheinen Großer Abendsegler in gewässerreichen Beckenlandschaften und großen Flussauen wird oft als Zug entlang geographischer Leitlinien oder Korridore interpretiert (z. B. FURMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, GERGES et al. 2010, GESSNER 2011, HMUELV/HMWVL 2012, SAUERBIER et al. 2010, SCHULENBURG 2007). Ein Mangel an Nachweisen in Gebirgen lässt diese hingegen als schwer überwindbare Barrieren erscheinen (z. B. TRESS et al. 2013). Große Abendsegler ziehen überwiegend einzeln (ABELENTSEV et al. 1958 laut GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004 und eigene Beobachtungen). Auf dem Höhepunkt des saisonalen Migrationsgeschehens kann es in arttypischen Landschaften oder in Räumen mit hohem Nahrungsangebot zu Ansammlungen kommen, die den Eindruck des geselligen Zuges vermitteln. Instinktiv führt das Bedürfnis nach Nahrungserwerb, Rast und Paarung die Individuen an geeigneten Orten mehr zufällig zusammen (Abbildung 13). Nonstop-Flüge kommen sicherlich vor, sind aber nach allen vorliegenden Daten nicht die Regel. Erstreckt sich eine entsprechend attraktive Auenlandschaft entlang der Hauptzugachse, werden Große Abend-

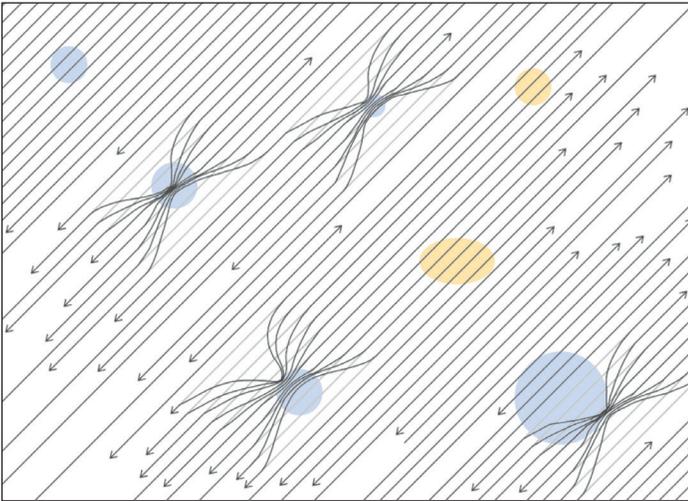


Abb. 13 Stark schematisierter Breitfrontzug Großabendsegler (Frühjahr und Spätsommer/Frühherbst) und der Einfluss des Reliefs. In nahrungs- und quartierreichen Becken- oder Auenlandschaften (hellblau) erscheinen Großabendsegler saisonal konzentriert. Nahrungsarme Mittelgebirge (braun) werden ohne Halt überflogen.

segler dieser durchaus folgen. Eine von Nahrungserwerb und Quartiersuche unabhängige Bindung an strukturelle Leitlinien oder Korridore besteht jedoch nicht. Die Fledermausart verfügt über weitgehend unbekannt Fähigkeiten der Fernorientierung. Beobachtungen über Mittelgebirgen (z. B. MEINEKE 2013, SKIBA 1990, ZÖPHEL & HOCHREIN 2009), Alpenpässen (z. B. OPPLIGER 2004) und offenem Meer (AHLÉN et al. 2009, BOSHAMER & BEKKER 2008, WALTER et al. 2007) belegen, dass sie diese vermeintlichen Hindernisse überwindet. Große Abendsegler können in bis zu 1.200 m Höhe (AHLÉN et al. 2007) fliegen, wodurch sowohl ihre optische als auch akustische Nachweisbarkeit erschwert wird (SKIBA 2011). Im Untersuchungsgebiet gelangen am Tage regelmäßig Beobachtungen von mindestens 400 m hoch fliegenden Großen Abendseglern.

Der herausragende Naturbeobachter GILBERT WHITE verglich in einem bereits 1769 an den Zoologen THOMAS PENNANT geschriebenen Brief „the great bat“ mit Mauerseglern. In einer weiteren 1771 verfassten Mitteilung an denselben Adressaten gab er ihr den wissenschaftlichen Namen „*Vespertilio altivolans*“ [Hochfliegende Fledermaus], machte die treffliche Bezeichnung aber bedauerlicherweise erst 1789 im Sinne der Internationalen Regeln für die Zoologische Nomenklatur verfügbar.

6.4 Flug und Zug am Tag –

Nahrungserwerb, Migration und Ruhen im komplexen Wechselspiel

Der Große Abendsegler ist eine Fledermaus des freien Luftraumes. Ausgiebig durchfliegt er diesen vor allem dort, wo es Nahrung gibt. Sie muss reichlich vorhanden sein oder zumindest einträgliche Größe besitzen, am besten beides. Genommen wird, was kommt. Das können über ausgedehnten Ackerfluren auch massenhaft dispergierende geflügelte Blattläuse sein, die entgegen der von TAAKE (1996) geäußerten Skepsis aus der Massendrift herausgefiltert werden. Eine Technik, die bereits ROSS (1967) nach Beobachtungen an der amerikanischen Fledermaus *Parastrellus hesperus* als „filter-feeding“ veranschaulicht. Eigene Detektorüberwachungen zeigen, dass (auch) dabei die Echoortung unterbleibt.

Nahrungsangebot und Hunger bestimmen im Wechselspiel mit saisonalen Rhythmen (Fortpflanzung, Wanderung, Winterruhe) Ort und Zeit des Fluges. Das kann innerhalb der arttypischen Landschaftsräume bedeuten: „Heute hier, morgen dort“. Im Untersuchungsgebiet flogen Große Abendsegler während der Zugperioden regelmäßig lange vor Sonnenuntergang. Bevorzugt über strukturreichen lichtwaldähnlichen Dorfkernen mit reichlich Aufwind, aber auch über ausgedehnten Ackerfluren oder im Bereich mit „Luftplankton“ angereicherter Luftströme.

