

**Populationsökologische Untersuchungen am Abendsegler
Nyctalus noctula (Schreber, 1774) in der Uckermark,
Nordostbrandenburg**

Von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zur Erlangung des Grades und Titels eines

Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
angenommene Dissertation

von Herrn Torsten Blohm
geboren am 13.11.1974 in Prenzlau

Gutachter Prof. Dr. Rainer Buchwald
Zweitgutachter Prof. Dr. Michael Stubbe

Tag der Disputation 20.12.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1. Einleitung	1
2. Untersuchungsgebiet	3
2.1 Gesamtgebiet	3
2.2 „Abendseglerwälder“	4
2.2.1 Carnzower Wald.....	5
2.2.2 Melzower Forst	5
2.2.3 Kiecker	6
3. Material und Methoden	6
3.1 Allgemeine Methodik.....	6
3.2 Ansiedlungsverhalten, Ortstreue und Alter uckermärkischer Abendseglermännchen	6
3.3 Zur Körpergröße adulter uckermärkischer Abendsegler	7
3.4 Entwicklung, Phänologie und Quartiernutzung einer Wochenstubengesellschaft des Abendseglers in der Uckermark	8
3.5 Statistik	9
4. Ergebnisse und Diskussion.....	10
4.1 Ansiedlungsverhalten, Ortstreue und Alter uckermärkischer Abendseglermännchen ...	10
4.1.1 Einleitung und Fragestellung	10
4.1.2 Ergebnisse	11
4.1.2.1 Ansiedlungsverhalten juvenil markierter Männchen	11
Fernansiedler	12
Geburtsortansiedler	13
4.1.2.2 Ortstreue adult beringter Männchen.....	17
4.1.2.3 Alter.....	19
4.1.3 Diskussion	20
4.1.3.1 Ansiedlungsverhalten und Ortstreue	20
Methodenkritik	20
Zunahme der Rückkehrer/Änderung des Geschlechterverhältnisses im Wochenstubengebiet/Zugverhalten/Mobilität	21
Ansiedlungsverhalten und Ortstreue	23
4.1.3.2 Alter.....	25
4.1.4 Zusammenfassung	26
4.1.5 Summary	26

4.2	Zur Körpergröße adulter uckermärkischer Abendsegler	30
4.2.1	Einleitung und Fragestellung	30
4.2.2	Ergebnisse	31
4.2.2.1	Maße von Unterarm und 5. Finger	31
4.2.2.2	Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Geburtsjahrgänge	34
4.2.2.3	Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Wochenstubengesellschaften.....	38
4.2.2.4	Veränderung der Flügelproportionen zwischen 1996 und 2006	39
4.2.3	Diskussion	41
4.2.3.1	Maße von Unterarm und 5. Finger	41
4.2.3.2	Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Geburtsjahrgänge	42
4.2.3.3	Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Wochenstubengesellschaften.....	48
4.2.3.4	Veränderung der Flügelproportionen zwischen 1996 und 2006	53
4.2.4	Zusammenfassung	55
4.2.5	Summary	55
4.3	Entwicklung, Phänologie und Quartiernutzung einer Wochenstubengesellschaft des Abendseglers in der Uckermark	57
4.3.1	Einleitung und Fragestellung	57
4.3.2	Ergebnisse	58
4.3.2.1	Bestandsentwicklung der Wochenstubengesellschaft Carmzower Wald.....	58
4.3.2.2	Phänologie	59
4.3.2.3	Quartiernutzung.....	62
4.3.2.4	Reproduktionsgeschehen.....	65
	Geschlechteranteil und Gruppenzusammensetzung im Jahresverlauf	65
	Paarungen	66
	Geburten	69
4.3.3	Diskussion	71
4.3.3.1	Bestandsentwicklung der Wochenstubengesellschaft Carmzower Wald.....	72
4.3.3.2	Phänologie	74
4.3.3.3	Quartiernutzung.....	75
4.3.3.4	Reproduktionsgeschehen.....	78
	Geschlechteranteil und Gruppenzusammensetzung im Jahresverlauf	78
	Paarungen	79
	Geburten	81
4.3.4	Zusammenfassung	84
4.3.5	Summary	85

5. Naturschutzfachliche Schlussfolgerungen	87
5.1 Reduzierung von Schlagopfern an Windkraftanlagen im Wochenstubegebiet	88
5.2 Einsatz von Fledermauskästen als bestandsstützende Maßnahme	95
5.3 Bestandserfassung / Monitoring	99
6. Synopse	107
7. Literaturverzeichnis	110
8. Dank	126
9. Lebenslauf	128
10. Erklärung	129

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Wälder mit Wochenstubengesellschaften im Altkreis Prenzlau.....	5
Abbildung 2	Bestand an Fledermauskästen und an Abendsegler-Wochenstubenkästen (WS-Kästen) im Carmzower Wald (Zeitraum 1989 bis 2019).	8
Abbildung 3	Fernansiedlungen in der Uckermark geborener Männchen.....	12
Abbildung 4	Entfernungen von Wiederfunden von 34 im Geburtsjahr beringten Männchen....	13
Abbildung 5	In Folgejahren am Geburtsort kontrollierte Männchen der Geburtsjahrgänge 1990 bis 2005.....	14
Abbildung 6	Anteil der Männchen am Alttierbestand im Zeitraum 1990 bis 2005.	15
Abbildung 7	In Folgejahren am Geburtsort Carmzower Wald kontrollierte Männchen der Geburtsjahrgänge 1996 bis 2006.	16
Abbildung 8	Nachweise von 1996 bis 2006 im Carmzower Wald adult beringten Männchen..	18
Abbildung 9	Alter von 42 in ihre Geburtswochenstube Carmzower Wald zurückgekehrter Männchen.	19
Abbildung 10	Mindestalter von 61 im Carmzower Wald adult beringten Männchen.....	20
Abbildung 11	Verteilung der Unterarm-Maße adulter uckermärkischer Männchen.....	32
Abbildung 12	Verteilung der Maße der 5. Finger adulter uckermärkischer Männchen.....	32
Abbildung 13	Verteilung der Unterarm-Maße adulter uckermärkischer Weibchen.	33
Abbildung 14	Verteilung der Maße der 5. Finger adulter uckermärkischer Weibchen.	33
Abbildung 15	Korrelation der Längen von Unterarm und 5. Finger zwischen 1996 und 2006 geborener uckermärkischer Weibchen.	34
Abbildung 16	Mittelwertabweichungen von Unterarm und 5. Finger zwischen 1996 und 2006 geborener uckermärkischer Weibchen.	35
Abbildung 17	Mittelwertabweichungen des Unterarms zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen sowie Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli.	36
Abbildung 18	Abweichungen der Unterarm-Längen zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen in Abhängigkeit von den Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und den Mittelwertabweichungen der Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli.	36
Abbildung 19	Mittelwertabweichungen des 5. Fingers zwischen 1996 und 2006 geborener Abendseglerweibchen sowie Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli.	37
Abbildung 20	Abweichungen der Länge des 5. Fingers zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen in Abhängigkeit von den Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und den Mittelwertabweichungen der Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli.	37
Abbildung 21	Mittelwerte der Unterarm-Längen weiblicher Abendsegler aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften zwischen 1996 und 2006.....	39

Abbildung 22 Mittelwerte der Längen der 5. Finger weiblicher Abendsegler aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften.....	39
Abbildung 23 Differenzen zwischen 5. Finger und Unterarm weiblicher Abendsegler aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften zwischen 1996 und 2006.....	40
Abbildung 24 Monatsgang der Temperatur im Juli 2017 im Carmzower Wald und im Kiecker.	52
Abbildung 25 Bestandsentwicklung Carmzower Wald zwischen 1992 und 2019.....	58
Abbildung 26 Anteil adulter Männchen, Weibchen und Jungtiere am Gesamtbestand.	59
Abbildung 27 Jahresperiodik des Bestandes.	60
Abbildung 28 Erstankünfte im Zeitraum 1994 bis 2019.	61
Abbildung 29 Letztbeobachtungen im Zeitraum 1993 bis 2019.	62
Abbildung 30 Bestand und Anzahl besetzter Quartiere im Jahr 2019.....	62
Abbildung 31 Mittlere Besatzzahlen pro Quartier im Jahr 2019.....	63
Abbildung 32 Geschlechteranteil unter den bei Bodenkontrollen erkennbaren Tieren im Jahre 2019.	65
Abbildung 33 Maximalzahl adulter Männchen im Frühsommer sowie maximale Anzahl im Spätsommer/Herbst registrierter Paarungsgruppen und solitärer Männchen.	67
Abbildung 34 Weibchen pro Paarungsgruppe.....	68
Abbildung 35 Nutzung von 43 von adulten Männchen besetzten Quartieren im Zeitraum 1997 bis 2019.....	69
Abbildung 36 Geburtenbeginn im Zeitraum 1997 bis 2019.....	70
Abbildung 37 15jährige Bestandssimulation einer Abendseglergesellschaft bei unterschiedlichen Mortalitätsraten.....	90
Abbildung 38 Wochenstubenkasten für Abendsegler aus Holz.	97
Abbildung 39 Wochenstubenkasten für Abendsegler FSK-TB-AS aus Holzbeton.	98

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Gesamtflächenverteilung des Altkreises Prenzlau.....	4
Tabelle 2	Klimadaten für das Gebiet des Altkreises Prenzlau.....	4
Tabelle 3	Messungen adulter Abendsegler in der Uckermark (1970-2007).....	7
Tabelle 4	Wiederfunde juvenil markierter Männchen.	11
Tabelle 5	Wiederfunde adult markierter Männchen.	17
Tabelle 6	Fernfunde im Geburtsjahr in der Uckermark beringter Männchen.....	28
Tabelle 7	Maße von Unterarm und 5. Finger zwischen 1987 und 2006 vermessener Abendsegler.	31
Tabelle 8	Körpergröße zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen.	35
Tabelle 9	Maße der Unterarme und 5. Finger von Weibchen der Geburtsjahrgänge 1996 bis 2006 aus den drei Gesellschaften.	38
Tabelle 10	Variation der Längen von Unterarm und 5. Finger adulter Abendsegler aus Europa.	43
Tabelle 11	Mittelwerte der Temperatur im Carmzower Wald und im Kiecker im Juni und Juli 2017 sowie im Juni und Juli 2018.....	51
Tabelle 12	Einfluss klein- und regionalklimatischer Unterschiede auf die Körpergröße uckermärkischer Weibchen.....	52
Tabelle 13	Nutzung der Quartiere im Jahr 2019.....	64
Tabelle 14	Anforderungen Abendsegler-Wochenstubenkasten (Selbstbau).	97
Tabelle 15	Abendseglerdichten der Gesellschaft Carmzower Wald für das Jahr 2019.....	99
Tabelle 16	Anforderungen an ein Monitoring auf Basis von Kastenkontrollen (Standardprogramm / Intensivprogramm).	105
Tabelle 17	Aufwand für Begründung, Wartung und Kontrolle eines Kastenreviers.....	106

Abkürzungsverzeichnis

5.F.	5. Finger
Abb.	Abbildung
ad.	adult
Ber.	Beringungen
BfN	Bundesamt für Naturschutz
bzw.	beziehungsweise
CW	Carmzower Wald
et al.	et alii (und andere)
Ex.	Exemplare
ha	Hektar
Ind.	Individuum, Individuen
juv.	juvenil
K	Kelvin
KI	Kiecker (Waldgebiet)
km	Kilometer
l	Liter
m	Meter
max.	maximal
MF	Melzower Forst
min.	minimal
mm	Millimeter
MTBQ	Messtischblattquadrant
N	Norden, nördlich
NN	Normalnull
S	Süden, südlich
Tab.	Tabelle
O	Osten, östlich
Pkw	Personenkraftwagen
UA	Unterarm
vgl.	vergleiche
vs.	versus
W	Westen, westlich
Wf	Wiederfunde
WKA	Windkraftanlage

1. Einleitung

Der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) ist mit einer Kopf-Rumpf-Länge um 80 mm, einer Spannweite von etwa 350 mm, einer Unterarmlänge von etwa 54 mm und einem Gewicht um die 30 g die zweitgrößte Fledermausart Deutschlands (DIETZ et al. 2016b).

Die Flügel sind lang und schmal. Körpernahe Flughäute und Unterarme sind unterseits von einem kurzen Haarflaum bedeckt. Das Sommerfell der Alttiere ist oberseits rehbraun mit leichtem Glanz, unterseits hellbraun. Männchen und nicht reproduzierende Weibchen tragen bereits im Juli das dunkelbraune, glänzende Winterfell, bei laktierenden Weibchen beginnt der Fellwechsel erst zur Monatsmitte. Das Fell der Jungen ähnelt dem der Adulten, glänzt aber weniger (BLOHM & HEISE 2008).

Wie alle heimischen Fledermausarten orientieren sich Abendsegler mit Hilfe der Ultraschallortung. Dabei wechselt die Hauptfrequenz in charakteristischer Weise zwischen hohen „plipp-Rufen“ (22-26 kHz) und niedrigen „plopp-Rufen“ (17-21 kHz). Neben den Ultraschalllauten nutzen Abendsegler auch Soziallaute im für den Menschen hörbaren Frequenzbereich. Diese Sozialrufe („Zwitschern“) sind ungewöhnlich laut, so dass besetzte Quartiere unter günstigen Bedingungen noch aus größeren Entfernungen festgestellt werden können (SKIBA 2003).

Mit Ausnahme Irlands, Nordschottlands und großer Teile Skandinaviens besiedelt der Abendsegler ganz Europa und darüber hinaus weite Teile Asiens und Nordafrikas (GRIMMBERGER et al. 2009). In Deutschland kommt er flächendeckend vor. Während die Reproduktionsgebiete hauptsächlich rechtselbisch, in den nordöstlichen Bundesländern, liegen, konzentrieren sich die Überwinterungsgebiete auf die südwestlichen Landesteile (BOYE & DIETZ 2004).

Nordostdeutsche Abendsegler sind grundsätzlich Fernzieher und wandern oft mehrere hundert Kilometer zwischen Sommer- und Wintergebieten. Innerhalb der letzten 20 Jahre zeigte sich jedoch eine Tendenz zur Verkürzung der Zugstrecken (bis hin zum Nichtzieher) und zu einer größeren Variabilität bei der Abzugrichtung (HEISE & BLOHM 2004).

Abendsegler jagen opportunistisch unter schnellen und weiten Ortswechseln in insektenreichen Gebieten, bevorzugt an eutrophen Flachgewässern, über großen Seen, Grünland und ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen sowie auf Freiflächen im Wald. Dabei schöpfen sie lokal, kurzzeitig und saisonal ergiebige Nahrungsquellen effektiv ab. Mücken (insbesondere die Familien Chironomidae, Culicidae, Tipulidae und Psychodidae), mittelgroße und kleine Käfer sowie Schmetterlinge stellen in wechselnden Anteilen die wichtigsten Beutetiergruppen (BLOHM & HEISE 2008).

Mit einem Durchschnittsalter von 2,2 Jahren ist der Abendsegler die vermutlich kurzlebigste Fledermausart Mitteleuropas. Die Wochenstubengesellschaften bestehen zu etwa 83 % aus ein- bis dreijährigen Weibchen, auf die vier- bis sechsjährigen entfallen etwa 15 % und auf die sieben- bis zehnjährigen etwa 2 %. Noch ältere Tiere sind sehr selten (HEISE & BLOHM 2003).

Die Weibchen gebären regelmäßig ab dem Alter von einem Jahr 1 bis 2 Jungtiere. Sie finden sich dazu in großvolumigen Wochenstubenquartieren zusammen – bevorzugt in nach oben ausgefaulten Spechthöhlen, größeren Fäulnishöhlen oder Fledermauskästen, zunehmend aber auch an Gebäuden (DIETZ et al. 2016b).

Adulte Männchen verbringen die Wochenstubenzeit, einzeln oder in Gruppen, getrennt von den Weibchen. Später im Jahr besetzen sie Paarungsquartiere, verteidigen diese gegen Geschlechtsgenossen und paaren sich dort mit den Weibchen (GEBHARD 1997).

Die Überwinterungsgesellschaften bestehen aus Männchen und Weibchen und besiedeln große Höhlen in Starkbäumen, Felsspalten und Gebäuden sowie Fledermausüberwinterungskästen (DIETZ et al. 2016b).