An Tagen mit sonnig-warmem Wetter und schwachen bis mäßig frischen Winden fliegen Große Abendsegler weit vor Sonnenuntergang und anders als am Ende des Tages in großen Höhen. Aus Zeitgründen war es nicht möglich, ganztägige Kontrollen des Luftraumes durchzuführen. Es liegt jedoch eine Reihe von Zufallsbeobachtungen vor, die sich im Grundsatz mit Erfahrungsberichten anderer Autoren decken und daher in groben Zügen als repräsentativ gelten können. Die meisten Beobachtungsdaten entfallen auf den Zeitraum von 11.00 bis 15.00 Uhr, die größte Anzahl Abendsegler wurde zwischen 12.00 und 15.00 Uhr gezählt (Abbildung 14). Es ließen sich Flughöhen bis zu 400 m über Grund ermitteln. In gleichen Zeiträumen erreicht im Allgemeinen auch die Dichte tagflugaktiver bzw. wandernder Insekten in entsprechenden Höhen die größte Dichte (z. B. CHAPMAN et al. 2003, BELL et al. 2013).

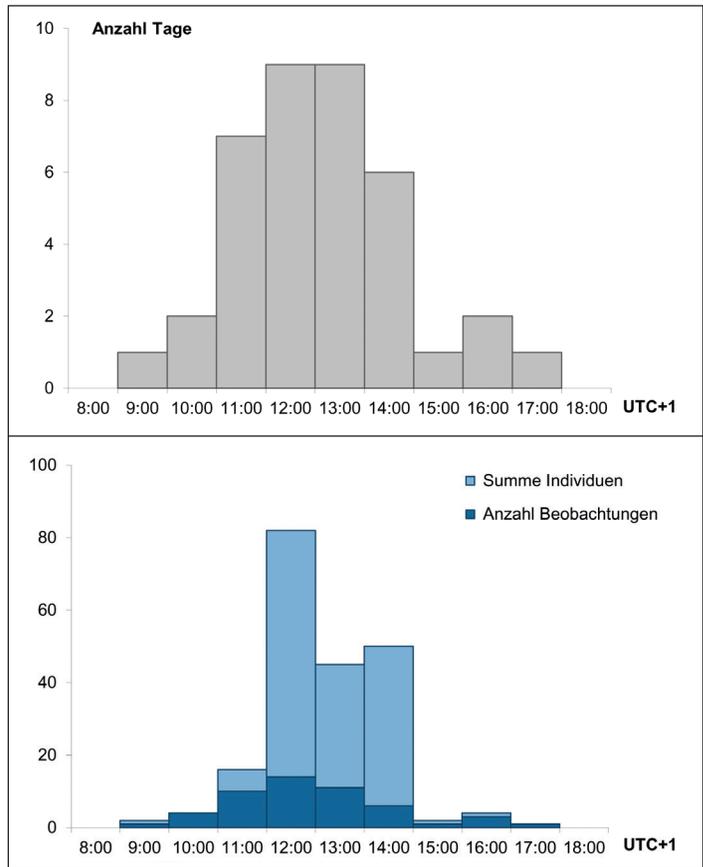


Abb. 14 Verteilung der Zufallsbeobachtungen am Tage fliegender Großer Abendsegler im Seeburger Becken. Ausgewertet wurden nur Daten bis spätestens 90 min vor Sonnenuntergang. - Oben: Verteilung der Beobachtungstage. Unten: Verteilung der Beobachtungen und Individuenanzahl.

Der Tagflug Großer Abendsegler steht zweifelsfrei im Zusammenhang mit dem Nahrungserwerb. Maxima im Frühjahr und Spätsommer/Frühherbst (Abbildung 15) deuten außerdem auf saisonal wirksame Faktoren hin. In beiden Jahreszeiten besteht ein stark erhöhter Energiebedarf. Vor der Hibernation gilt es, ein ausreichend großes Fettpolster anzulegen. Nach der Überwinterung müssen die verbrauchten Reserven wieder aufgefüllt werden. Hinzu kommen die kräftezehrenden Wanderungen (vgl. z. B. SPITZENBERGER 2000). Den erheblichen Energiebedarf versuchen Große Abendsegler durch Erweiterung des Nahrungserwerbs auf die Zeit des Tageslichtes zu decken. Das durchaus opportunistische Verhalten ist aber weder auf den Herbst beschränkt noch eine alleinige Reaktion auf kühlere Nächte, wie GEBHARD & BECK (1994) schlussfolgern. Ein hungriger Großer Abendsegler wird Tag und Nacht dem Erwerb der Nahrung nachgehen, wenn er diese reichlich vorfindet. In Abhängigkeit von der Stärke des Wandertriebes erfolgt entweder Nahrungssuche oder Streckenflug oder eine Kombination aus beidem. Hierin bestehen Analogien zum Flugverhalten von Rauchschwalben in den Zugperioden.

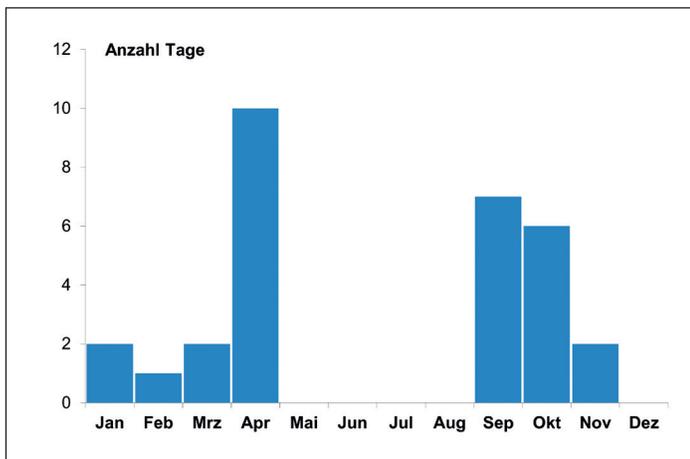
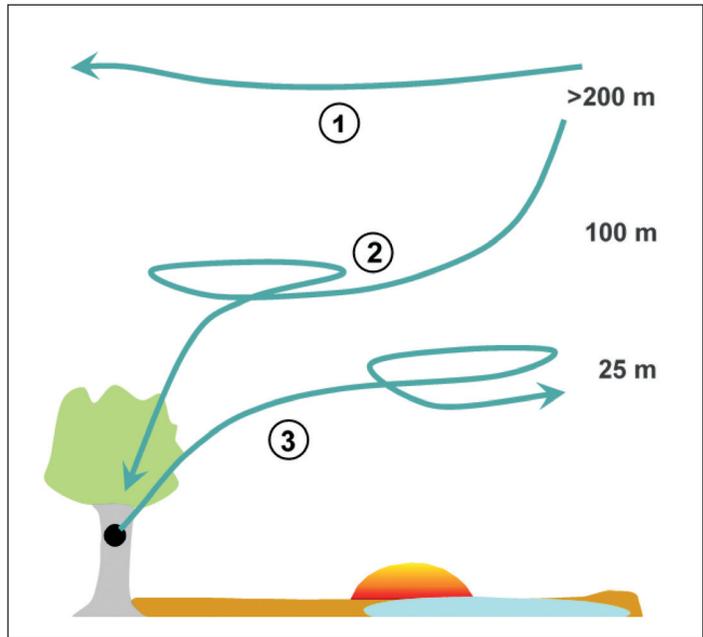


Abb. 15 Jahreszeitliche Verteilung der Tage mit Beobachtungen tagfliegender Großer Abendsegler. Datengrundlage wie in Abbildung 14.

Nach den vorliegenden Beobachtungen suchen Große Abendsegler die Nähe zu freien Wasserflächen gegen Ende der Dämmerung. Zuckmücken spielen offenbar erst dann eine gewisse Rolle im Nahrungsspektrum. Flug nahe dem Wasser bzw. in niedrigen Flughöhen erfolgt außerdem bei kühlen Temperaturen ($<10^{\circ}\text{C}$), leichtem Regen oder starkem Wind. Kraft der Fähigkeit zu aktiver Fluggeschwindigkeit mit bis zu 75 km/h (eigene Messungen) vermag diese Fledermaus auch noch Winden der Stärke 6-8 Beaufort (13,9 bis mind. 17,2 m/s) zu trotzen (z. B. WALTER et al. 2007, MEINEKE 2013).

Am Ende eines warmen Tages im September oder April lassen sich auf dem Höhepunkt des Zuges die unterschiedlichen Flugverhaltensweisen beinahe gleichzeitig studieren. Gesättigte oder vom Tageszug ermüdete Große Abendsegler verlieren langsam an Flughöhe und verschwinden im Quartier. Im September kann es dann zur Kopulation kommen. Andere fliegen jetzt erst (oder wieder) aus, um ihren Hunger zu stillen. Wiederum andere verlassen das Gebiet, um ihre Wanderung fortzusetzen. Manche ziehen in reißendem Flug und anscheinend teilnahmslos hoch überhin (Abbildung 16).

Abb. 16 Stark schematisiertes Flugverhalten Großer Abendsegler am Tagesende in den Zugperioden. 1 = Durchzug ohne Verweilen; vor Sonnenuntergang meist in größerer Höhe. 2 = Nahrungssuche bei sinkender Flughöhe im Verlauf der Dämmerung (stationäre und eintreffende Individuen), mit Einbruch der Dunkelheit Aufsuchen von Ruhequartieren (im Spätsommer/Frühherbst auch Kopulation), 3 = Ausflug stationärer Großer Abendsegler am Ende der Abenddämmerung. - Alle drei Aktivitäten können während der Zugperioden am selben Tag zur gleichen Zeit beobachtet werden.



Der faszinierende Flug Großer Abendsegler in der Mittagssonne oder doch weit vor Sonnenuntergang fand immer wieder interessierte Beobachter und Berichterstatter, die das Gesehene schriftlich festhielten. So beschreibt der sächsische Gelehrte GEORG FABRICIUS [1569] in seiner Stadtchronik von Meißen, wie im Jahr 1554 an zwei Tagen im Oktober am späten Nachmittag viele Scharen von Fledermäusen über den Feldern nahe der Stadt umherirrten [aus dem lateinischen frei übersetzt]. Zweifellos handelte es sich dabei um Große Abendsegler (vgl. auch HINKEL 2008). Ab Mitte des 19. Jahrhunderts folgten bis in die Gegenwart zahlreiche dokumentierte Sichtnachweise des Tagfluges, bezeichnenderweise hauptsächlich durch Vogelbeobachter (vgl. z. B. SPEAKMAN 1991). Je nach Wahrnehmung wurden sie als Nahrungserwerb oder Zug gedeutet. Besonders LÖHRL (1955) und ROER (1977) bezweifelten Zug bei Tag. Tatsächlich kann beides zutreffen. Aufgrund des großen Aktionsradius ist es bei Zufallsbeobachtungen nicht immer möglich, Migration vom Pendeln zwischen Quartier und Ort der Nahrungssuche zu unterscheiden (AHLÉN et al. 2009). Eine hinreichend sichere Einordnung setzt Erfahrung und ausdauernd achtsame Beobachtungsgabe voraus.

Angesichts der geringen Bindung an die Nacht kann der wissenschaftliche Name *Vespertilio noctula* [Nächtliche Fledermaus] irritieren. KUHLE (1819) beklagt die unpassende und zu seiner Zeit auch mehrdeutig verwendete Namensgebung und korrigierte sie zu *Vespertilio proterus* [Frühfliegende Fledermaus]. Das Diktat der zoologischen Nomenklaturregeln verurteilt leider auch diese prägnantere Bezeichnung zum Schattendasein des Synonyms.

6.5 Wegzug- und Heimzugstärke – Ausdruck von Fortpflanzungserfolg und Winterverlusten

Bei Gleichsetzung der ermittelten Tagesmaxima mit Durchzüglern, die das Beobachtungsgebiet bis zum nächsten Abend verlassen haben, erscheinen im Seeburger Becken auf dem Heimzug

bis zu 1.600 (2003) und im Verlauf der Wegzugperiode bis zu 5.000 (2005) Große Abendsegler. Ihre tatsächliche Anzahl dürfte die genannten Werte deutlich übertreffen, wenn man die nicht kontrollierten Tageszeiten und Räume mit einbezieht.