Feldökologische Forschungen sind heute häufig von Projektförderungen abhängig. Da diese grundsätzlich nur für relativ kurze Zeiträume und möglichst abgeschlossene Forschungsfragen gewährt werden, sind langfristige populationsökologische Studien selten. Dies gilt besonders für langlebige Organismengruppen wie Fledermäuse, deren Lebensalter das Zehnfache eines üblichen Förderzeitraums erreichen kann.

Die nächtliche Lebensweise der Fledermäuse erschwert langfristige Untersuchungen zusätzlich. Zwar gelingt es durch technische Hilfsmittel zunehmend, Licht in die nächtlichen Aktivitäten der Tiere zu bringen. So führte die zunehmende Miniaturisierung von Sendern, teilweise in Kombination mit automatischen Empfangseinheiten, zu einem enormen Wissenszuwachs hinsichtlich der Raumnutzung (ROELEKE et al. 2020). Gleichwohl ist es trotz aller Fortschritte bis heute nicht möglich, einzelne Tiere über längere Zeiträume und große Gebiete zu verfolgen. Daher kommt der in den 1930er Jahren von Dr. MARTIN EISENTRAUT entwickelten Methode der wissenschaftlichen Fledermausberingung (EISENTRAUT 1937) gerade für Langzeitstudien auch heute noch eine große Bedeutung zu.

Die Abendseglerforschung im Altkreis Prenzlau wurde in den 1970er Jahren durch Dr. GÜNTER HEISE begründet. Seither wurden mehr als 27.000 Tiere beringt, die etwa 24.000 Wiederfunde erbrachten, überwiegend in der Uckermark (HEISE & BLOHM unpubl.).

Neben faunistischen Arbeiten stand zunächst das Zugverhalten im Mittelpunkt des Interesses (HEISE & SCHMIDT 1979). Schon bald dokumentierten Fernfunde aus dem Südwesten Deutschlands, aus der Schweiz und aus Nordfrankreich die beachtlichen Zugleistungen der Art.

Nachdem sich in den 1980er Jahren – weltweit erstmals – Fortpflanzungsgesellschaften in Fledermauskästen im Melzower Forst, kurz darauf auch in weiteren uckermärkischen Wäldern etablierten (HEISE 1985a), begannen systematische reproduktionsbiologische Untersuchungen. Unter anderem werden seitdem alljährlich die Größe und der Reproduktionserfolg mehrerer Gesellschaften (HEISE et al. 2003), die Reproduktionsbeteiligung der Weibchen, das Geschlechterverhältnis der Jungtiere und die Rückkehraten an den Geburtsort ermittelt (HEISE 1999). Die Besiedlung von Fledermauskästen ermöglichte es zudem, die Jungtierentwicklung in freier Natur zu studieren (HEISE 1993).

In den letzten Jahren wurden die reproduktionsbiologischen Untersuchungen durch den Einsatz radiotelemetrischer VHF-Kleinsender (BLOHM 2003), Geolokatoren (BONTADINA et al. 2017), GPS-Logger (ROELEKE et al. 2016) sowie des antennenbasierten automatischen Telemetriesystems ATLAS (ROELEKE et al. 2020) ergänzt.

In der vorliegenden Dissertation werden in drei Kapiteln neue Erkenntnisse zum Ansiedlungsverhalten, zur Quartierwahl, zur Etablierung und zur Entwicklung von Wochenstubengesellschaften, zur Reproduktionsbiologie, zur Biometrie sowie zur Phänologie uckermärkischer Abendsegler vorgestellt. Bei Kap. 4.1 handelt es sich um eine leicht überarbeitete Version einer bereits publizierten Arbeit (BLOHM 2012). Daraus werden am Ende (Kap. 5) Empfehlungen für den Schutz und das Monitoring der Art abgeleitet.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Gesamtgebiet

Das etwa 1.100 km² umfassende Untersuchungsgebiet liegt im Norden der Uckermark, überwiegend im Gebiet des Altkreises Prenzlau. Die zentral gelegene Kreisstadt Prenzlau hat ca. 19.000 Einwohner, das Umland gehört mit 16 bis 21 Einwohnern je km² zu den am dünnsten besiedelten Regionen Deutschlands (LANDKREIS UCKERMARK 2019).

Die heutige Oberflächengestalt der Uckermark ist durch glaziale und fluvioglaziale Prozesse der Weichselvereisung geprägt. Naturräumlich gehört das Gebiet zum Rückland der Mecklenburgischen Seenplatte in der Untereinheit Uckermärkisches Hügelland (SCHOLZ 1962, BRAMER 1974).

Als landschaftsprägend treten die vermoorten Talzüge von Ucker und Randow hervor. Beide Gebiete werden vorwiegend als Grünland genutzt. Die teilweise tief eingeschnittenen Täler von Quillow, Strom, Steinfurter Bach, Köhntop, Mühlbach und Dauergraben entwässern von Westen und Osten in die Ucker.

Beiderseits der großen Talungen schließen sich die 30-50 m über NN gelegenen welligen Grundmoränenplatten an. Sie gehören mit Bodenwertzahlen um 50 (RATZKE et al. 1980) und stellenweise schwarzerdeartigen Böden zu den besten Ackerstandorten Brandenburgs und werden überwiegend konventionell bewirtschaftet. Typisch für die Jungmoränengebiete mit ihrem gering entwickelten Entwässerungssystem ist die große Anzahl der Kleinhohlformen mit jeweils eigenen Binneneinzugsgebieten (stellenweise mehr als 150 je MTBQ, KLAFS & STÜBS 1987).

Im Gebiet des Altkreises existieren mehr als 100 Seen > 1 ha. Die größten sind Oberuckersee und Unteruckersee südlich von Prenzlau, Sternhagener See und Potzlower See im Südwesten sowie Parmensee, Dammsee und Großer See im Nordwesten.

Der auffälligste Endmoränenzug ist die Gerswalder Staffel (2. Uckermärkischer Bogen). Diese beginnt am Dammsee bei Fürstenwerder und zieht sich entlang des Parmensees bis in die Zerweiliner Heide. Unterbrochen durch den Einschnitt des Stromtals bei Kröchlendorff setzt sich der Endmoränenzug im Gebiet der Großen Heide fort und erreicht hier nördlich von Buchholz Höhen von 126,8 m über NN. Eine Fortsetzung der Gerswalder Staffel ist im Melzow-Blankenburger Höhenkomplex zu sehen. Ein weiterer gestauchter, durch Toteisablagerung und Schmelzwasserabfluß aber weitgehend zerstörter Endmoränenzug zieht sich parallel zur Gerswalder Staffel von Schlepkow über Kraatz, Rittgarten sowie Kakarinen-, Wein- und Lindenberg bei Güstow bis zu den Höhegebieten im Raum Schmachtenhagen (BRAMER 1974, LGBR 2019a, LGBR 2019b). Bis auf kleine Waldeinsprengungen konzentrieren sich die wenigen waldbestockten Flächen auf diese Endmoränengebiete.

Eine Gesamtflächenverteilung des Altkreisgebietes ist Tab. 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Gesamtflächenverteilung des Altkreises Prenzlau (Stand vor der Kreisgebietsreform 1993, verändert nach Bramer 1974).

Flächennutzung	Fläche in ha	Fläche in %
Acker	52.693	66
Grünland	9.370	12
Wald	6.420	8
Gewässer	3.460	4
Unland/Ödland	1.880	2
Sonstige (Bebauung, Verkehrsflächen, Abbaugelände, ...)	5.954	8

Das Untersuchungsgebiet liegt im Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklima mit bereits deutlich kontinentalen Zügen. BRAMER (1974) unterteilt zusätzlich zwischen dem Neustrelitzer Klima im Westen des Altkreises sowie dem noch kontinentaler geprägten Prenzlauer Klima. Aus dem östlichen Raum vordringende Luftmassen gelangen oft bis ins Untersuchungsgebiet und unterbrechen dann durch Westwetterlagen bestimmte Perioden (KLIEWE 1951 in HURTIG 1957). Allgemeine Merkmale sind tiefe Winter- und hohe Sommertemperaturen. Die frostfreie Zeit des Jahres ist kürzer als 170 Tage. Weiterhin wird, im Vergleich zu weiter nördlich und westlich gelegenen Bereichen, eine Abnahme der relativen Luftfeuchte, des Bewölkungsgrades sowie der Niederschläge konstatiert. Das regelmäßig zu verzeichnende Sommermaximum der Niederschläge muss ebenfalls als Hinweis auf ein kontinental beeinflusstes Klima gewertet werden.

Pontische Florenelemente wie *Stipa capillata* erreichen im Gebiet ihre nordwestliche Verbreitungsgrenze. Die 8°-Jahresisotherme verläuft östlich der Stadt Strasburg und durchquert Teile des Altkreises Prenzlau etwa von Norden nach Süden (BRAMER 1974). Tab. 2 gibt Auskunft über wichtige Klimaelemente im Prenzlauer Gebiet.

Tabelle 2 Klimadaten für das Gebiet des Altkreises Prenzlau (nach Bramer 1974).

mittlere Jahrestemperatur	8,2 °C
mittlere Julitemperatur	17,9 °C
mittlere Januar­temperatur	-1 °C
mittlerer Jahresniederschlag	525 mm

2.2 „Abendseglerwälder“

Aus allen in Abb. 1 dargestellten Wäldern sind Wochenstubengesellschaften des Abendseglers bekannt. Schwerpunktmäßig erfolgten die Untersuchungen im Carmzower Wald, im Melzower Forst und im Kiecker. Zu diesen drei Waldgebieten kommen sieben weitere hinzu, in denen in der Vergangenheit ebenfalls Abendsegler gefangen und markiert wurden. Lage und Größe der Wälder sind Abb. 1 zu entnehmen.

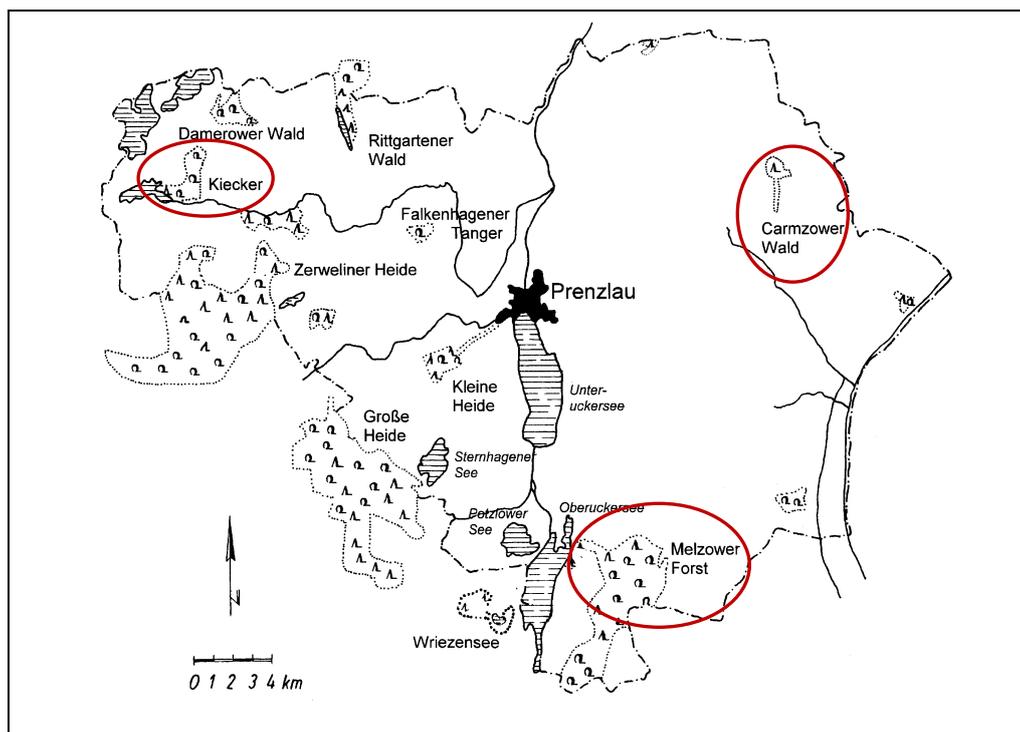


Abbildung 1 Wälder mit Wochenstubengesellschaften im Altkreis Prenzlau (vor Kreisgebietsreform 1993); rot markiert: Wälder im langjährigem Monitoringprogramm.

2.2.1 Carmzower Wald

Die intensivsten Untersuchungen erfolgten in der Gesellschaft des Carmzower Waldes. Die vollständig von intensiv bewirtschafteten Ackerflächen umgebene, etwa 45 ha große Waldinsel geht zu großen Teilen auf Ackeraufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg zurück. Die jungen, von der Kiefer dominierten Bestände sind höhlenarm. Für den Abendsegler zur Jungenaufzucht erforderliche großvolumige Baumhöhlen (HEISE & BLOHM 1998) fehlen weitgehend. 1989 wurden die ersten Fledermauskästen angebracht (vgl. Kap. 3.4). Der Bestand reproduzierender Weibchen wuchs von anfänglich 20 auf maximal 289 Tiere im Jahre 2008.

2.2.2 Melzower Forst

Der Melzower Forst liegt auf einem Ausläufer der Gerswalder Staffel östlich des Oberuckersees und erstreckt sich über ca. 2.650 ha. Das Gebiet ist durch zahlreiche Seen und eine große Anzahl an Kleingewässern, Mooren und Erlenbrüchen gekennzeichnet. Auf den äußerst produktiven Standorten des Melzower Reviers wurde zwar bis 1989 der Nadelholz-Anteil (Kiefer, Fichte, Lärche, Douglasie) erhöht, auf der weitaus größten Fläche jedoch die traditionelle Laubholzwirtschaft mit Rot-Buche sowie Stiel- und Trauben-Eiche als Hauptbaumarten beibehalten. Der Waldkomplex wird von SSW nach NNO von der 1937 gebauten Autobahn 11 durchschnitten.

In den ausgedehnten Altholzbeständen existieren zahlreiche vom Abendsegler genutzte Wochenstubenhöhlen. 1975 wurde von HEISE im nördlichen Teil des Waldgebietes in einem Buchenaltholz ein Fledermauskastenrevier eingerichtet. Es wird seit 1977 von Abendseglern besiedelt. Das Kastenrevier wurde 1986 von HAUF ergänzt und später durch den Verfasser auf heute 50 Kästen erweitert. Hier reproduzierten maximal 224 adulte Weibchen (2008).

2.2.3 Kiecker

Der etwa 270 ha große, von höhlenreichen Buchenalthölzern dominierte Kiecker stockt auf dem Hauptendmoränenzug der Gerswalder Staffel. Im Wald und seinem unmittelbaren Umfeld gibt es eine Vielzahl von Kleingewässern und Mooren. Der Kiecker grenzt direkt an den Großen Parmensee (124 ha), und in zwei bis drei Kilometern Entfernung gibt es mit dem Großen Wahensee (360 ha) und dem Dammsee (250 ha) zwei weitere Großseen. Im Kiecker hängen seit 1980 Fledermauskästen, derzeit 54. Die Wochenstubengesellschaft bestand aus maximal 279 adulten Weibchen im Jahre 2007.

3. Material und Methoden

3.1 Allgemeine Methodik

Ab 1996 erfolgten nach der in HEISE et al. (2003) ausführlich beschriebenen Methodik jährlich zwei systematische Kontrollfänge, der erste Mitte Juli, der zweite Ende Juli oder in den ersten Augusttagen. Dabei wurden unberingte Fänglinge mit Unterarmklammern der Fledermausmarkierungszentrale Dresden markiert und Ringträger abgelesen. Männchen erhielten den Ring links, Weibchen rechts, und zwischen 1997 und 2004 wurden im Carmzower Wald Jahrgangsfarben verwendet (989 farbig eloxierte Ringe), die eine altersmäßige Zuordnung der Tiere vom Boden aus ermöglichten. In diesem Wald erbrachten im Zeitraum 1994 bis 2019 7.188 Beringungen 9.673 Ablesungen.

3.2 Ansiedlungsverhalten, Ortstreue und Alter uckermärkischer Abendseglermännchen

In Kap. 4.1 wird der Zeitraum 1970 bis 2007 ausgewertet. Bis zum Stichtag 01.05.2007 wurden 6.022 Abendsegler-Männchen mit Unterarmklammern der Fledermausberingungszentrale Dresden markiert. 5.406 Abendsegler wurden im Geburtsjahr (und ganz überwiegend am Geburtsort), 505 als Alttiere beringt. Letztere hatten mindestens einmal überwintert, eine genaue altersmäßige Zuordnung war nicht möglich. Bei 111 Männchen konnte das Alter zum Zeitpunkt der Beringung (Jung- oder Alttier) nicht sicher bestimmt werden, Wiederfunde dieser Tiere werden in der Arbeit nicht weiter betrachtet.