Unter der Voraussetzung eines gleichförmigen Breitfrontzuges und gleicher Herkunftsgebiete liefern die jährlichen Durchzugszahlen Hinweise auf den Erfolg von Fortpflanzung und Überwinterung. Die im Folgenden angestellten Überlegungen beschränken sich aufgrund der anfangs unvollständigen Erfassungen auf vergleichende Betrachtungen der drei Maximalwerte je Zugperiode. Die diskutierten Szenarien stellen plausible Erklärungsmodelle dar. Sie sollen zur Nachahmung entsprechender Untersuchungen und zur Überprüfung der aufgestellten Thesen anregen.

Auf dem Wegzug erscheinen Große Abendsegler aufgrund vorausgegangener Reproduktion regelmäßig deutlich zahlreicher als auf dem Heimzug (Abbildung 17). Der davon abweichende Befund im Jahr 2004 ist wahrscheinlich auf unvollständige Erfassungen zurückzuführen. Der auffallend schwache Wegzug in 2009 könnte Ausdruck eines witterungsbedingt schlechten Fortpflanzungserfolges sein. In Teilen des östlichen Mitteleuropas und im angrenzenden Osteuropa war es im Mai und Juni des Jahres niederschlagsreicher oder kühler als im langjährigen Mittel. Dagegen resultieren die herausragenden Wegzugmaxima der Jahre 2003 und 2005 aus den für die Aufzuchtperiode günstigen Temperaturen bzw. geringen Niederschlagsmengen. Ein über die gesamte Untersuchungszeit hinweg negativer Trend lässt sich statistisch nicht absichern. Er ist weitgehend auf die „Ausreißerwerte“ der Jahre 2003 und 2005 zurückzuführen. Die in

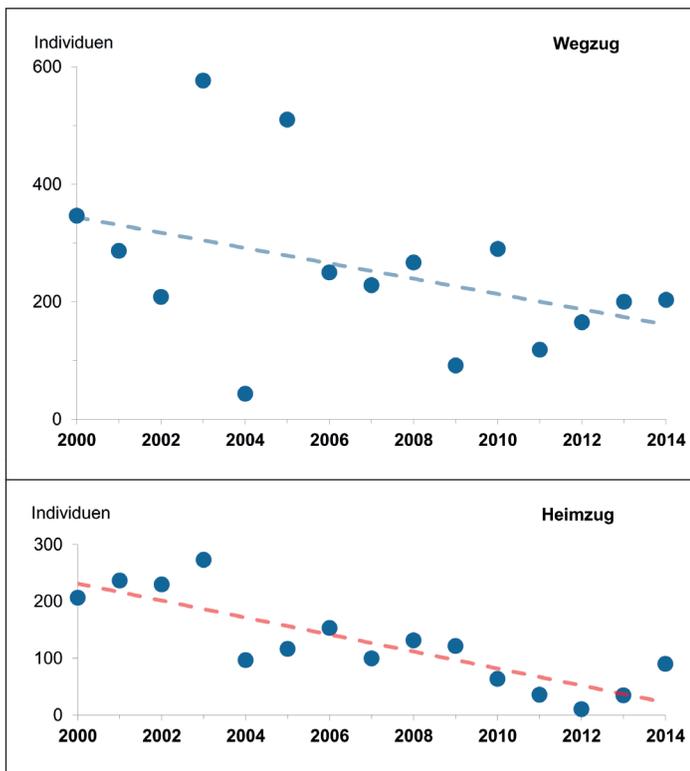


Abb. 17 Stärke des Weg- und Heimzuges auf der Basis der drei Maximalwerte je Zugperiode. In der Stärke des Heimzuges deutet sich über die Jahre hinweg ein negativer Trend an (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,7058$). Erläuterungen im Text.

den potentiellen Herkunftsgebieten zunehmend beobachtete Neigung zur Überwinterung vor Ort (z. B. BLOHM & HEISE 2008, SCHMIDT 2010) kommt in den vorliegenden Daten nicht zum Ausdruck. Auch deutet sich keine sinnngemäße Verschiebung der Medianwerte an (vgl. Abbildungen 3 und 4).

Kalte Winter und Frühjahre besitzen den größten Einfluss auf die Mortalität des Großen Abendseglers (z. B. MEISE 1951, HEISE 1992, HÄUSSLER & NAGEL 2003). Nach Untersuchungen einer uckermärkischen Population sterben nahezu 60% der selbständig gewordenen Jungtiere in diesem Zeitraum. Die Stärke des Heimzugs kann also Hinweise auf den Überwinterungserfolg geben. Unter dieser Annahme weisen die vorliegenden Daten auf eine wachsende Verlustrate in den Wintermonaten hin (Abbildung 17). Abgänge wurden in der darauf folgenden Fortpflanzungsperiode jedoch bislang regelmäßig kompensiert.

Im Untersuchungszeitraum waren fünf Winter um 0,8 bis 1,5 K kälter als im langjährigen Mittel, davon zwei (2002/03 und 2005/06) in der ersten und drei (2008/09 bis 2010/11) in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes. Alle übrigen zeichneten sich dagegen durch meist bedeutend über dem langjährigen Mittel liegende Temperaturen aus. Die meteorologischen Parameter können daher nicht allein das anhaltend rückläufige Erscheinen Großer Abendsegler auf dem Heimzug erklären. In Betracht zu ziehen sind auch vom Witterungsverlauf unabhängige Einwirkungen. Nach allen verfügbaren Erkenntnissen erfolgen Überwinterungen in Deutschland zu etwa gleich großen Anteilen in Baumhöhlen und hinter Fassaden bzw. in Hohlräumen hoher Gebäude. Der im Untersuchungszeitraum stetig gestiegene Holzeinschlag (insbesondere C-Qualität bzw. Brennholz) und die flächendeckende Umsetzung staatlich geförderter Wärmedämmung an bestehender Bausubstanz dürften für überwinternde Abendsegler nicht ohne Wirkung gewesen sein. Beide Sachverhalte unterliegen nicht a priori der Eingriffsbeurteilung bzw. artenschutzrechtlichen Prüfung nach Bundesnaturschutzgesetz. Nicht nur aus diesem Grunde sind Unkenntnis und Nichtbeachtung bedeutende Mortalitätsfaktoren.

Für die Kritik an der Zerstörung von Überwinterungsquartieren gibt es im Schrifttum weit zurückreichende Beispiele. Erwähnenswert sind zwei heute so nicht mehr denkbare Fälle, die aber im Grundsatz weiterhin Aktualität besitzen. So beklagte 1813 der Arzt und Zoologe JOHANN PHILIPP ACHILLES LEISLER: „Seit einigen Jahren wurden in den hiesigen Forsten [um Hanau] einige tausend alte Eichen [...] gefällt und da dies zu der Zeit geschah, da die Fledermäuse ihren Winterschlaf hielten; so befanden sich oft mehrere hundert in einem einzigen hohlen Aste, [...]“ (VON WILDUNGEN 1815). Mitte des 19. Jahrhunderts überwinterten in der Deutschhaus-Kaserne in Nürnberg so viele Große Abendsegler, dass sie von den Soldaten massenweise gesammelt, mit Schaufeln auf die Straße geworfen und dann weggefahren wurden (JÄCKEL 1860, KOLENATI 1860).

Die Ambivalenz des technischen Fortschritts bringt es mit sich, dass diese Fledermausart aufgrund ihres Flugverhaltens nun außerdem von Zehntausenden bestehenden und noch hinzu kommenden Windenergieanlagen bedroht ist. Die Tötung in Deutschland findet statt (DÜRR 2013, VOIGT et al. 2012, LEHNERT et al. 2014), ihr Umfang liegt mangels systematischer Untersuchungen oder Geheimhaltung von Funddaten aber im Dunkeln. Berechnungen zur Todesrate von Fledermäusen an nordamerikanischen WEA liefern orientierende Größenordnungen. Dort sind es jährlich 600.000 bis 888.000 (HAYES 2013, SMALLWOOD 2013).

Zusammenfassung

Zählungen und Beobachtungen flugaktiver Großer Abendsegler am Tagesende in den Jahren 2000 bis 2014 im Gebiet des Seeburger Beckens (südliches Niedersachsen) belegen ein alljährlich saisonales Auftreten zahlreicher Durchzügler.

In geringem Umfang finden Überwinterungen und Übersommerungen statt, sodass Nachweise in fast allen Monaten des Jahres möglich sind. Wochenstuben sind aus dem Untersuchungsgebiet jedoch nicht bekannt geworden.

Im Frühjahr (Heimzug) wird der Höhepunkt am 21. April (mittlerer Medianwert) und im Spätsommer/Frühherbst (Wegzug) am 21. September (mittlerer Medianwert) erreicht. Die Medianwerte der einzelnen Jahre streuen um 28 (Heimzug) bzw. 22 Tage (Wegzug). Eine gerichtete Verschiebung der Daten, die als Folge einer Klimaänderung gedeutet werden könnten, ist nicht erkennbar. In überdurchschnittlich wärmeren Frühlingsmonaten und nach milden Wintern setzt der Heimzug zeitiger ein (z. B. im Jahr 2014).

Große Abendsegler erschienen relativ zahlreich an sonnigen Tagen mit mehr als 15° C. In zweistelliger Anzahl flogen sie aber auch bei Temperaturen deutlich unter 10° C, leichtem Regen oder Windstärke 5-6 Beaufort (8-13,8 m/s). Die größten Flughöhen (>200 m über Grund) wurden zu Beginn des Beobachtungszeitfensters registriert. Bis zum Ende der Dämmerung sank die Flughöhe der meisten Individuen regelmäßig auf unter 50 m. Bei zahlreichem Erscheinen der Fledermäuse zeigte sich eine annähernd unimodale Verteilung mit einem Maximum kurz nach Sonnenuntergang. Mit fortschreitender Dämmerung suchten in beiden Zuperioden viele Große Abendsegler Ruhequartiere auf.

Das Flugverhalten ließ drei Grundtypen erkennen: (1) Ortsfester Flug zwecks Nahrungssuche, (2) Ortsveränderung verbunden mit Nahrungserwerb und (3) Streckenflug ohne Nahrungssuche. Übergangsformen waren regelmäßig zu beobachten. Größere Beutetiere wurden auf bekannte Weise in plötzlichen, wendigen Stoßflügen verfolgt. Kleininsekten aus Massendrift (z. B. Blattläuse) wurden in ruhigem, ortungsfreiem Geradeausflug schräg zur Luftströmung aus dieser herausgefiltert (sogenanntes „filter-feeding“).

Streckenflüge erfolgten im Frühjahr in nordöstliche bis östliche Richtungen und im Spätsommer/Frühherbst in südwestliche bis westliche Richtung.

Flugaktive Große Abendsegler wurden wiederholt von Baumfalken, weniger von Sperbern und Wanderfalken verfolgt und teilweise erbeutet.

Das relativ konzentrierte Erscheinen im Seeburger Becken ist Ausdruck artspezifischer Lebensraumpräferenzen und des Nahrungsangebotes. Die auf breiter Front weitgehend einzeln ziehenden Großen Abendsegler finden sich instinktiv zwecks Nahrungserwerb, Rast und Paarung ein und treffen hier zufällig aufeinander.

Der Heimzug vollzieht sich regelmäßig schwächer und zeitlich gestraffter als der meist mehrgipflige Wegzug. Nach den vorliegenden Ergebnissen erscheinen im Frühjahr bis zu 1.600 und im Spätsommer/Herbst bis zu 5.000 Große Abendsegler. Die Unterschiede resultieren aus Winterverlusten einerseits und Fortpflanzungserfolg andererseits. Die Mehrgipfligkeit des Wegzuges weist auf zeitlich versetzt ziehende Gruppen unterschiedlichen Alters oder Geschlechts hin.

Im Unterschied zum Heimzug schwankte der Umfang des Wegzuges von Jahr zu Jahr erheblich. Spitzenwerte in den Jahren 2003 und 2005 könnten Ausdruck eines witterungsbedingt hohen Fortpflanzungserfolges sein. Ein signifikanter Trend der Wegzugstärke ist im Untersuchungszeitraum bisher nicht erkennbar.