Von den 5.911 hier auszuwertenden Männchen wurden 1.545 (26 %) wiedergefunden und erbrachten 1.688 Wiederfunde. Andernorts markierte Abendseglermännchen wurden im Auswertungszeitraum im Untersuchungsgebiet nicht registriert. Ab 2001 musste die systematische Beringung junger Männchen aus finanziellen Gründen (Ringmangel) stark eingeschränkt werden und war ab 2004 nur noch im Carmzower Wald möglich.

Während die Tiere in den Anfangsjahren meist beim abendlichen Ausflug mit Hilfe von Fledermausharfen an Baumhöhlen gefangen wurden, erfolgt der Fang seit Anfang der 1980er Jahre nahezu ausschließlich aus Fledermauskästen (zur Methodik vgl. HEISE et al. 2003). Mit Harfen gelangen aus methodischen Gründen nur wenige Männchenfänge (165 Tiere in einem Jahrzehnt). Erst mit der regelmäßigen Besiedlung von Fledermauskästen ab 1980 und der damit besseren Erreichbarkeit konnten deutlich mehr Tiere markiert werden. Durch die Kontrolle der Wochenstubengesellschaften konnte schließlich ein großer Teil der in den Kastenrevieren geborenen Abendseglermännchen gekennzeichnet werden. Diese Methode wurde in den 1980er

Jahren optimiert und standardisiert (432 Männchenberingungen zwischen 1980 und 1989). Ab 1990 wurden dann alljährlich mehr als 100 junge Männchen in den Wochenstuben markiert, und nur dieser Zeitraum wird in Kapitel 4.1 zu weiteren Berechnungen verwendet.

Die Abendsegler besiedeln in allen Wäldern sowohl die Kästen als auch natürliche Baumhöhlen und wechseln regelmäßig zwischen diesen Quartiertypen. In höhlenarmen jungen Wäldern wird deshalb grundsätzlich ein prozentual größerer Anteil der Gesellschaft gefangen als in höhlenreichen alten.

Tab. 4 (S. 11) enthält eine Zusammenstellung aller Beringungen und Wiederfunde im Geburtsjahr beringter Männchen. Zur Beurteilung des Ansiedlungsverhaltens muss neben dem Alter zum Beringungszeitpunkt auch der Geburtsort bekannt sein: Bis Anfang August hält sich ein größerer Teil der Jungtiere noch im Geburtswald auf (vgl. HEISE et al. 2003, BLOHM 2003). Mit fortschreitender Jahreszeit (Auflösung der Wochenstuben) erscheinen aber auch Jungtiere unbekannter Herkunft. Nachfolgend wird für alle bis zum 15. August markierten Jungtiere eine Beringung am Geburtsort angenommen.

Als „Fernansiedlung“ wird jeder Sommeraufenthalt eines Männchens außerhalb der Zugzeiten (Zeitraum zwischen 26. Mai und 31. Juli) und außerhalb seiner Geburtsgesellschaft gewertet. Unter „Geburtsortsansiedlung“ werden alle Wiederfunde junger Männchen in ihrem Geburtswald nach der ersten Überwinterung gezählt.

3.3 Zur Körpergröße adulter uckermärkischer Abendsegler

Messungen erfolgten zwischen 1970 und 1992 – verstärkt ab 1987 – durch HEISE, zwischen 1993 und 2007 durch den Verfasser. Die Maße wurden entsprechend der in GÖRNER & HACKETHAL (1987) beschriebenen Messanweisungen ermittelt. Der Unterarm (UA) wurde mit einem Messschieber (ab 1996 digital) auf 0,1 mm Genauigkeit gemessen, der fünfte Finger (5.F.) mit einem Stahl- bzw. Plastelineal auf 1 mm Genauigkeit.

Einen Überblick über den Datenumfang gibt Tab. 3. In die Auswertung gingen nur Tiere ein, von denen sowohl UA als auch 5.F. vermessen wurden (n=2.670).

Tabelle 3 Messungen adulter Abendsegler in der Uckermark (1970-2007).

	UA	5.F.	UA und 5.F.
Tiere	2.709	2.670	2.670
davon ♀♀	2.305	2.268	2.268
davon ♂♂	404	402	402

Systematisch wurden zwischen 1997 und 2007 bei den Jahresfängen in den drei Wochenstubengesellschaften Carmzower Wald, Melzower Forst und Kiecker die jeweils vorjährigen Weibchen vermessen (insgesamt 1.169 Datensätze altersmäßig bekannter Tiere). Männchen kehren nur selten an Ihren Geburtsort zurück (vgl. Kap. 4.1), so dass für sie diesbezüglich keine aussagefähigen Daten vorliegen.

Zur Beschreibung der Witterungsverhältnisse in der Wachstumsphase wurden die Mitteltemperaturen und die Anzahl der Regentage in den Monaten Juni und Juli herangezogen. Die Daten stammen von der Meteorologischen Station Grünow, die von den untersuchten Wochenstubengesellschaften neun Kilometer südwestlich (Carmzower Wald), 15 Kilometer nördlich (Melzower Forst) bzw. 23 Kilometer ost-südöstlich (Kiecker) liegt. Die Werte für das Jahr 1996 sind SCHRADE & KEMPERT (1998) und ab dem Jahre 1997 den in der „Prenzlauer Zeitung“ erscheinenden „Meteorologischen Monatsberichten“ entnommen. Für den betrachteten Zeitraum 1996 – 2006 wurden die Monatsmittel der Temperatur und die Anzahl der Regentage bestimmt und diese als Jahresmittelwerte für die Monate Juni und Juli zusammengefasst. Lagen diese Jahresmittelwerte der Temperatur bzw. der Regentage über dem langjährigen Mittel, kennzeichnete dies „warme“ bzw. „nasse“, anderenfalls „kalte“ bzw. „trockene“ Sommer.

3.4 Entwicklung, Phänologie und Quartiernutzung einer Wochenstubengesellschaft des Abendseglers in der Uckermark

Ende der 1970er Jahre stellte HEISE anlässlich großflächiger Siedlungsdichteuntersuchungen an Greifvögeln erstmals eine von Abendseglern besetzte Kiefernöhle im Carmzower Wald fest (HEISE in lit.). 1991 und 1992 wurden durch systematische Höhlensuche im Rahmen einer Projektarbeit (BLOHM 1992) zwei (andere) besetzte Baumhöhlen gefunden. Ausflugsbeobachtungen am 06.06.1992 ergaben einen Mindestbestand von etwa 20 adulten Weibchen. Im Jahre 1989 angebrachte Fledermauskästen wurden zunächst von anderen Fledermausarten, ab 1993 dann auch von Abendseglern besiedelt und seitdem zur Jungenaufzucht genutzt. Die Anzahl optimaler Wochenstubenkästen (vgl. HEISE & BLOHM 1998) wurde wiederholt erhöht, so dass stets ein Überangebot an geeigneten Quartieren für die Jungenaufzucht zur Verfügung stand. Seit 2003 wird ein konstanter Bestand von 45 Kästen, davon 26 Wochenstubenkästen (vgl. Kap. 4.3.2.3) vorgehalten (Abb. 2).

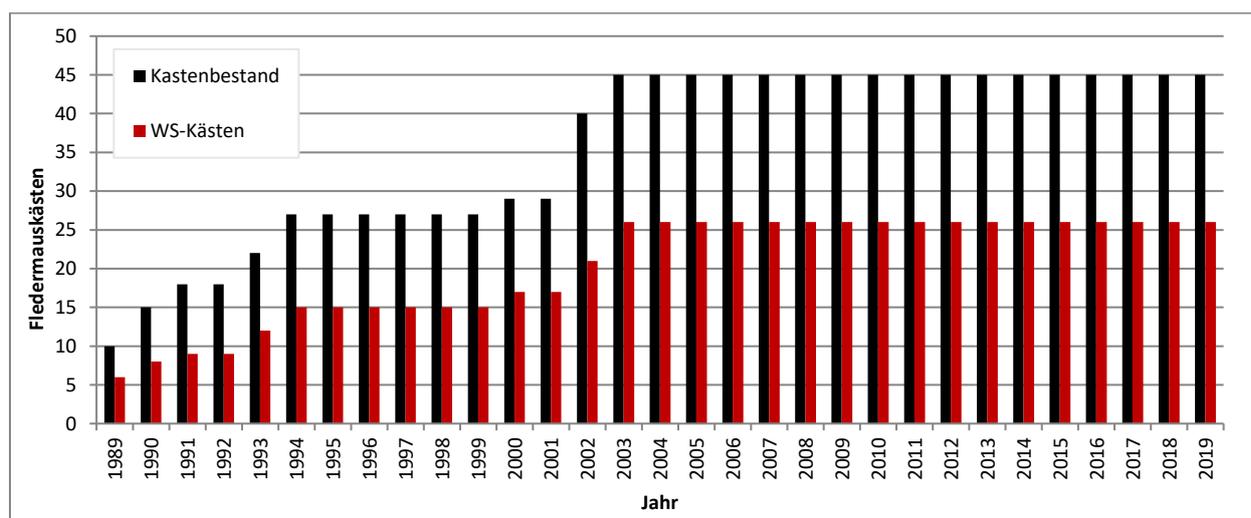


Abbildung 2 Bestand an Fledermauskästen und an Abendsegler-Wochenstubenkästen (WS-Kästen) im Carmzower Wald (Zeitraum 1989 bis 2019).

Diese Fledermauskästen wurden zwischen 1994 und 2019 während der Anwesenheitszeit von Abendseglern mindestens einmal wöchentlich durch Ausleuchten mit einer starken Taschenlampe oder Einspiegeln von Sonnenlicht vom Boden aus kontrolliert (1073 Bodenkontrollen, Ø 40 Bodenkontrollen pro Jahr). Die Kontrollen begannen, wenn witterungsbedingt mit dem Eintreffen der ersten Tiere zu rechnen war (Februar oder März) und endeten, nachdem sich keine Abendsegler mehr in den Kästen aufhielten (teilweise erst am Jahresende). Im Mittwinter erfolgten stichprobenhaft weitere Kontrollen, bei denen aber nie Fledermäuse angetroffen wurden.

Regulär konnte dabei die Anzahl anwesender Tiere ausgezählt oder geschätzt werden. Durch unterschiedliche Jahrgangsfarben sowie die Beringung der Weibchen am rechten und der Männchen am linken Unterarm war zudem oft eine Unterscheidung nach Wochenstuben-, Männchen-, Weibchen- und Paarungsgruppen oder einzelnen ♂♂ bzw. ♀♀ möglich. Als Paarungsgruppen wurden Vergesellschaftungen eines paarungsbereiten adulten Männchens mit einem oder mehreren Weibchen definiert.

Der Anteil beringter adulter Weibchen lag regelmäßig über 90 %, nicht selten sogar über 95 %. Überdies waren „Kontrolllücken“, also Jahre, in denen nachweislich noch lebende Tiere nicht gefangen wurden, selten. Die Gesellschaft wurde demnach nahezu vollständig erfasst. Höhere Anteile unberingter Tiere traten nur während der Zugzeiten im Frühjahr und Herbst auf. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass zumindest ein Teil der unberingten Tiere nicht zur Carmzower Wochenstubengesellschaft gehörten („gesellschaftsfremde Tiere“).

Während aller Begehungen wurden zudem die bekannten Abendsegler-Baumhöhlen (n=12) im Carmzower Wald vom Boden aus auf Besatz kontrolliert. Genaue Zahlen konnten dabei nicht ermittelt werden, und Einzeltiere sowie lethargische Gruppen, die keine Sozillaute von sich gaben, waren i.d.R. nicht nachweisbar. Die Anzahl besiedelter Baumhöhlen war im Vergleich zu den besetzten Fledermauskästen allerdings stets gering. Zudem waren sie selten und meist nur kurzzeitig nach Auflösung der Wochenstube in der zweiten Juli- und ersten Augushälfte besetzt, so dass sich hieraus nur unwesentliche Ungenauigkeiten bei der Bestandsermittlung ergaben.

Mehrmals pro Jahr erfolgten zudem Kontrollen der Baumhöhlen am 1,3 Kilometer nördlich gelegenen Brökersee. Durch die Beringung und telemetrische Untersuchungen ist belegt, dass die Tiere aus dem Wald und vom See ein und derselben Gesellschaft angehören. Am See zogen Weibchen letztmalig im Jahre 2007 in zwei Höhlen Junge auf, danach wurden Wochenstuben nur noch im Wald gebildet. Die Höhlen am See werden seitdem nur noch unregelmäßig vor und nach der Wochenstubenzeit genutzt.

3.5 Statistik

Die Auswertungen erfolgten mit Statistikfunktionen des Programms Excel sowie der Statistiksoftware R.

Alle statistischen Modelle wurden graphisch auf Linearität (Residuals vs. Fitted values), Homoskedastie (Standardized Residuals vs. Fitted values), Normalität (QQ-Plot) und nach Ausreißern (Leverage, Cook's Distance) untersucht. Alle hier verwendeten Modelle entsprechen den statistischen Voraussetzungen.

Für die statistische Signifikanz werden folgende Grenzen verwendet: schwach signifikant ($p < 0.1$), signifikant ($p < 0.05$), hoch signifikant ($p < 0.01$) und höchst signifikant ($p < 0.001$).

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ansiedlungsverhalten, Ortstreue und Alter uckermärkischer Abendseglermännchen

4.1.1 Einleitung und Fragestellung

Schon in den 1930er Jahren ordnete man den Abendsegler den „am weitesten wandernden Fledermausarten“ zu, erbrachten doch Beringungen in der Überwinterergesellschaft der Dresdener Frauenkirche umgehend vier Fernfunde aus Entfernungen zwischen 280-750 km (MEISE 1951). Bereits damals wurde vermutet, dass die Überwinterer in ihre „Geburtsheimat“ zurückgekehrt seien und es folglich einen regelmäßigen Wechsel zwischen „Heimat und Winterquartier“ gäbe. Dies wurde in der Folgezeit durch verschiedene Untersuchungen bestätigt (u.a. ROER 1977 u. 1982, HEISE & SCHMIDT 1979): Während sich die Wochenstubengesellschaften im Norden und Nordosten Deutschlands konzentrieren, überwintern Abendsegler überwiegend in den westlichen und südwestlichen Landesteilen (Zusammenfassungen u.a. in MESCHÉDE & HELLER 2000, STEFFENS et al. 2004, HUTTERER et al. 2005). Vergleichbare jahreszeitliche Wechsel wurden auch für das Gebiet der ehemaligen Sowjetunion dokumentiert (STRELKOV 1969). Erst in der jüngsten Vergangenheit gibt es Tendenzen zu einer Verkürzung der Zugwege (bis hin zum Nichtzieher) sowie zu einer Aufweitung des Zugkorridors (HEISE & BLOHM 2004). Daneben gibt es u.a. in Großbritannien (RACEY 1991), Spanien (IBANEZ et al. 2009), den Niederlanden (SLUITER & VAN HEERDT 1966), Südschweden (RYBERG 1947), Nordwestdeutschland (HARRJE 1994, WEID 2002) und im Ostseeraum (HERMANN in lit.) traditionell zumindest teilweise nichtziehende Subpopulationen.

Während in Nordostdeutschland geborene Männchen und Weibchen gleichermaßen auf dem Zug und in den westlich und südwestlich gelegenen Winterquartieren kontrolliert werden konnten, unterscheidet sich das Ansiedlungsverhalten beider Geschlechter deutlich: Weibchen sind in hohem Maße philopatrisch. Dies gilt nicht nur für den „Geburtswald“ (HEISE 1999), sondern sogar für das Geburtsquartier und dessen unmittelbare Umgebung (BLOHM 2003). Demgegenüber kehrten Männchen in der Vergangenheit nur im Ausnahmefall in ihre Geburtsgebiete zurück. Vermutlich siedelten sie sich entlang der Zugwege und in den Überwinterungsarealen an und paarten sich dort mit durchziehenden bzw. überwinternden Weibchen (u.a. STRELKOV 1969, GEBHARD 1997, HÄUSSLER & NAGEL 2003, ZAHN et al. 2004, DIETZ et al. 2016b). Diese weiträumige Ausbreitung der Männchen und die Fernstreckenwanderungen der Weibchen erklären gut die Ergebnisse genetischer Untersuchungen und Modellierungen, nach denen die europäische Abendseglerpopulation eine nur geringe genetische Strukturierung aufweist (PETIT & MAYER 1999, PETIT et al. 2001).