Dagegen weisen die Zahlen des Heimzuges auf eine wachsende Verlustrate hin, die nicht allein mit besonders kalten Wintermonaten zu erklären ist. Als weitere Mortalitätsfaktoren kommen insbesondere steigender Holzeinschlag und flächendeckende Umsetzung staatlich geförderter Wärmedämmmaßnahmen an bestehender Bausubstanz in Betracht. Der stark forcierte Ausbau der Windkraft wird in Zukunft wachsenden Einfluss auf die Sterblichkeitsrate Großer Abendsegler gewinnen.

Summary

Counts and observations of flying Common noctules at the end of the day in the area of the “Seeburger basin” (southern Lower Saxony) prove a yearly seasonal occurrence of numerous migrants. To a lesser extent wintering and staying in summer take place, so one can see Common noctules nearly in all months of the year. Maternity places do not known from the study area.

Migration culminates in most years in second half of April (mean median-value of 15 years: 21 April) and in second half of September (mean median-value 21 September). The median values scatter around 28 days in spring (migration towards nursing areas) and 22 days in fall (migration towards wintering areas). The long term data do not show a clearly forward shift which could be interpreted as a consequence of climate change. Nevertheless, in clearly warmer spring months and after mild winter spring migration starts earlier (e.g. in 2014).

Common noctules appeared relatively numerous on sunny days with more than 15° C. However they flew even at temperatures well below 10° C, light rain or wind force 5-6 Beaufort (8 to 13.8 m/s). The greatest flight altitudes (>200 m above ground) were recorded at the beginning of the observation time window. By the end of twilight, the flying height of most individuals regularly dropped to below 50 m. On days with high flight activity the Common noctules appeared in an approximately unimodal distribution with a maximum shortly after sunset. Towards the end of dusk, most Common noctules disappeared in roosting-quarters in both migration periods.

The diurnal flight behaviour revealed three basic types: (1) Stationary flight for the purpose of foraging, (2) change of location associated with foraging, and (3) distance flight without foraging. Transitional forms observed regularly. Larger prey was persecuted in a known manner in sudden, agile shock flights. Small insects out of mass drift (e.g. aphids) were caught without echolocating in a calm, straight flight at an acute angle to the airflow ("filter-feeding"). Distance flights with directions northeast to east were made in spring and to southwest to west in late summer/early fall.

Flying Common noctules were hunted and often caught by Eurasian Hobbies less Eurasian Sparrowhawks and Peregrine Falcons.

The occurrence of Common noctules in the landscape "Seeburger basin" is a result of species-specific habitat preferences and food availability. Common noctules migrate individually on broad front. They find instinctively habitats of foraging, roosting and mating and meet here by accident each other.

Spring migration takes place usually weaker and more concentrated than the usually multimodal fall migration. According to the present results in spring up to 1600 and in the late summer/fall up to 5000 Common noctules appear. The differences result from winter losses on the one hand, and reproductive success on the other hand. The multimodal pattern of fall migration indicates time-delayed withdrawing groups of different age or sex.

In contrast to spring migration, the extent of fall migration varied from year to year considerably. Peak values in the years 2003 and 2005 could be a result of weather-related high reproductive success. A significant trend of fall migration strength is yet to be discerned.

The numbers of spring migration indicate a growing rate of loss that cannot be explained solely with particularly cold winter months. Additional mortality factors have to be taken into account especially increasing logging, and widespread implementation state-subsidized thermal insulation measures on existing buildings. The greatly accelerated expansion of wind turbines is gaining increasing influence on Common noctule mortality in the future.

Dank

Herrn Bernd Ohlendorf (Stolberg, Harz) danke ich für konstruktive Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Mit seiner Hilfe gelang es mir hoffentlich, missverständliche Darstellungen auszuräumen und jene Fragen in den Vordergrund zu rücken, die zu verstärkten bzw. auszuweitenden Untersuchungen anregen sollen.

Literatur

- AHLÉN, I., BAAGØE, H. J. & L. BACH (2009): Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. – *Journal of Mammalogy* 90, 1318-1323.
- AHLÉN, I., BACH, L., BAAGØE, H. J. & J. PETERSON (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Vindval Report 5571, Stockholm.
- Anonymus (2010): Vollzugshinweise zum Schutz von Säugetierarten in Niedersachsen. Teil 3: Säugetierarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – Niedersächsische Strategie zum Arten und Biotopschutz. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz – NLWKN, Hannover, 13 S. <http://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/50221>
- BAUER, K. (1955): Fledermaus-Massenzug bei Neusiedl (Burgenland). – *Säugetierkundl. Mitt.* 3, 154-156.
- BELL, J. R., ARALIMARAD, P., LIM, K.-S. & J. W. CHAPMAN (2013): Predicting insect migration density and speed in the daytime convective boundary layer. – *PLOS One* 8 (1), e54202.
- BLASIUS, J. H. (1857): Fauna der Wirbelthiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. Erster Band Säugethiere. Naturgeschichte der Säugethiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. – Braunschweig, 549 S.
- BLOHM, T. & G. HEISE (2008): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). – In: TEUBNER, Je., TEUBNER, Ja., DOLCH, D. & G. HEISE (Hrsg.): Säugetierfauna des Landes Brandenburg – Teil I: Fledermäuse. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 17, 153-160.
- BOSHAMER, J. P. C. & J. P. BEKKER (2008): Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. – *Lutra* 51, 17-36.
- CHAPMAN, J. W., REYNOLDS, D. R. & A. D. SMITH (2003): Vertical-looking radar: A new tool for monitoring high-altitude insect migration. – *Bioscience* 53, 503-511.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O. & D. NILL (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas. – Stuttgart, 399 S.
- DIETZ, M. & M. SIMON (2006): Artensteckbrief Großer Abendsegler *Nyctalus noctula*. Stand 2006. Hessen-Forst FENA, Gießen. 8 S. - <http://www.hessen-forst.de/naturschutz-artenschutz-steckbriefe,-gutachten-und-hilfskonzepte-zu-ffh-arten-2294.html>.

- DÜRR, T. (2013): Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand 25. September 2013. http://www.lugv.brandenburg.de/media_fast/4055/wka_fmaus_eu.xls
- FABRICIUS, G. [1569]: *Rerum Misnicarum Libri VII Electorum saxoniae Lib. I. Marchionum Misnensium Lib. I. Annalium Urbis Misniae Lib. III. Sifridi Misnensis Presbyteris Epitomes Lib. II.* Lipsiae. 352 S. u. Index
- FURMANKIEWICZ, J. & M. KUCHARSKA (2009): Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. – *Journal of Mammalogy* 90, 1310-1317.
- GAUCKLER, A. & A. KRAUS (1966): Winterbeobachtungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774). – *Säugetierkundl. Mitt.* 14, 22-27.
- GEBHARD, J. & A. BECK (1994): Tagflug des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) im Herbst in der Region Basel. – *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 59, Sonderheft, 14.
- GEBHARD, J. & W. BOGDANOWICZ (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) - Großer Abendsegler. - In: KRAPP, F. (Hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*, Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Wiebelsheim, S. 607-694.
- GERGES, M., ZEUS, V., ZAHN, A. & G. REITER (2010): Hotspots of bat migration at lentic and lotic waters. - In: HORÁČEK, I. & P. BENDA (Eds): 15th International Bat Research Conference Prague, 23-27 Aug 2010 – The conference Manual (Volume of abstracts). p. 147.
- GESSNER, B. (2011): Fledermaus-Handbuch LBM - Entwicklung methodischer Standards zur Erfassung von Fledermäusen im Rahmen von Straßenprojekten in Rheinland-Pfalz. Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz, Koblenz. 160 S.
- GUKASOVA, A., VLASCHENKO, A., KOSENKOV, G. & K. KRAVCHENKO (2011): Fauna and structure of bat (Chiroptera) assemblage of the National Park „Smolensk Lakeland“, Western Russia. – *Acta Zoologica Lituonica* 21, 173-189.
- HÄUSSLER, U. & A. NAGEL (2003): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). – In: BRAUN, M. & F. DIETERLEIN (Hrsg.): *Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Fledermäuse (Chiroptera)*. – Stuttgart, 591-622.
- HAYES, M. A. (2013): Bat killed in large numbers at United States Wind energy facilities. – *BioScience* 63, 975-979.
- HECKENROTH, H., POTT, B. & S. WIELERT (1988): Zur Verbreitung der Fledermäuse in Niedersachsen von 1976 bis 1986 mit Statusangaben ab 1981. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 17, 5-32.
- HEISE, G. (1992): Ergebnisse populationsökologischer Untersuchungen am Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). – Dissertation, Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 72 S.
- HEISE, G. & T. BLOHM (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). *Nyctalus* (N. F.) 9, 249-258.
- HILDENHAGEN, D. & K. VOWINKEL (1986): Ergebnisse systematischer Flugbeobachtungen von Fledermäusen (Chiroptera) in der Stadt Göttingen im Sommerhalbjahr 1983. – *Mitteilungen Flora und Fauna Süd-Niedersachsen* 8, 31-46.
- HINKEL, A. (2008): Aus der Stadtchronik in Meißen (Sachsen): Eine bemerkenswerte Fledermaus-Tageszugnotiz vom Oktober 1554. – *Nyctalus* (N. F.) 13, 22-29.
- HMUELV/HMWVL - Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2012): Leitfaden - Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. Broschüre. http://www.landesplanung-hessen.de/wp-content/uploads/2012/12/WKA-Leitfaden_final.pdf
- HÖVERMANN, J. (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 99 Göttingen. *Geographische Landesaufnahme 1: 200000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands*. Herausgegeben vom Institut für Landeskunde. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. Bad Godesberg, 35 S.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, T. C. & L. RODRIGUES (2005): Bat Migrations in Europe. A Review of Banding Data and Literature. – *Naturschutz u. Biologische Vielfalt* 28, 1-162.
- JÄCKEL, A. J. (1860): Die bayerischen Chiroptern. Ein Beitrag zur Kenntniss der Lebensweise und der geographischen Verbreitung der deutschen Fledermäuse. – *Abhandlungen des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg* 8, 1-110.
- KLAWITTER, J. (1973): Beobachtungen an Fledermäusen auf Westberliner Müllkippen. – *Berliner Naturschutzblätter* 17, 640-651.
- KLAWITTER, J. & H. VIERHAUS (1975): Feldkennzeichen fliegender Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber 1774) und Breitflügel-Fledermäuse, *Eptesicus serotinus* (Schreber 1774). – *Säugetierkundl. Mitt.* 23, 212-222.
- KOLENATI, F. A. (1860): *Monographie der europäischen Chiropteren*. Jahresheft der Naturwissenschaftlichen Section der K. K. Mährisch-Schlesischen Gesellschaft für Ackerbau, Natur und Landeskunde, Brünn 1859, 1–156.
- KUHL, H. (1819): Die deutschen Fledermäuse. – *Annalen der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde* 4, 11-49 u. 185-215.
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIERMANN, I. & C. VOIGT (2014): Wind farm facilities in Germany kill Noctule Bats from near and far. – *PLoS ONE* 9(8), e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106, p. 1-8.