Grundsätzlich ist jedoch zum Ausbreitungs- und Ansiedlungsverhalten der Männchen nur wenig bekannt (MAYER et al. 2002). Hauptgrund für diese schlechte Datenlage ist die bei klassischen Fang-Wiederfang-Untersuchungen sehr geringe Wahrscheinlichkeit, Tiere abseits des Markierungsortes wiederzufinden. Um unter diesen Bedingungen überhaupt Ergebnisse zu erzielen, sind hohe Beringungszahlen und lange Untersuchungszeiträume erforderlich. Vor diesem Hintergrund widmet sich das Kapitel auf der Basis von etwa 6.000 Männchenberingungen im Zeitraum 1970 bis 2007 folgenden Fragestellungen:

- Wo siedeln sich in der Uckermark geborene Männchen an?
- Sind sie ortstreu?
- Gibt es hinsichtlich des Zug-, Ausbreitungs- und Ansiedlungsverhaltens Veränderungen innerhalb des Untersuchungszeitraums und welche populationsökologischen Konsequenzen ergeben sich ggf. daraus?
- Wie alt werden Männchen? Gibt es Unterschiede zu Weibchen, die am selben Ort geboren wurden?

4.1.2 Ergebnisse

4.1.2.1 Ansiedlungsverhalten juvenil markierter Männchen

Zwischen 1970 und 2004 wurden 5.406 Männchen im Jahr ihrer Geburt markiert, Einzelheiten enthält Tab. 4. Mehr als 70 % dieser Tiere erbrachten keinen Wiederfund. Etwa ¼ der beringten und 93 % der wiedergefundenen Tiere wurden lediglich im Geburtsjahr nochmals am Beringungsort kontrolliert. Nur für knapp 7 % der wiedergefundenen Männchen (n=101) gelangen Nachweise nach der ersten Überwinterung, teils am Beringungsort, teils außerhalb des Untersuchungsgebietes.

Tabelle 4 Wiederfunde juvenil markierter Abendseglermännchen (% Ber – prozentualer Anteil bezogen auf die Beringungen; % Wf – prozentualer Anteil bezogen auf die Summe wiedergefundener Tiere).

	Anzahl	% Ber	% Wf
Beringungen	5.406	100,0	-
Tiere ohne Wiederfund	3.905	72,2	-
wiedergefundene Tiere	1.501	27,8	100,0
• davon nur im Geburtsjahr am Beringungsort	1.400	25,9	93,3
• davon Rückkehrer (in Folgejahren am Beringungsort)	57	1,1	3,8
• davon im Geburtsjahr in der Uckermark außerhalb des Beringungswaldes	10	0,2	0,7
• davon in Folgejahren in der Uckermark außerhalb des Beringungswaldes	0	0,0	0,0
• davon nur im Geburtsjahr außerhalb der Uckermark	12	0,2	0,8
• davon in Folgejahren außerhalb der Uckermark	20	0,4	1,3
• davon im Geburtsjahr und einem Folgejahr außerhalb der Uckermark	2	0,04	0,1

Fernansiedler

Von 5.406 im Geburtsjahr markierten Männchen wurden 34 außerhalb der Uckermark wiedergefunden, keines davon wurde später noch einmal an seinem Geburtsort kontrolliert (Abb. 4 und Tab. 6, S. 28-29). In 17 Fällen erfolgten die Wiederfunde zur Zugzeit zwischen August und November oder im Zeitraum März bis 25. Mai. 14 Tiere hielten sich in Winterquartieren oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft auf bzw. wurden zwischen Dezember und Februar – im anzunehmenden Überwinterungsgebiet – kontrolliert. Eines dieser Männchen (A39088, vgl. Tab 6) wurde sowohl während des Zuges als auch im Winter kontrolliert. Bei vier Tieren wird gemäß der Definition in Kap. 3.2 davon ausgegangen, dass sie sich in Entfernungen zwischen 291 und 483 km südsüdwestlich bis westsüdwestlich vom Geburtsort angesiedelt haben. Diese Ansiedlungsorte zeigt Abb. 3.

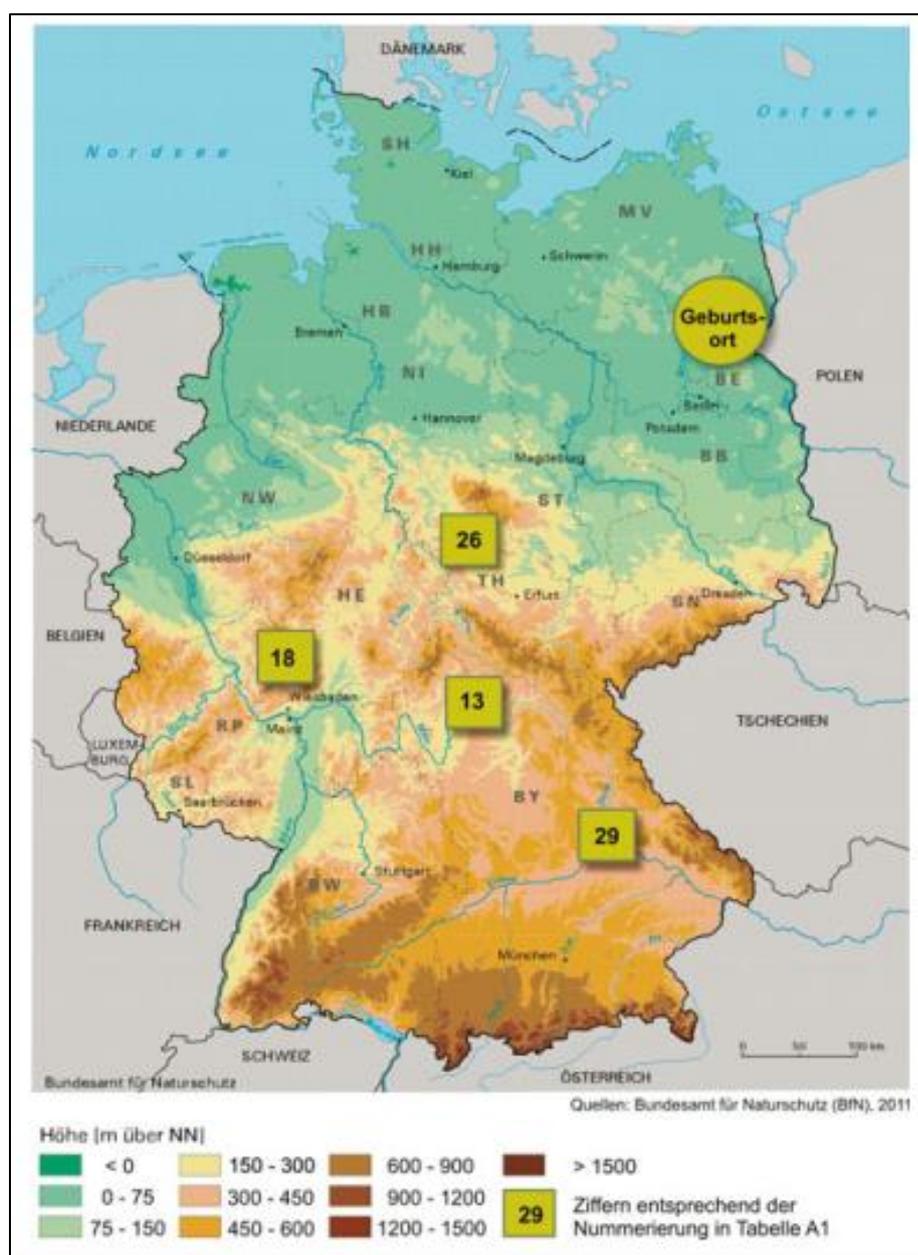


Abbildung 3 Fernansiedlungen in der Uckermark geborener Männchen (Geburtsort–Wiederfunde entsprechend Nummerierung in Tab. 6 S. 28-29; Karte: BfN 2011).

Während die Entfernungen der Wiederfunde sowohl bei ziehenden Tieren als auch bei Überwinterern über einen weiten Bereich streuen und die ersten Fundpunkte bereits in 40 bzw. 117 km Entfernung vom Geburtsort liegen, konnten Ansiedlungen erst ab knapp 300 km Entfernung nachgewiesen werden. Drei der vier Tiere siedelten sich in noch größeren Distanzen an, im Mittel 417 km entfernt vom Geburtsort (Abb. 4).

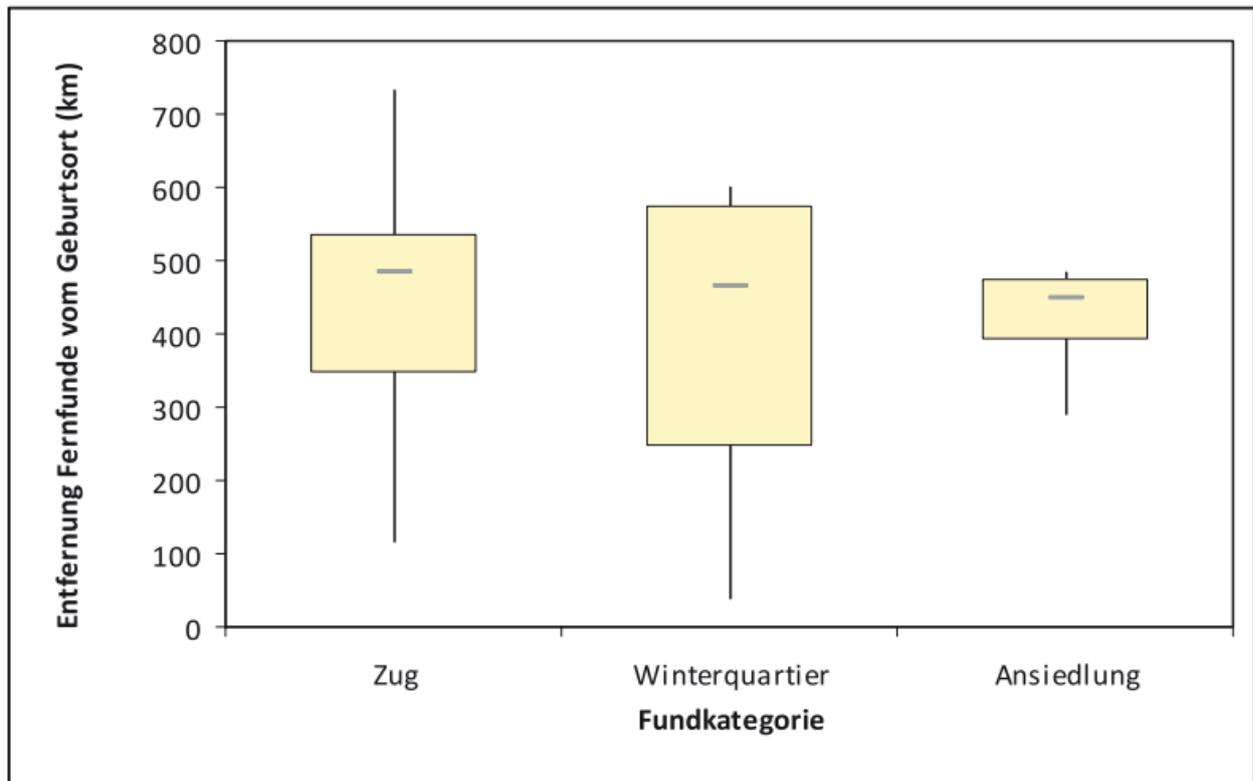


Abbildung 4 Entfernungen von Wiederfunden von 34 im Geburtsjahr beringten Männchen (Basis: 4.960 Jungtierberingungen am Geburtsort zwischen 1970 und 2007; Abb. zeigt: Maximum, oberes Quartil, Median, unteres Quartil, Minimum); Zug (n=17) – Kontrolle auf dem Zug (Zeitraum 1. August bis 30. November und 1. März bis 25. Mai); Winterquartier (n=14) – Kontrolle im oder am Winterquartier bzw. Funde im Zeitraum Dezember-Februar (ein als „Zug“ gewerteter Fund in der Nähe des Winterquartiers – dieses Männchen wird deshalb in beiden Kategorien geführt); Ansiedlung (n=4) – Kontrolle im Sommerlebensraum außerhalb der Zugzeit zwischen 26. Mai und 31. Juli.

Geburtsortansiedler

Von 4.555 im Zeitraum 1990 bis 2005 beringten Männchen wurden 53 in Folgejahren am Geburtsort wiedergefunden (Abb. 5).

Im dargestellten Untersuchungszeitraum konnte erstmals ein Tier des Geburtsjahrganges 1997 nach seiner ersten Überwinterung wieder am Geburtsort kontrolliert werden. Mit Ausnahme des Jahrgangs 1999 wurden dann alljährlich Alttiere an ihrem Geburtsort registriert, zunächst nur Einzeltiere, zwischen 2000 und 2003 durchschnittlich sechs Exemplare und aus den letzten beiden Beringungsjahrgängen bereits 12 bzw. 13 Tiere. Dies entspricht einem Prozentsatz von 7,9 bzw.

7,3 für die Jahrgänge 2004 bzw. 2005. Die steigenden Wiederfundzahlen sind sicher kein Ergebnis intensivierter Beringungsaktivitäten. Vielmehr stieg die Anzahl der Rückkehrer auch nach deutlich reduzierten Beringungszahlen ab dem Jahr 2001 weiter an (Abb. 5).

Von 405 zwischen 1970 und 1989 am Geburtsort beringten Jungtieren (wegen der relativ geringen Beringungszahlen in Abb. 5 nicht dargestellt) konnte nur eines als Alttier nochmals am Beringungsort festgestellt werden (Geburtsjahrgang 1983).

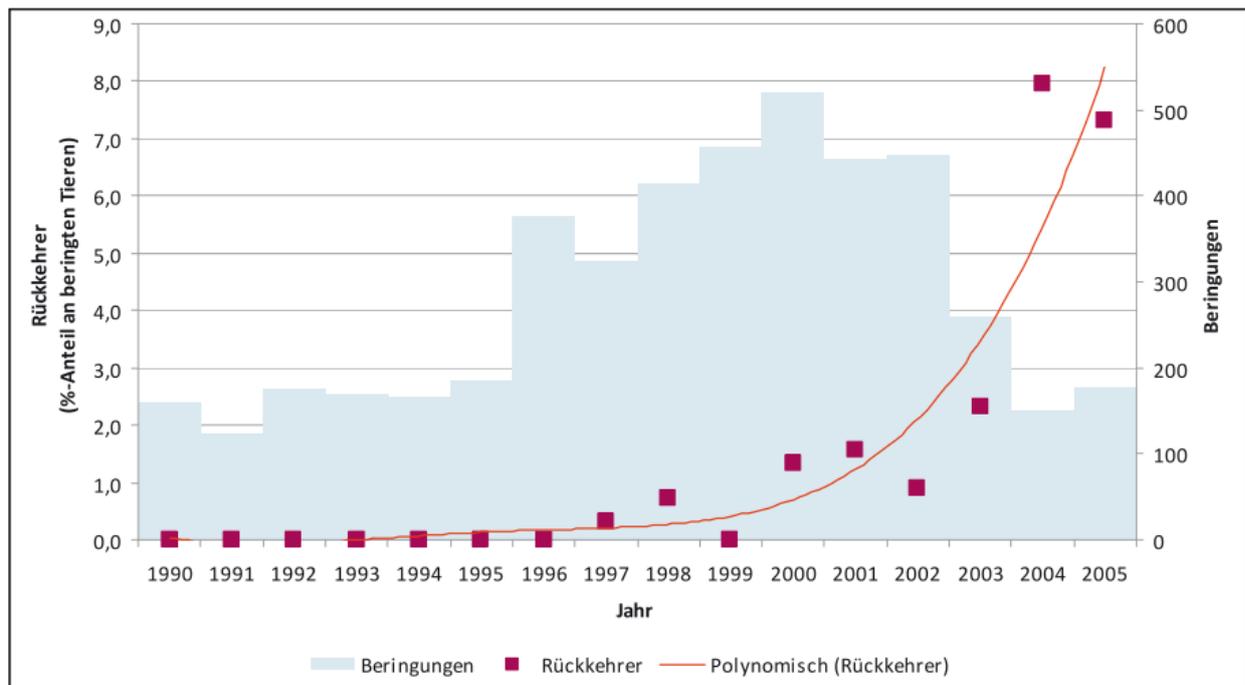


Abbildung 5 In Folgejahren am Geburtsort kontrollierte Männchen der Geburtsjahrgänge 1990 bis 2005 mit Trendlinie (4.555 Beringungen, 53 Rückkehrer).

Der in Abb. 5 dargestellte Anstieg der in Folgejahren als Alttier am Geburtsort kontrollierten Männchen ging mit allgemein steigenden Zahlen adulter Männchen in den Wochenstubenwäldern einher. Als Maßzahl für diese Entwicklung kann der Anteil adulter Männchen am Alttierbestand herangezogen werden (Abb. 6).

Abgesehen vom Jahr 1990 (ungewöhnlich große Männchengruppe Ende Juli in einem Fledermauskasten bei noch relativ geringer Anzahl kontrollierter Alttiere) waren adulte Männchen zur Wochenstubenzeit bis Mitte der 1990er Jahre stets die Ausnahme und tauchten regelmäßig nur zu den Zugzeiten auf. Erst danach stieg ihre Zahl in den näher untersuchten Gesellschaften stetig (bislang nachgewiesenes Maximum: 6,6 % Männchenanteil im Jahre 2003). Auch in anderen uckermärkischen Wochenstubenwäldern, in denen nicht beringt wird, halten sich heute über das gesamte Sommerhalbjahr einzelne adulte Männchen oder Männchengruppen auf.

79 % (n=42) der 53 Rückkehrer stammen aus dem Carmzower Wald. Diese vergleichsweise große Stichprobe kann darauf untersucht werden, wann die Männchen wieder am Geburtsort auftauchten und ob sie sich dort fest etablierten. In Abb. 7 wurden Wiederfunde bis zum Stichtag 01.05.2007 ausgewertet. Beispielsweise wurden die Tiere A62059 und A63903 im Jahre 2006 beringt und

2007 wiedergefunden. Sie konnten nur in einem Folgejahr wiedergefunden werden (=ein schwarzer Balken). Demgegenüber hätte A09609 (beringt 2000) in sechs Jahren kontrolliert werden können (2001 bis 2006), tatsächlich gelang dies aber nur im auf die Beringung folgenden Jahr 2001 (=1 schwarzer und 5 weiße Balken). Demnach wurden 28 der 42 Männchen (67 %) nur im Jahr nach der ersten Überwinterung in ihrem Geburtswald angetroffen. Sechs weitere Tiere (14 %) wurden ebenfalls nur in einem Jahr kontrolliert, allerdings erst nach der zweiten Überwinterung. Für die restlichen acht Rückkehrer (19 %) liegen Wiederfunde aus mehreren, maximal drei, Sommern vor, die Funde erstrecken sich über einen Zeitraum von bis zu sechs Jahren nach der Beringung.

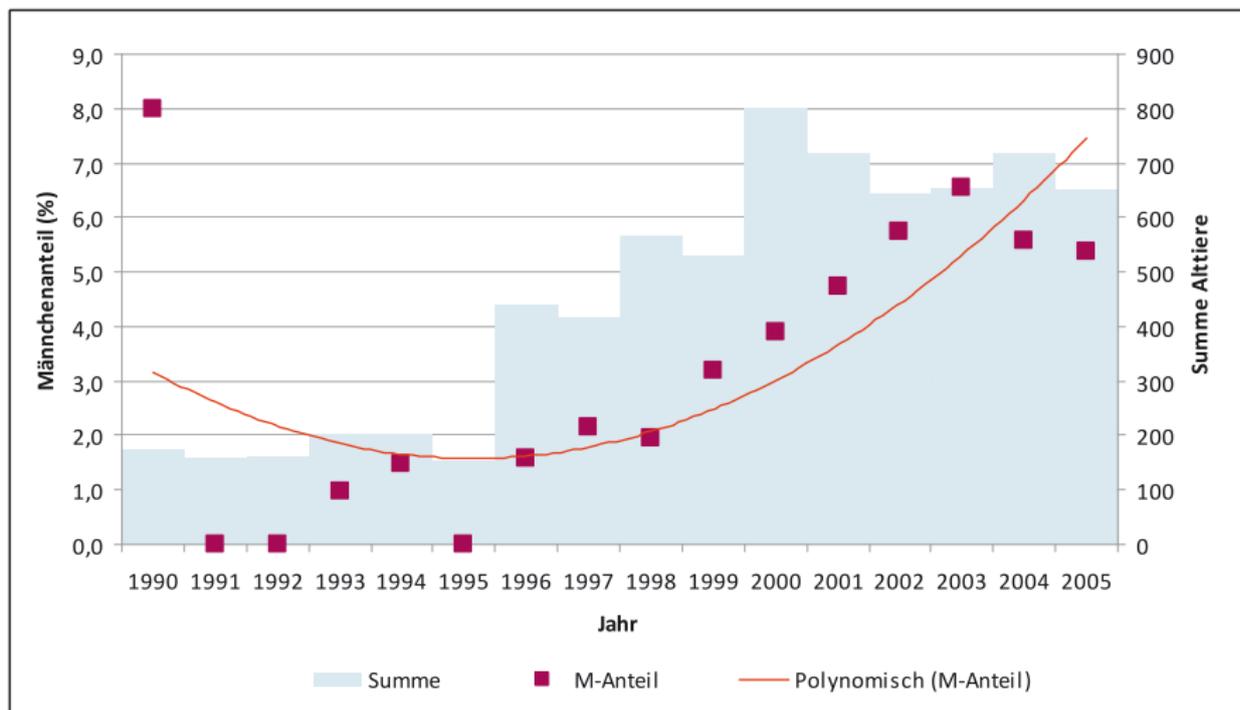


Abbildung 6 Anteil der Männchen am Alttierbestand im Zeitraum 1990 bis 2005 mit Trendlinie (7.851 Alttiere, davon 7.541 Weibchen und 310 Männchen).

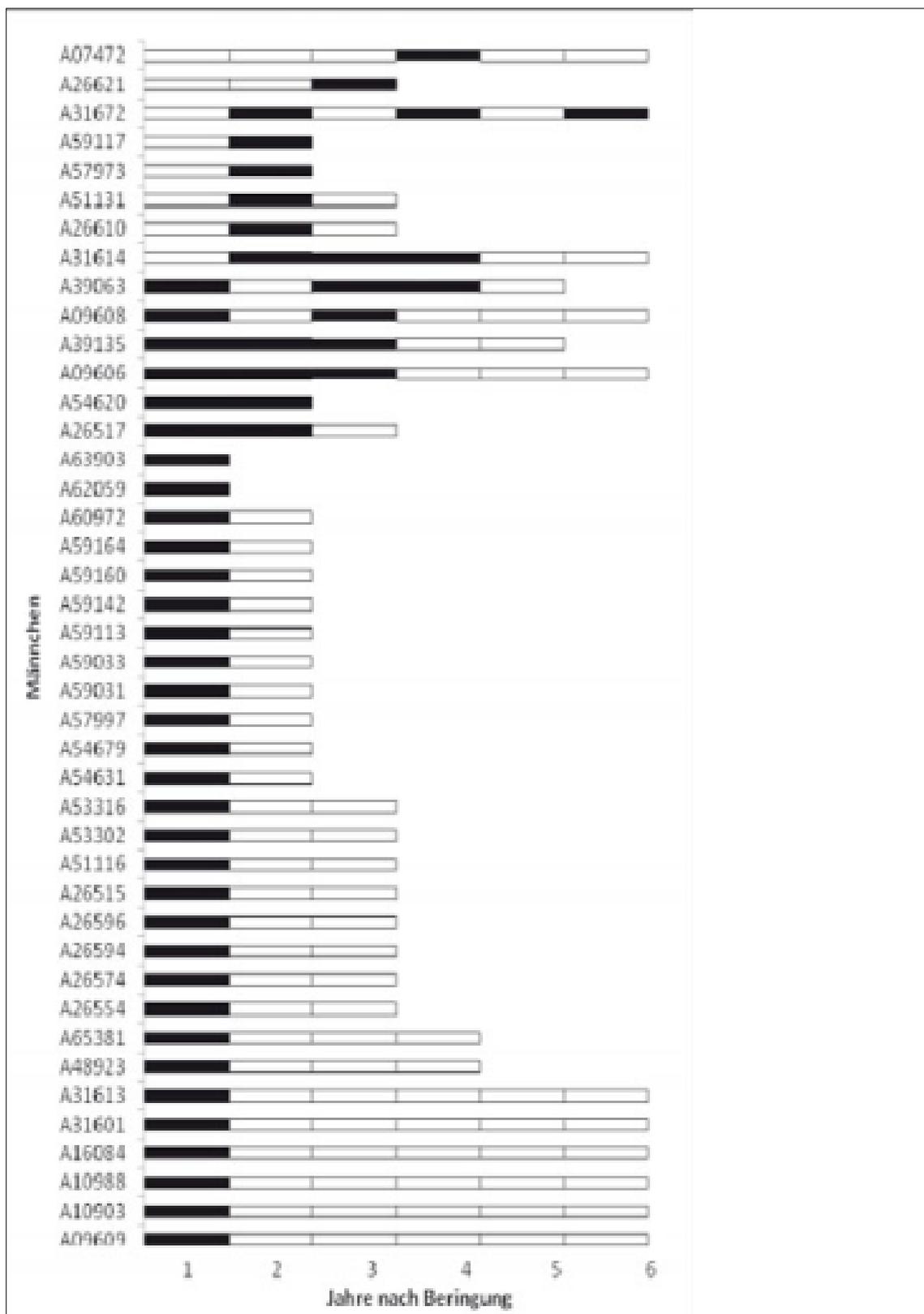


Abbildung 7 In Folgejahren am Geburtsort Carmzower Wald kontrollierte Männchen der Geburtsjahrgänge 1996 bis 2006 (959 Beringungen, 42 Rückkehrer in Folgejahren); schwarze Balken symbolisieren Jahre mit Nachweisen; weiße Balken symbolisieren Jahre, in denen ein Fund der Tiere theoretisch möglich gewesen wäre aber kein Nachweis gelang.

4.1.2.2 Ortstreue adult beringter Männchen

505 adult beringte Männchen erbrachten nur einen Fernfund: Der Ring eines am 05.05.1983 in der Kleinen Heide beringten Tieres wurde am 11.04.1987 in einem Felsspalt in der Sächsischen Schweiz bei Rathen gefunden (WILHELM 1989).

Weitere 43 Tiere konnten insgesamt 72mal in der Uckermark kontrolliert werden, davon elf nur im Beringungsjahr. Einzelheiten sind Tab. 5 zu entnehmen.

Tabelle 5 Wiederfunde adult markierter Männchen (% Ber – prozentualer Anteil bezogen auf die Beringungen; % Wf – prozentualer Anteil bezogen auf die Summe wiedergefundener Tiere).

	Anzahl	% Ber	% WF
Beringungen	505	100,0	-
Tiere ohne Wiederfund	461	91,3	-
wiedergefundene Tiere	44	8,7	100,0
• davon nur im Beringungsjahr am Markierungsort	11	2,2	25,0
• davon Rückkehrer (in Folgejahren am Beringungsort)	32	6,3	72,7
• davon in Folgejahren in der Uckermark außerhalb des Beringungswaldes	0	0	0
• davon im Beringungsjahr in der Uckermark außerhalb des Beringungswaldes	0	0	0
• davon im Beringungsjahr außerhalb der Uckermark	0	0	0
• davon in Folgejahren außerhalb der Uckermark	1	0,2	2,3

Als adult beringte Männchen sind zum Beringungszeitpunkt mindestens ein Jahr alt, und ihr Geburtsort ist unbekannt. Somit sind lediglich Aussagen zur Ortstreue dieser Tiere, nicht jedoch zum Ansiedlungsverhalten möglich. Im besonders intensiv untersuchten Carmzower Wald wurden zwischen 1996 und 2006 61 adulte Männchen markiert. 48 dieser Tiere (79 %) wurden nur im Beringungsjahr, also im Alter von mindestens einem Jahr, festgestellt. Von den restlichen 13 Männchen gelangen auch in Folgejahren Wiederfunde am Beringungsort: Jeweils sechs Tiere wurden in zwei bzw. drei Jahren und ein Tier in vier verschiedenen Jahren nachgewiesen. Die Funde erstrecken sich über einen Zeitraum von bis zu sechs Jahren nach der Beringung. Einzelheiten enthält Abb. 8.

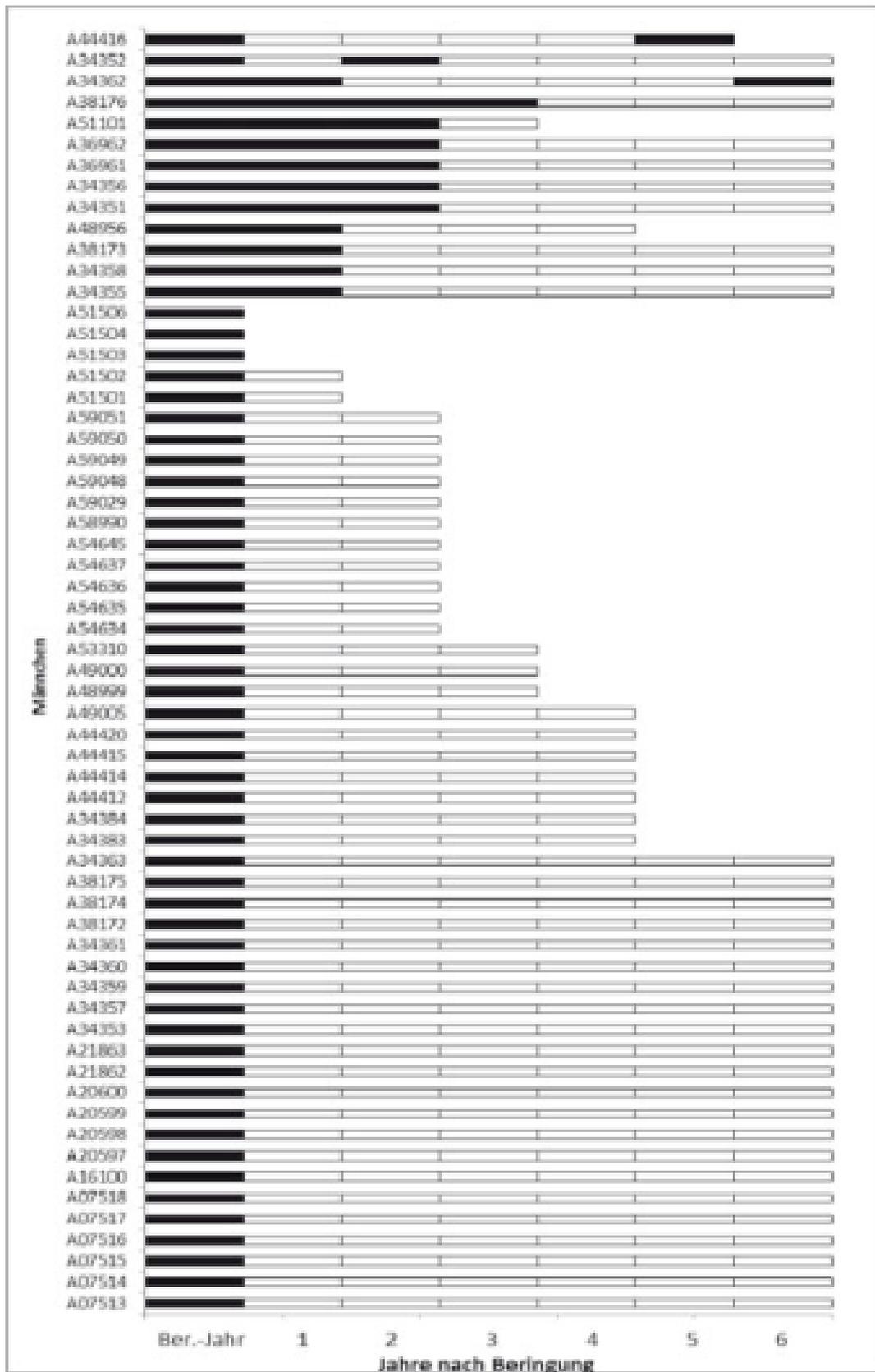


Abbildung 8 Nachweise von 1996 bis 2006 im Carmzower Wald adult beringten Männchen (61 Beringungen, 13 Rückkehrer in Folgejahren); schwarze Balken symbolisieren Jahre mit Nachweisen; weiße Balken symbolisieren Jahre, in denen ein Fund der Tiere theoretisch möglich gewesen wäre aber kein Nachweis gelang.