- LÖHRL, H. (1955): Ziehende Fledermäuse. – Säugetierkundl. Mitt. 3, 128.
- MEINEKE, T. (2013): Fledermäuse über dem Brocken im Harz. – *Nyctalus* (N. F.) 17 (2012), 338-352.
- MEISE, W. (1951): Der Abendsegler. – Die neue Brehm-Bücherei, Leipzig.
- OPPLIGER, J. (2004): La migration des chiroptères aux cols de Jaman et de Bretolet. – *Bulletins de la Société des Enseignants Neuchâtel* 27, 1-27.
- PERRIN, L. P. A. (1988): Zur Biologie des Abendseglers *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) in der Regio Basiliensis. – Inauguraldissertation, Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Basel, 157 S.
- RACKOW, W. & S. MAY (2001): Zur Situation des Abendseglers *Nyctalus noctula* und ein ungewöhnlicher Schlafplatz im Landkreis Osterode am Harz. – Mitt. der Arbeitsgemeinschaft Zoologische Heimatforschung Niedersachsen 7, 43-46.
- RANDLER, C. (2001): Ziehen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) bei Tag? – *Nyctalus* (N. F.) 7, 643-645.
- REICHHOLF, J. (1976): Ein Zugstau (?) beim Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), im Spätherbst 1974. – Säugetierkundl. Mitt. 24, 80.
- ROER, H. (1977): Über Herbstwanderungen und Zeitpunkt des Aufsuchens der Überwinterungsquartiere beim Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), in Mitteleuropa. – Säugetierkundl. Mitt. 25, 225-228.
- ROSS, A. (1967): Ecological aspects of the food habits of insectivorous bats. – *Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology* 1, 205-264.
- SAUERBIER, W., RÖSE, N., HÖRNING, L. & D. PETRAT (2010): Geheimnisse der Nacht – Verbreitung der Fledermäuse (Chiroptera) in der Kyffhäuserregion, Schutzstrategien und Öffentlichkeitsarbeit. – Landratsamt Kyffhäuserkreises und Schlossmuseum Sondershausen. Sondershausen. 76 S.
- SCHMIDT, A. (1988): Beobachtungen zur Lebensweise des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), im Süden des Bezirkes Frankfurt/O. – *Nyctalus* (N. F.) 2, 389-422.
- SCHMIDT, A. (2010): Zum Überwinterungsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg. – *Nyctalus* (N. F.) 15, 223-234.
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1998): Die Fledermäuse Europas: kennen – bestimmen – schützen. 2. Aufl. – Stuttgart.
- SCHORCHT, W. (2013): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). – In: TRESS, J., BIEDERMANN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, C., TRESS, C. & K.-P. WELSCH: Die Fledermäuse in Thüringen. 2. Aufl. – Naturschutzreport 27, 374-386.
- SCHULENBURG, J. (2007): Beobachtungen zum Massenzug des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ostsachsen. – Mitt. für sächsische Säugetierfreunde 2007, 46-48.
- SKIBA, R. (1990): Zur Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilsoni* (Keyserling & Blasius, 1839), im Schwarzwald der Bundesrepublik Deutschland. – *Myotis* 28, 59-66.
- SKIBA, R. (2011): Fledermäuse in Südwest-Jütland und deren Gefährdung an Offshore-Windenergieanlagen bei Herbstwanderungen über der Nordsee. – *Nyctalus* (N. F.) 16, 33-44.
- SMALLWOOD, K. S. (2013): Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. – *Wildlife Society Bulletin* 37, 19-33.
- SPEAKMAN, J. R. (1991): Why do insectivorous bats in Britain not fly in daylight more frequently? – *Functional Ecology* 5, 518-524.
- SPITZENBERGER, F. (2000): Beiträge zur Kenntnis der Fledermausfauna (Chiroptera) Voralbergs. – *Voralberger Naturschau* 8, 9-24.
- STRELKOV, P. P. (1999a): Correlation of sexes in adult individuals of migratory bat species (Chiroptera, Vespertilionidae) from Eastern Europe and adjacent territories [Russian]. – *Zoologicheskii Zhurnal* 78, 1441-1454.
- STRELKOV, P. P. (1999b): Seasonal distribution of migratory bat species (Chiroptera, Vespertilionidae) in eastern Europe and adjacent territories. – *Myotis* 37, 7-25.
- TAAKE, K.-H. (1996): Beutetiere westfälischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Myotis* 34, 121-122.
- THEUNERT, R. (2008): Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten. – Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung – Teil A: Wirbeltiere, Pflanzen und Pilze. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 28, 69-141.
- TRESS, J., BIEDERMANN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, C., TRESS, C. & K.-P. WELSCH (2013): Die Fledermäuse in Thüringen. 2. Aufl. – Naturschutzreport 27.
- VIERHAUS, H. (1997): Zur Entwicklung der Fledermausbestände Westfalens – eine Übersicht. – *Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde* 59, 11-24.
- VIERHAUS, H. & J. KLAWITTER (1978): Zur Feldbestimmung westfälischer Fledermäuse. – *Natur und Landschaftskunde Westfalen* 14 (3), 86-92.
- VIERHAUS, H. & J. KLAWITTER (1988): Bestimmungsschlüssel für fliegende Fledermäuse (Anwendungsgebiet: Nördliches Deutschland). – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 17, 49-50.
- VLASCHENKO, A. (1999): Record of hibernated *Nyctalus noctula* in Kharkov [russ.]. – *Vestnik Zoologii* 33, 76.
- VOIGT, C. C., POPA-LISSEANU, A. G., NIERMANN, I. & S. KRAMER-SCHADT (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. – *Biological Conservation* 153, 80-86.

- VOLLMER, A. & B. OHLENDORF (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) – Großer Abendsegler. – In: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Die Tier- und Pflanzenarten nach Anhang IV der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie im Land Sachsen-Anhalt. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 41, Sonderheft, 91-93.
- VON WILDUNGEN, L. C. E. H. F. (1815): Schutz und Ehre den Fledermäusen! – In: VON WILDUNGEN, L. C. E. H. F.: Weidmanns Feierabende: ein neues Handbuch für Jäger und Jagdfreunde. Band 1, 86-88.
- WALTER, G., MATTHES, H. & M. JOOST (2007): Fledermauszug über Nord- und Ostsee. Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zugeschehen. – *Nyctalus* (N. F.) 12, 221-233.
- WEID, R. (2002): Untersuchungen zum Wanderverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Deutschland. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71, 233-257.
- WHITE, G. (1789): The natural history and antiquities of Selborne, in the county of Southampton. T. Bensley London. 468 S.
- ZÖPHEL, U. & A. HOCHREIN (2009): Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). – In: HAUER, S., ANSORGE, H. & U. ZÖPHEL: Atlas der Säugetiere Sachsens. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden, 165-169.

Dr. THOMAS MEINEKE
Kirchtal 29
D - 37136 Ebergötzen
www.ubs-meineke.de