4.1.2.3 Alter

Jährliche Altersstrukturen analog denen für uckermärkische Abendseglerweibchen (HEISE & BLOHM 2003) sind wegen der niedrigen Wiederfundzahlen der Männchen auch nach 38 Untersuchungsjahren nicht sinnvoll darstellbar. Die Kontrollergebnisse werden deshalb für den Zeitraum 1996 bis 2006 zusammengefasst, in Abb. 9 für juvenil und in Abb. 10 für adult beringte Tiere. Bei Männchen, die in einzelnen Jahren nicht nachgewiesen werden konnten, nachweislich aber noch am Leben waren (Kontrollen in Folgejahren), wurden die „Fehljahre“ in den Abb. 9 und 10 ergänzt.

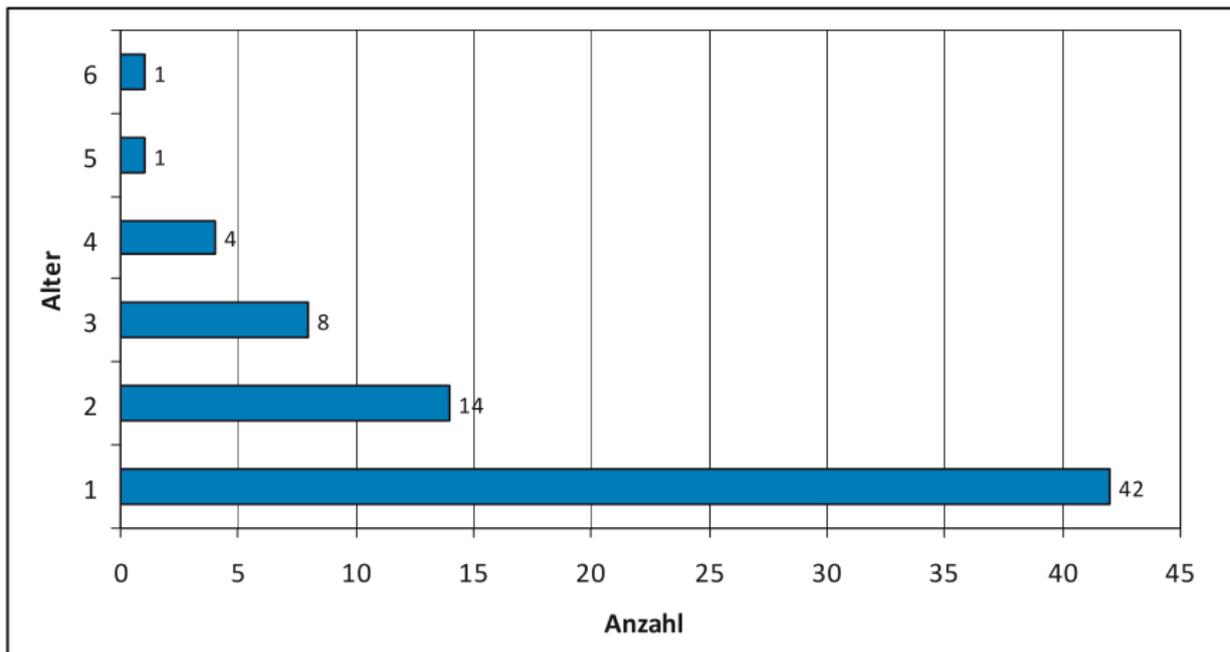


Abbildung 9 Alter von 42 in ihre Geburtswochenstube Carmzower Wald zurückgekehrter Abendseglermännchen (Zusammenfassung der Geburtsjahrgänge 1996-2006, Fehljahre nachweislich noch lebender Tiere ergänzt).

Im Carmzower Wald beringte Männchen erreichten damit ein nachgewiesenes Höchstalter von sechs (Jungtier-Beringungen, Abb. 9) bzw. mind. sieben Jahren (Alttier-Beringungen, Abb. 10). Die ersten drei Jahrgänge machen sowohl bei den jung als auch bei den alt Markierten 91 % der „Funde“ aus, wobei in beiden Fällen die Ein- bzw. mind. Einjährigen auffallend dominieren.

Zwischen 1970 und 2006 in anderen uckermärkischen Wäldern kontrollierte Männchen erreichten ein nachgewiesenes Höchstalter von fünf bzw. mind. fünf Jahren.

Die bislang ältesten uckermärkischen Männchen sind damit die im Carmzower Wald ansässigen Tiere A34362 (mind. 7 Jahre und 2 Monate; am 15.09.2001 adult beringt; 6 Kontrollen am Beringungsort) und A31672 (6 Jahre und 2 Monate; am 18.07.2001 juvenil beringt; 8 Kontrollen am Beringungsort). Für die Altersberechnung wurde der 15. Juni als Geburtstermin angenommen.

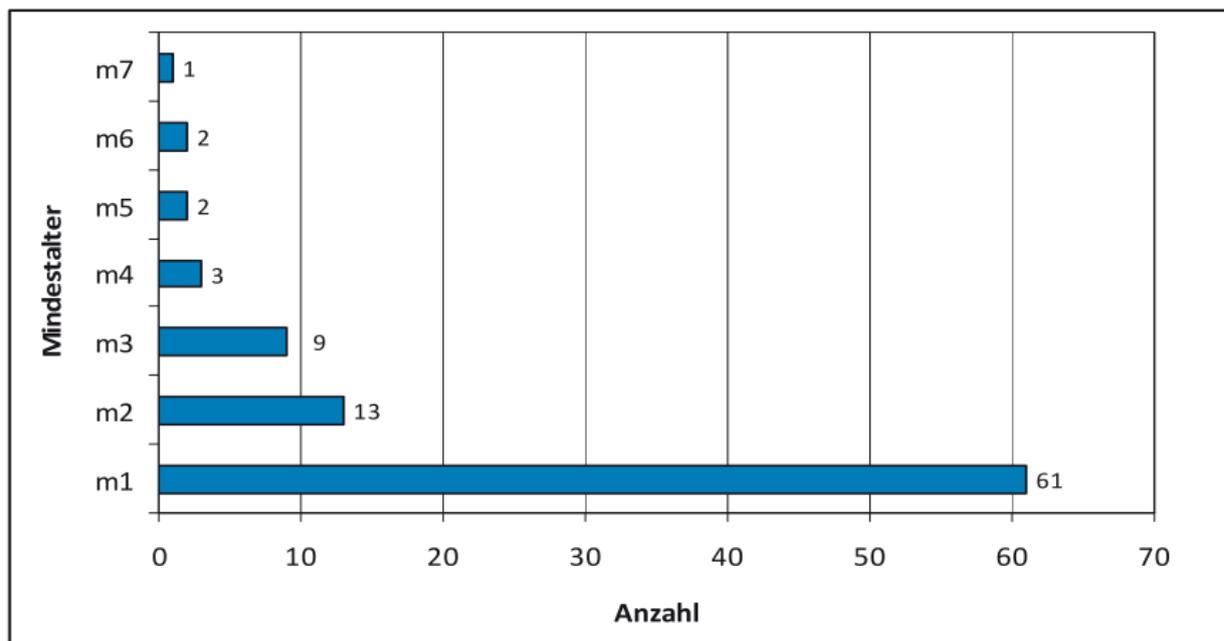


Abbildung 10 Mindestalter von 61 im Carmzower Wald adult beringten Abendseglermännchen („m1“ = mind. einjährige Tiere im Beringungsjahr, „m2“ = mind. zweijährige Tiere im Jahr nach der Beringung usw.; Zusammenfassung für den Zeitraum 1996-2006, Fehljahre nachweislich noch lebender Tiere ergänzt).

4.1.3 Diskussion

4.1.3.1 Ansiedlungsverhalten und Ortstreue

Methodenkritik

Ein Problem jeder Beringungsstudie im Freiland ist der niemals vollständig zu erreichende Fang der gesamten Gesellschaft. Es kann deshalb nicht sicher unterschieden werden, ob nicht gefangene Tiere nicht mehr leben, ob sie sich außerhalb des Untersuchungsgebietes angesiedelt haben oder ob sie sich lediglich durch Besiedlung eines unbekanntes Quartiers im Untersuchungswald dem Fang entzogen haben. Die Wahrscheinlichkeit, die zuletzt genannten Tiere zu übersehen, ist in alten naturhöhlenreichen Wäldern größer als in höhlenarmen Jungbeständen. Der sich daraus ergebende Fehler kann nicht genau quantifiziert werden, dürfte jedoch vorliegend durch eine unveränderte Bearbeitungsintensität über den Untersuchungszeitraum gleich geblieben sein.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden im Carmzower Wald gesammelt, wo meist ein nahezu vollständiger Zugriff auf die Gesellschaft möglich war (vgl. Kap. 3). Ergänzend zu den hier ausgewerteten Fängen wurde in diesem Wald häufig während des Sommerhalbjahrs kontrolliert (zwischen 1993 und 2006 insgesamt 525 Begehungen). Durch Farbberingung konnten die Tiere hierbei störungsfrei einem Geburtsjahrgang zugeordnet und nach Geschlechtern unterschieden werden. Die bislang nicht publizierten Befunde dieser ergänzenden Untersuchungen bestätigen die in vorliegender Arbeit präsentierten Ergebnisse in allen Punkten und lassen sogar vermuten, dass der Anteil am Geburtsort verbleibender oder an diesen zurückkehrender Männchen (vgl. Kap. 4.1.2.1) noch etwas höher ist, als es sich allein aus den Beringungsdaten ergibt. Zwar kann auch diese hohe Untersuchungsintensität das Übersehen einzelner Tiere nicht vollständig ausschließen, es darf jedoch als sicher gelten, dass der Bestand im Wesentlichen erfasst wurde.

Zunahme der Rückkehrer/Änderung des Geschlechterverhältnisses im Wochenstubengebiet/Zugverhalten/Mobilität

Bereits STRELKOV (1969) diskutiert das Problem der unterschiedlichen Sommerverbreitung der Geschlechter für die migrierenden Fledermausarten der ehemaligen Sowjetunion. Seine Einschätzung, dass die Männchen fernziehender Arten – u. a. Abendsegler – nicht oder nur in geringer Individuenzahl in den Wochenstubengebieten auftauchen, galt bis vor kurzem in vollem Umfang auch für Mitteleuropa (vgl. u. a. zusammenfassende Darstellungen in MESCHÉDE & HELLER 2000, STEFFENS et al. 2004, GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011, für Brandenburg SCHMIDT 1997) und explizit auch für das uckermärkische Untersuchungsgebiet. So nennt HEISE (1999) in einer Zwischenauswertung für den Zeitraum 1970-1997 lediglich zwei Fälle, in denen Männchen in Folgejahren an ihrem Geburtsort kontrolliert wurden. Bei 2.229 ausgewerteten Beringungen ergibt dies rechnerisch eine Rückkehrerrate von nur 0,09 %. Tatsächlich ist nicht bekannt, ob die Tiere nach einer Überwinterung im Süden oder Westen in ihre Geburtswälder zurückkamen oder ob sie eher als „Hierbleiber“ bzw. „Nichtzieher“ zu bezeichnen wären, die in der Nähe der Geburtswochenstuben überwinterten. Vereinfachend soll weiterhin der Begriff „Rückkehrer“ verwendet werden.

Wie Abb. 5 dokumentiert, änderte sich dies jedoch ab Mitte der 1990er Jahre schnell. Rückkehrer wurden nun mit Ausnahme des Jahres 1999 alljährlich und in steigender Zahl festgestellt. Die bislang höchste Rückkehrerquote erbrachte mit 8,9 % der Carmzower Geburtsjahrgang 2000 (fünf Rückkehrer von 56 beringten Jungtieren). Der steigende Anteil der Rückkehrer ist eine Entwicklung der letzten Jahre und setzte sich selbst bei sinkenden Beringungszahlen zum Ende des Untersuchungszeitraums fort. Der Carmzower Wald nimmt indes keine „Sonderstellung“ ein, denn auch in den anderen Gesellschaften gelangen die entsprechenden Funde regelmäßig erst ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre. Wegen der stark eingeschränkten Beringung junger Männchen ab 2001 konnte diese Entwicklung aber nur im Carmzower Wald bis zum Ende des Auswertungszeitraums dokumentiert werden.

Parallel zur Zunahme der Rückkehrer wurden ab Mitte der 1990er Jahre in allen kontrollierten Wochenstubengesellschaften steigende Zahlen adulter Männchen registriert. Bei vielen von ihnen dürfte es sich um Geburtsortrückkehrer handeln. Zwar dominieren die Weibchen im Sommer auch heute noch deutlich, der Männchenanteil unter den Alttieren hat sich aber stetig erhöht und erreichte im Jahre 2003 bereits 6,6 % der kontrollierten Alttiere (n=656; Abb. 6). Einzelne adulte Männchen und Männchengruppen sind in den Wochenstubenwäldern während des Sommerhalbjahres folglich nicht mehr die Ausnahme, sondern die Regel.

Vermehrte Wiederfunde von Abendseglermännchen an ihrem Geburtsort und allgemein steigende Zahlen adulter Männchen im Wochenstubengebiet sind durch die in den Abb. 5 und 6 dargestellten Ergebnisse belegt. Fraglich ist jedoch der „Zugstatus“ dieser Männchen. Ziehen sie, wie die Weibchen, zwischen ihren Sommer- und Winterlebensräumen oder sind sie ganzjährig standorttreu?

STRELKOV (1969) geht davon aus, dass die während des Sommerhalbjahres räumlich von den Weibchen separierten Männchen nur in geringerem Maße ziehen. DIETZ et al. (2016b) beschreiben die Ansiedlung von Abendseglermännchen entlang der Zugwege der Weibchen oder in den Überwinterungsgebieten und vermuten, dass die Männchen danach keine saisonalen Wanderungen mehr unternehmen. Sie begründen dies mit der Vermeidung intraspezifischer

Konkurrenz in den Sommerlebensräumen und dem für die Männchen vorteilhaften Verzicht auf vermutlich riskante Langstreckenwanderungen. Klare Belege für diese Hypothese sind schwer zu erbringen, da nur ausnahmsweise sowohl der Winter- als auch der Sommeraufenthalt einzelner Tiere bekannt werden. So kann ESTOK (2007) lediglich die ganzjährige Anwesenheit von Männchen in Nordost-Ungarn bei gleichzeitigem Fehlen der Weibchen während der Wochenstubenperiode konstatieren, zur Herkunft und zum Verbleib einzelner Tiere aber keine Aussagen treffen. IBANEZ et al. (2009) beschreiben für die Iberische Halbinsel ein breites Spektrum des Zugverhaltens von *N. noctula*: Während im Norden ganzjährig Männchen, Weibchen aber nur zur Paarungszeit vorkommen, sind die Geschlechter im Wochenstubenareal in den zentralen und südlichen Bereichen lediglich in den Quartieren bzw. auf regionaler Ebene (Höhenlage) getrennt. Nach Ansicht der Autoren ist die Segregation in den nördlichen und teilweise zentralen Regionen im Wesentlichen das Ergebnis von Langstreckenzügen der Weibchen, während die Männchen überwiegend standorttreu sind. Auch diese Befunde basieren aber lediglich auf der festgestellten Verbreitung der Geschlechter im Bearbeitungsgebiet und geben keine Auskunft über das Verhalten einzelner Individuen.

GEBHARD (1997) berichtet für den Raum Basel und DEVRIENT & WOHLGEMUTH (2002) sowie WOHLGEMUTH (mdl.) für Nordrhein-Westfalen über Männchen, die ganzjährig im Gebiet leben. In beiden Fällen handelt es sich zumindest teilweise um dort geborene Tiere, also Nichtzieher. SCHMIDT (2006, 2007), in dessen ostbrandenburgischem Untersuchungsgebiet seit einigen Jahren ebenfalls Abendsegler überwintern, geht von einem zunehmenden Anteil nichtziehender Männchen aus. TEIGE (in lit.) kontrollierte in Berlin zwei Männchen, die nachweislich an ihrem Geburtsort überwinterten. Entsprechende Nachweise gibt es auch aus dem Rostocker Umland (HERMANN in lit.) und aus Schleswig-Holstein (HARRJE in lit.). Für die Uckermark ist ebenfalls ein zunehmender Anteil ganzjährig im Gebiet anwesender Männchen anzunehmen und mittlerweile auch durch Ringfunde belegt. Im Carmzower Wald ansässige Männchen besiedeln regelmäßig bis spät in den November (im Extremfall bis Dezember) die Kästen und tauchen im Frühjahr meist deutlich vor den Weibchen wieder dort auf. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Tiere bei plötzlichen Kälteeinbrüchen noch Wanderungen in weit entfernte Überwinterungsgebiete unternehmen. Vielmehr ist anzunehmen, dass sie in der näheren Umgebung des Sommerlebensraumes überwintern. Ein Indiz hierfür ist auch der Ringfund eines im Melzower Forst geborenen Männchens 40 km südsüdwestlich in einer alljährlich als Winterquartier genutzten Buche (Nr. 28 in Tab. 6). In dieselbe Richtung deuten die Wiederfunde adult markierter Männchen. Mit einer Ausnahme (vgl. 4.1.2.2) wurden sie ausschließlich am Beringungsort wiedergefangen, während Fernfunde fehlen. Obwohl die ganzjährige Anwesenheit der Tiere im jeweiligen Ansiedlungsgebiet aus methodischen Gründen kaum zweifelsfrei zu belegen ist (so berichtet HEDDERGOTT (mdl.) über die sommerliche Abwesenheit von Männchen in seinem UG bei Leinefelde/Thüringen), sprechen die o. g. Beobachtungen für eine insgesamt geringe Mobilität adulter Männchen. Durch den Verzicht auf längere Wanderungen sind diese jedoch in erheblich stärkerem Maße durch strenge Winter gefährdet (SCHMIDT 2006, 2007).

Während sich die Winternachweise geburtsortstreuer Männchen in den letzten Jahren häuften, gibt es bis heute nur ganz wenige Fälle, in denen Sommer- und Winteraufenthalt ziehender Tiere bekannt wurden. Mehr als 6.000 Männchenberingungen in der Uckermark erbrachten nur einen einzigen solchen Nachweis: Das im Jahre 2002 in seiner Geburtswochenstube im Carmzower Wald markierte Männchen A39088 wurde drei Jahre später von H.-J. WINDELN bei Geldern, 559

km westsüdwestlich, zunächst im Winterquartier und einige Monate später nur wenige hundert Meter entfernt in Paarungskondition in einem Kasten kontrolliert. Nur SCHMIDT (in lit.) und HERMANN (in lit.) berichten über Nachweise (einzelner) Männchen, die nach einem Fernfund an den Beringungsort zurückkehrten, also demnach auch als Alttiere größere Strecken zurücklegten. Leider fehlen Details zu diesen Nachweisen.

Es deutet sich an, dass sich auch die Zugstrecken der Männchen im Laufe der Jahre verkürzten (Tab. 6). Diese Entwicklung geht wie bei den Weibchen mit einer größeren Variabilität der Zugrichtung (nicht mehr nur in Richtung SW, sondern in einem Sektor von SSO bis WNW) und zunehmenden Überwinterungsversuchen im Wochenstubenareal einher, die noch vor wenigen Jahren absolute Ausnahmen darstellten (WEID 2002, HEISE & BLOHM 2004, SCHMIDT 2006, 2007, BLOHM & HEISE 2008, BLOHM & HEISE unpubl.). Die zunächst nur aus ozeanisch beeinflussten Gebieten Mecklenburg-Vorpommerns und Schleswig-Holsteins bekannten „Teilizierpopulationen“ haben sich innerhalb weniger Jahre auch im kontinental geprägten Brandenburg herausgebildet. Dies stimmt gut mit dem Befund überein, dass acht der zehn wärmsten Winter der letzten 140 Jahre in Brandenburg nach 1990 registriert wurden, davon sechs nach der Jahrtausendwende (DEUTSCHER WETTERDIENST 2021). Da sich in den Paarungsgruppen am Geburtsort etablierter Männchen in der Mehrzahl Weibchen derselben Wochenstubengesellschaft aufhalten, stellt sich die Frage, ob durch die vermutlich klimatisch bedingte Zunahme nichtziehender „Geburtsortansiedler“ die genetische Variabilität der mittel- und osteuropäischen Abendseglerpopulation auf lange Sicht eingeschränkt wird. Zumindest werden die beiden wichtigsten Faktoren für eine großflächige genetische Durchmischung zunehmend ausgeschaltet – das Dispersal der Männchen und die Paarung der Weibchen entlang ihrer Zugwege (vgl. PETIT & MAYER 1999, MAYER et al. 2002).

Ansiedlungsverhalten und Ortstreue

Seit Mitte der 1990er Jahre bis heute wurden zwei Fänge pro Jahr durchgeführt, der erste Mitte Juli, unmittelbar nach dem Flüggewerden der Jungtiere, aber noch vor Auflösung der Wochenstuben, der nächste etwa zwei Wochen später. Beim Zweitfang konnten zwischen 13 und 65 % der beim Erstfang markierten jungen Männchen nochmals im Geburtswald bestätigt werden. Die Höhe dieses Wertes hat keinen Einfluss auf den Anteil der in Folgejahren in die Gesellschaft zurückkehrenden Tiere. Möglicherweise kommen aber beim Zweitfang noch anwesende Tiere in den Folgejahren häufiger an den Geburtsort zurück als früher abziehende (von 42 Carmzower Rückkehrern beim Zweitfang 25 (60 %) anwesend und 17 (40 %) fehlend) oder verlassen diesen gar nicht erst. 10 Funde junger Männchen in Wochenstubengesellschaften benachbarter Wälder können lediglich als Indiz für die hohe Mobilität nach Auflösung der Wochenstuben gewertet werden, da es in keinem Falle zu einer Ansiedlung in Folgejahren kam (Tab. 4).

30 der 34 Fernfunde (Tab. 6) wurden als Zugfunde oder Kontrollen im Überwinterungsgebiet eingestuft. Es ist wahrscheinlich, dass sich darunter auch Ansiedler befanden. Da die Funddaten aber innerhalb der für den Abendsegler bekannten Zugzeiten liegen und über den Verbleib von Überwinterern mit Ausnahme von Nr. 8 in Tab. 6 nichts bekannt ist, wurden nur die vier in Abb. 3 dargestellten Funde als Fremdansiedlungen in Entfernungen von 291 bis 483 km gewertet. Gut in dieses Bild passt ein von KRONWITTER (1988) mehrfach in seinem bayerischen Sommerlebensraum, 500 km S des Geburtsortes, kontrolliertes Männchen, das SCHMIDT in Ost-

Brandenburg als Jungtier beringt hatte. Ob Fernansiedlungen stets in großer Entfernung vom Geburtsort erfolgen oder dies bei den vier belegten Fällen nur zufällig so war, kann auf Grund der geringen Datenmenge nicht abschließend beurteilt werden.

Den vier „Fernansiedlern“ stehen mind. 56 in Folgejahren am Geburtsort kontrollierte Männchen gegenüber (Kap. 4.1.2.1). Allerdings hat sich vermutlich nur ein (kleiner) Teil dieser Tiere hier auch fest etabliert, war also in mehreren Jahren nachweisbar: Von 42 in den Carmzower Wald zurückgekehrten Männchen wurden 34 (81 %) nur in einem Jahr kontrolliert, davon 28 (67 %) nur im Jahr nach der ersten Überwinterung. Bei den verbleibenden acht Tieren (19 %) ist hingegen eine dauerhafte Anwesenheit anzunehmen, auch wenn es Nachweislücken in einzelnen Jahren gibt (Abb. 7). Da eine stark erhöhte Mortalität dieser Altersklasse unwahrscheinlich ist, müssen die „fehlenden“ Tiere nach ihrem zweiten Sommer an unbekannte Orte abgewandert sein.

Wenngleich die an den Geburtsort zurückkehrenden Abendseglermännchen nicht in die eigentlichen Wochenstubengruppen integriert sind, ähnelt ihr Verhalten dem von Braunen Langohren (*Plecotus auritus*; HEISE & SCHMIDT 1988, v. RIESEN & DOLCH 2003, BURLAND et al. 2006, eigene Feststellungen) und Fransenfledermäusen (*Myotis nattereri*; DOLCH 2003, eigene Feststellungen), bei denen einige Männchen nach der ersten Überwinterung in ihre Geburtswochenstube zurückkehren, in Folgejahren aber fehlen. Ob auch beim Abendsegler – wie von SCHMIDT (1991) für die Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) vermutet – die Dominanz etablierter adulter Männchen die Ansiedlung von Einjährigen limitiert, darf bezweifelt werden, da ältere und vorjährige Tiere nicht nur gemischte Männchengruppen bilden, sondern nachweislich auch erfolgreich und dauerhaft eigene Quartiere besetzen und Paarungsgruppen gründen. In diesem Zusammenhang ist allerdings anzumerken, dass in den uckermärkischen Untersuchungsgebieten bislang ein Überangebot geeigneter Quartiere (Kästen) zur Verfügung stand. Sollten die seit Jahren zu beobachtenden Bestandszunahmen weiter anhalten (BLOHM & HEISE 2009a), wird es zwangsläufig zu einer verstärkten Quartierkonkurrenz zwischen Weibchen und Männchen und in der Folge auch zwischen den Männchen kommen. Dies würde sich mit Beobachtungen von SCHMIDT (2000) an der Rauhautfledermaus decken, nach denen in Folge der Etablierung von Wochenstubengesellschaften die Männchenzahlen zurückgingen. Inwieweit die von SCHMIDT (1991) für die Rauhautfledermaus beschriebenen Unterschiede in der Ansiedlungsrate junger Männchen in Abhängigkeit von der Strenge des Winters auch für den Abendsegler gelten, muss offen bleiben, da die Folge milder Winter und die allgemein steigenden Wiederfundzahlen im Untersuchungszeitraum dies überlagerten.

Daneben gibt es Männchen, die offenbar erst im dritten Lebensjahr wieder am Geburtsort erscheinen, sich dort ansiedeln, die Zwischenzeit aber an unbekanntem Orten verbracht haben (Abb. 7 und 8). Da der Nachwuchs der Carmzower Gesellschaft nahezu vollständig beringt wurde, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Mehrzahl der dort adult markierten Männchen andernorts geboren wurde und der Carmzower Wald für sie nur eine „Zwischenstation“ darstellte. Für die Rauhautfledermaus, die dem Abendsegler in ökologischer Sicht näher steht als *Plecotus auritus* oder *Myotis nattereri*, geht SCHMIDT (1991) ebenfalls davon aus, dass sich die Ansiedlung bis in das dritte Lebensjahr hineinzieht.

Ein weiterer Teil der Männchen kam nach mehrjähriger Abwesenheit vermutlich nur kurz an den Geburtsort zurück, um dann dauerhaft wieder zu verschwinden. Über die zwischenzeitlichen Aufenthaltsorte ist nichts bekannt.

Die vorliegenden Wiederfunde zeichnen somit ein diffuses Bild vom Ansiedlungsverhalten männlicher Abendsegler: Es gibt einen (zunehmenden) Anteil von „Geburtsortansiedlern“ und nach wie vor Nachweise von „Fernansiedlern“ in mehreren hundert Kilometern Entfernung vom Geburtsort. Demgegenüber fehlen Ansiedlungsnachweise sowohl aus gut untersuchten benachbarten uckermärkischen Wäldern in Entfernungen bis zu 25 km als auch aus mittleren Entfernungen (etwa aus Brandenburg oder aus Sachsen-Anhalt). Dies ist bemerkenswert, da es aus beiden Entfernungsbereichen eine Reihe von Zugzeitfunden gibt. PETIT & MAYER (1999) gelangen nach der genetischen Untersuchung von 13 mittel-, ost- und südeuropäischen Abendseglerwochenstuben zu der Auffassung, dass es ein hinreichend großes ungerichtetes Dispersal der Männchen geben muss, um den Genpool ausreichend zu durchmischen. An anderer Stelle verweisen sie aber darauf, dass der Zug diesjähriger Männchen entlang der traditionellen Zugwege der Weibchen die genetische Gruppenzusammensetzung in Süddeutschland und Österreich überwinternder Abendseglergemeinschaften mit erklärt (PETIT & MAYER 2000). Dies stimmt mit den Befunden der Beringung überein, nach denen Fernansiedlungen ausschließlich innerhalb des Hauptzugsektors der Weibchen erfolgten (HEISE & BLOHM 2004). Für fast 99 % der Abendseglermännchen bleibt der Ansiedlungsort aber auch nach fast 40jährigen Untersuchungen unbekannt. Derzeit ist nicht einmal sicher, ob sich überhaupt alle Männchen irgendwann einmal fest ansiedeln oder ob es neben standorttreuen auch zeitlebens vagabundierende Individuen gibt.

4.1.3.2 Alter

Das bislang für freilebende Abendsegler publizierte Höchstalter liegt bei zwölf Jahren (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Für den Bereich der ostdeutschen Bundesländer ist für ein adult beringtes Männchen ein Alter von mindestens sieben Jahren und elf Monaten belegt (SCHMIDT mdl.), HERMANN (in lit.) nennt als Höchstalter für ein Männchen sogar 9 Jahre. Die ältesten Weibchen (zwei zehnjährige und je ein elf- und zwölfjähriges Tier) wurden in der Uckermark nachgewiesen (BLOHM & HEISE 2009b, 2010, unpubl.).

Nach Auswertung 17-jähriger Untersuchungen an Weibchen der Melzower Gesellschaft (HEISE & BLOHM 2003) machen die ersten drei Jahrgänge etwa 83 % aus, die vier- bis sechsjährigen Tiere etwa 15 % und die sieben- bis neunjährigen lediglich etwa 2 %. Entsprechende Vergleichswerte fehlen für Männchen. Vorliegend dominieren die ersten drei Jahrgänge mit 91 % deutlich. Wie unter 4.1.3.1 diskutiert, hat jedoch vermutlich ein Teil der einjährigen bzw. mind. einjährigen Tiere das Untersuchungsgebiet verlassen, ist also noch am Leben. Folglich müssen die realen Werte für diese Altersklassen niedriger liegen als in den Abb. 9 und 10 dargestellt. Dass Männchen bereits ab einem Alter von vier Jahren selten auftreten und acht- und neunjährige Männchen vollständig fehlen, darf mit Blick auf die insgesamt sehr niedrige Wiederfundquote der Männchen nicht verwundern. Schließlich bedurfte es in der Uckermark der Beringung von mehr als 12.000 Weibchen, um gerade einmal 15 neun bis zwölfjährige Exemplare wiederzufinden. Es ist deshalb eine vergleichbare Lebenserwartung der Geschlechter anzunehmen.

Sollte es zutreffen, dass Männchen nach erfolgter Ansiedlung kaum oder nur kurze Strecken ziehen, könnten sie auf Grund geringerer Verluste auf dem Zuge möglicherweise sogar ein höheres Alter erreichen als die noch zu größeren Teilen migrierenden Weibchen. Voraussetzung hierfür wäre allerdings zumindest für die im kontinental geprägten Wochenstubenareal überwinternden Männchen die Fortsetzung der Folge recht milder Winter.

4.1.4 Zusammenfassung

Von 1970 bis 2007 wurden in der Uckermark (Nordostbrandenburg) 5.406 junge (diesjährige) und 505 alte (mind. einjährige) Abendseglermännchen (*Nyctalus noctula*) mit Unterarmklammern der Beringungszentrale Dresden markiert. Von den insgesamt 5.911 Ringtieren erbrachten 1.545 Individuen insgesamt 1.688 Wiederfunde. Die meisten Wiederfunde stammen von Jungtieren (n=1.400), die vor ihrem Abzug in die Winterquartiere noch einmal am Geburtsort (Geburtswald) kontrolliert wurden.

34 der juvenil markierten Männchen wurden außerhalb der Uckermark wiedergefunden. Vier davon hatten sich 291 bis 483, im Mittel 417, km westsüdwestlich bis südsüdwestlich vom Geburtsort angesiedelt (Abb. 3, 4). 13 weitere wurden in Winterquartieren oder in deren unmittelbarer Nähe und 17 während der Zugzeiten kontrolliert. Hierunter könnten sich weitere Ansiedler befunden haben. Keines dieser Tiere konnte später noch einmal in der Uckermark nachgewiesen werden.

Von zehn Männchen, die im Geburtsjahr in anderen uckermärkischen Wäldern kontrolliert wurden, siedelte sich keines dort an. Mind. 56 (1 %) der juvenil Markierten wurden einjährig oder älter wieder in der Uckermark angetroffen, manche mehrere Jahre hintereinander aber ausnahmslos in ihrem Geburtswald. Der Anteil dieser Tiere hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen, wobei unklar ist, ob es sich hier tatsächlich noch um Fernzieher („Rückkehrer“) oder um Nichtzieher („Hierbleiber“) handelt. Letzteres würde dem Entwicklungstrend der Art entsprechen und dürfte zumindest für einen Teil der Tiere zutreffen. Ein Teil der Männchen siedelt sich vermutlich erst nach der zweiten Überwinterung fest an, ob es auch nicht sesshafte, zeitlebens vagabundierende Tiere gibt, ist unbekannt.

Die 505 adult markierten Männchen erbrachten nur einen Fernfund aus dem Winterquartier. 32 (6,3 %) wurden in den Folgejahren wieder in der Uckermark festgestellt, ebenfalls ausschließlich an ihrem Beringungsort und z. T. mehrere Jahre hintereinander. Es wird vermutet, dass in der Uckermark ansässige adulte Abendseglermännchen keine weiten Wanderungen mehr unternehmen.

Das ermittelte Höchstalter für Männchen beträgt in der Uckermark mind. sieben Jahre und 2 Monate. Es wird von einer annähernd gleichen Lebenserwartung der Geschlechter ausgegangen.

4.1.5 Summary

Between 1970 and 2007 5,406 juvenile and 505 adult male noctules (*Nyctalus noctula*) were banded in the Uckermark district which is located in northeast Brandenburg. Out of these 5,911 ringed individuals 1,545 have been detected later again (altogether 1,688 times). Most recoveries (n=1.400) result from juveniles, which were checked before leaving their birthplaces.

Outside the Uckermark district 34 males were checked. Four out of the 34 males colonized between 291 and 483 km (average 417 km) in west-southwest and south-southwest direction from their birthplace (Fig. 3). Moreover 13 noctules were detected in or close to hibernacula and 17 were checked during migration time. It is possible that there are more settlers within the last-mentioned groups. None of these 34 individuals was spotted again in the investigation area.

No one of the 10 males that were checked in other forests of the district of Uckermark (different from their birthplaces) colonized in their years of birth. In subsequent years 56 (1 %) of juvenile

banded males returned to their birthplaces. The percentage of these returnees increased within the last years. Possibly some or most of these specimens did not migrate at all and spent also the winter half year in the district of Uckermark. An unknown percentage of males does not establish before its second winter season. It is unknown, whether there are some all their life vagrant males, too.

There is only one recovery of an adult banded male outside the investigation area. In the subsequent years 32 specimens (6.3 %) were checked on their ringing places. It is presumed that established adult males do not migrate long distances anymore.

The oldest male noctule in the Uckermark district was checked at the age of 7 years and 2 months. Probably life expectancy of males and females is alike.

Tabelle 6 Fernfunde im Geburtsjahr in der Uckermark beringter Männchen (n=34) (Nr. alt – Nr. aus Heise & Blohm 2004; ZU – Kontrolle auf dem Zug (Zeitraum August bis November und März bis 25. Mai); WQ – Kontrolle im oder am Winterquartier bzw. Funde im Zeitraum Dezember-Februar; AN – Ansiedlung, Kontrolle im Sommerlebensraum außerhalb der Geburtsgesellschaft zwischen 26. Mai und 31. Juli).

Nr.	Nr. alt	Ring-Nr.	Ber-Datum	Ber-Ort	WF-Datum	Wf-Ort	Entfernung	Rich-tung	Finder	ZU	WQ	AN	Bemerkungen
1	/	A60980	31.07.2005	Carmzower Wald	21.12.2005	Berlin-Biesdorf	103	SSW	T.Teige		x		mit weiteren 34 Ex. überwintert in Flm-Kasten
2	/	A59148	16.07.2005	Carmzower Wald	22.10.2005	Nürnberg	483	SSW	K.Wendl	x			mit 2,3 Tieren in Flm-Kasten
3	/	A57986	16.07.2005	Carmzower Wald	28.03.2006	Preetz	265	WNW	P.Borkenhagen		x		tot nach Fällung Höhlenbaum, mit weiteren Ex
4	/	A48931	29.07.2003	Carmzower Wald	14.08.2003	Holzwickede	484	WSW	I.Devriend/ R.Wohlgemut	x			WF mit 2,3 weiteren Tieren
5	/	A39151	16.07.2002	Carmzower Wald	17.09.2003	Schwiesau, Hellberge	205	WSW	B.Hecht	x			
6	/	A39115	16.07.2002	Carmzower Wald	26.02.2003	Geesthacht	240	W	H.Bahr		x		frischtot in Flm-Winterkasten mit 20 lebenden Ex.
7	/	A39114	16.07.2002	Carmzower Wald	22.01.2004	Büickenburg, OT Cammer	361	WSW	S.Pinnow		x		bei Fällarbeiten mit 120 zumeist überlebenden Tieren
8	/	A39088	16.07.2002	Carmzower Wald	19.02. u. 03.09.2005	Geldern	559	WSW	H.-J. Windeln	x	x		im Feb. in Winterkasten, Anfang Sept. in Paarungskondition 500 m entfernt in Kasten
9	/	A37358	21.07.2001	Damerower Wald	18.02.2006	Havelberg, Teerofen	118	WSW	P.Busse		x		
10	74	A36955	17.07.2001	Melzower Forst	21.05.2002	Cheine	193	W	B.Hecht	x			mit einem weiteren M. in Flm-Kasten
11	72	A36767	17.07.2001	Melzower Forst	04.05.2002	Münster-Hiltrup	449	WSW	C.Trappmann	x			in Flm-Kasten mit 9 weiteren Ex.
12	31	A28315	18.07.2000	Kiecker	25.11.2000	Kaiserslautern	596	SW	H.Wissing		x		in offener Loggia mit 64 weiteren Ex. (ehemaliges Winterquartier)
13	/	A28016	16.07.2000	Kleine Heide	24.06.2004	Hassfurt	422	SSW	J.Thein			x	sterbend nach schwerer Verletzung
14	49	A23049	16.07.2000	Kleine Heide	09.05.2001	Gießen	454	SW	J. le Marec	x			
15	47	A20969	22.07.1999	Kleine Heide	17.08.1999	Havelberg	117	WSW	A.Bäcker	x			
16	70	A19958	15.07.2000	Melzower Forst	25.04.2001	Neuheim/Jüterbog	141	SSW	G.Maetz	x			
17	45	A18933	18.07.1999	Kleine Heide	01.10.2002	Hagsfeld/Durlach	598	SW	N.Kaja	x			verletzt, in Pflege genommen
18	23	A10859	01.07.1999	Große Heide	26.05.2000	Hundsangen	483	SW	M.Weidenfeller			x	in Flm-Kasten
19	21	A10340	11.08.1996	Große Heide	10.09.1996	Kassel-Niederzwehren	345	SW	K.Bogon	x			

Nr.	Nr. alt	Ring-Nr.	Ber-Datum	Ber-Ort	WF-Datum	Wf-Ort	Entfernung	Richtung	Finder	ZU	WQ	AN	Bemerkungen
20	43	A08473	22.07.1996	Kleine Heide	21./28.09. 1996 u. 01.02.1997	Hanau	483	SW	H.Schwarting		x		
21	42	A08424	22.07.1996	Kleine Heide	28.04.1998 u. 18.10.2000	Winterthur (CH)	732	SSW	Herr Thomas		x		in Flm-Kasten
22	67	A08346	21.07.1996	Melzower Forst	09.04.2000	Krefeld	535	WSW	Frau Funke	x			in Strauch hängend
23	20	A07439	26.07.1997	Große Heide	15.12.1998	München	579	SSW	Frau Kistler		x		fliegendes Tier von Vogel gegriffen und verletzt
24	63	A07261	18.07.1997	Melzower Forst	20.09.1997	Hanau	484	SW	B.Emig-Wa- watschek	x			
25	62	A07223	18.07.1997	Melzower Forst	22.10.2000	Gießen	456	SW	K.Kugelschafter		x		Totfund in Überwinterungshöhle
26	16	A02134	22.07.1995	Große Heide	April-Oktober 99	Leinefelde, OT Brei- tenholz	291	SW	M.Heddergott			x	7 Kontrollen .im Jahresverlauf
27	61	A02112	22.07.1995	Melzower Forst	18.08.1995	Gießen	456	SW	M.Dietz	x			in Baumhöhle mit 130 anderen Ex.
28	57	A00488	20.07.1994	Melzower Forst	17.04.2000	Eberswalde	40	SSW	H.Matthes u.a.		x		Totfund in Überwinterungshöhle
29	15	A00190	17.07.1994	Große Heide	15.04.1997 u. 20.07.1998	Regensburg	473	SSW	E.Schelbert			x	Funde in Flm-Kästen
30	13	X67555	03.08.1992	Große Heide	23.12.1992 u. 04.01.1993	Nürnberg	470	SSW	Mägdefrau, H.Roer		x		in 253 köpfiger Winterschlafgemeinschaft
31	11	X63533	16.07.1991	Große Heide	20.11.1991	Kaiserslautern	600	SW	H.Roer		x		Lebendfund in Hochhaus (ehemaliges Winterquartier)
32	10	X63114	28.06.1990	Große Heide	14.11.1990	Kaiserslautern	600	SW	H.Roer		x		Lebendfund in Hochhaus (ehemaliges Winterquartier)
33	8	X62577	13.06.1990	Große Heide	17.10.1990	Wiesbaden	500	SW	M.Fuhrmann	x			Lebendfund in Lockkasten
34	34	X9568	28.07.1970	Kleine Heide	24.09.1970	Schänis (CH)	725	SSW	R.Müller-Schweg- ler	x			Netzfang

4.2 Zur Körpergröße adulter uckermärkischer Abendsegler

4.2.1 Einleitung und Fragestellung

Unterarm und 5. Finger sind wichtige feldbiologisch zu ermittelnde Messstrecken bei Fledermäusen. Dabei ist der Unterarm das gebräuchlichste Merkmal zur Beschreibung der Körpergröße (GÖRNER & HACKETHAL 1987, GRIMMBERGER et al. 2009, DIETZ et al. 2016b).

Das Verhältnis von Unterarm zu 5. Finger (ausgedrückt z.B. als Differenz beider Messwerte) kennzeichnet die Flügelbreite und ist damit ein Indikator für das Flug- und Jagdverhalten von Fledermäusen (NORBERG 1986, NEUWEILER 2000). Arten mit kurzen und breiten Flügeln sind langsame, dafür aber wendige Flieger, die häufig in der Deckung von Gehölzen jagen, tief in die dichte Vegetation eindringen oder Beutetiere, kolibriartig in der Luft stehend, von Oberflächen absammeln. Am anderen Ende der Skala stehen Fledermausarten mit langen und schmalen Flügeln, also einer eher schwalbenähnlichen Flügelmorphologie. Hierzu zählen hochmobile, fernwandernde und im freien Luftraum jagende Arten wie der Abendsegler.

Die Körpergröße wird bei Fledermäusen einerseits durch genetische Disposition, andererseits durch Umwelteinflüsse bestimmt. Während einige Autoren Schwankungen mit der Größe der Wochenstube, der Zahl der Jungtiere, dem Alter der Mütter und den Geburtsterminen begründen (HÄUSSLER & BRAUN 1989), weisen andere auf die Bedeutung der Witterung und der Nahrungsverfügbarkeit in der Wachstumsphase hin (HENZE 1966, HEISE 1984, 1994, SCHMIDT 1985, 1987). Demnach begünstigen hohe Temperaturen im Wochenstubenquartier direkt das Wachstum der Jungtiere (ZAHN 1999, TRAPPMANN 2005). Überdies verbessern trocken-warme Sommer das Angebot und die Verfügbarkeit von Nahrungsinsekten für die jagenden Mütter, was sich über eine gleichbleibend hohe Milchsekretion förderlich für die Jungtierentwicklung auswirken sollte.

Die Arbeit präsentiert mit 2.670 Datensätzen die bislang umfangreichste Messreihe zur Körpergröße adulter Abendsegler. Auf dieser Grundlage sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Wie groß werden uckermärkische Abendsegler und wie sind die ermittelten Größen im Vergleich zu Tieren anderer europäischer Herkünfte einzuordnen?
- Gibt es einen Sexualdimorphismus?
- Welche Einflussgrößen bestimmen die finalen Körpergrößen in der Uckermark geborener Abendsegler?
- Sind während des Untersuchungszeitraums Veränderungen der Flügelproportionen zu beobachten?

4.2.2 Ergebnisse

4.2.2.1 Maße von Unterarm und 5. Finger

Von 2.670 adulten Abendseglern (402 ♂, 2.268 ♀) wurden sowohl der UA als auch der 5.F. gemessen (Tab. 7). Die Tabelle enthält 391 Maße von Überwinterern (238 ♂, 153 ♀), alle anderen Messungen erfolgten während des Sommerhalbjahres, überwiegend in Wochenstuben.

Tabelle 7 Maße von Unterarm (UA) und 5. Finger (5.F.) zwischen 1987 und 2006 vermessener Abendsegler (n=2.670).

	Männchen	Weibchen
Anzahl	402	2.268
UA – Variationsbreite	49,2 – 56,9	48,4 – 59,4
UA – Mittelwert	53,4	54,5
UA – Median	53,5	54,5
UA – Standardabweichung	1,382	1,258
5.F. – Variationsbreite	49 – 60	50 – 61
5.F. – Mittelwert	54,9	55,9
5.F. – Median	55,0	56,0
5.F. – Standardabweichung	1,635	1,483
Differenz 5.F. – UA – Variationsbreite	-2,4 – +4,6	-6,5 – +5,4
Differenz 5.F. – UA – Mittelwert	1,4	1,4
Differenz 5.F. – UA – Median	1,5	1,4
Differenz 5.F. – UA – Standardabweichung	1,047	1,057

Das kleinste Männchen (UA 49,2 mm, 5.F. 49 mm) und das Männchen mit dem größten UA (UA 56,9 mm, 5.F. 58 mm) stammen aus dem Carnzower Wald, das ♂ mit dem längsten 5.F. (UA 56,7, 5.F. 60 mm) aus einer Überwinterergruppe bei Brüssow. Abb. 11 enthält die Verteilung der UA-Längen, Abb. 12 die Verteilung der Längen der 5.F..

Unter im Geburtsjahr vermessenen uckermärkischen Männchen waren einige sehr große Individuen, welche die in Tab. 7 für Alttiere genannten Maximalwerte erreichten oder überschritten. Sie wurden in Folgejahren aber nicht mehr als Adulte kontrolliert und fehlen somit in Tab. 7 sowie in Abb. 11 und 12 (UA: 2x 56,9, 1x57,0, 1x57,5 und 1x 58,2 mm).

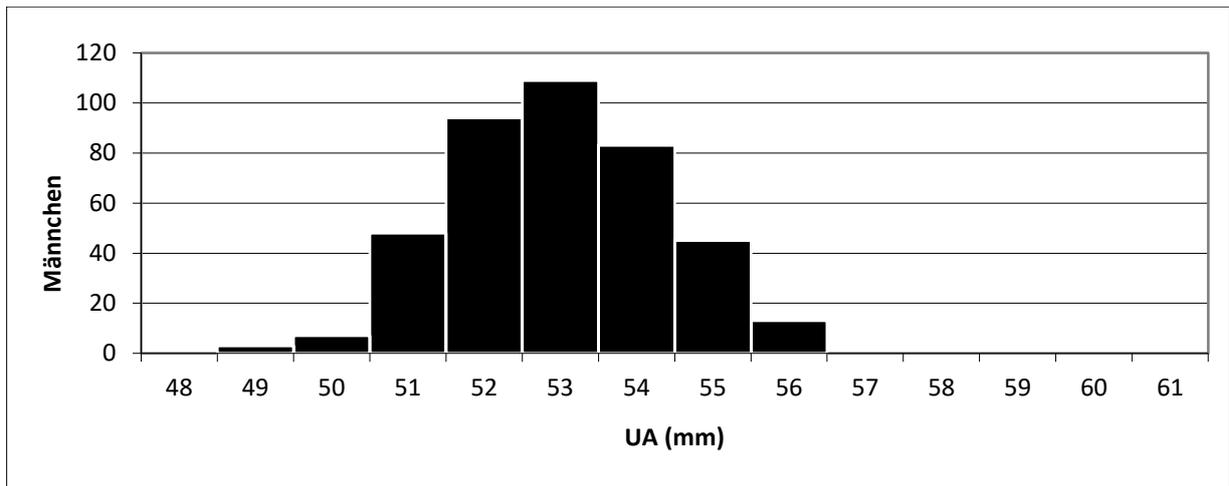


Abbildung 11 Verteilung der Unterarm-Maße adulter uckermärkischer Männchen (n=402).

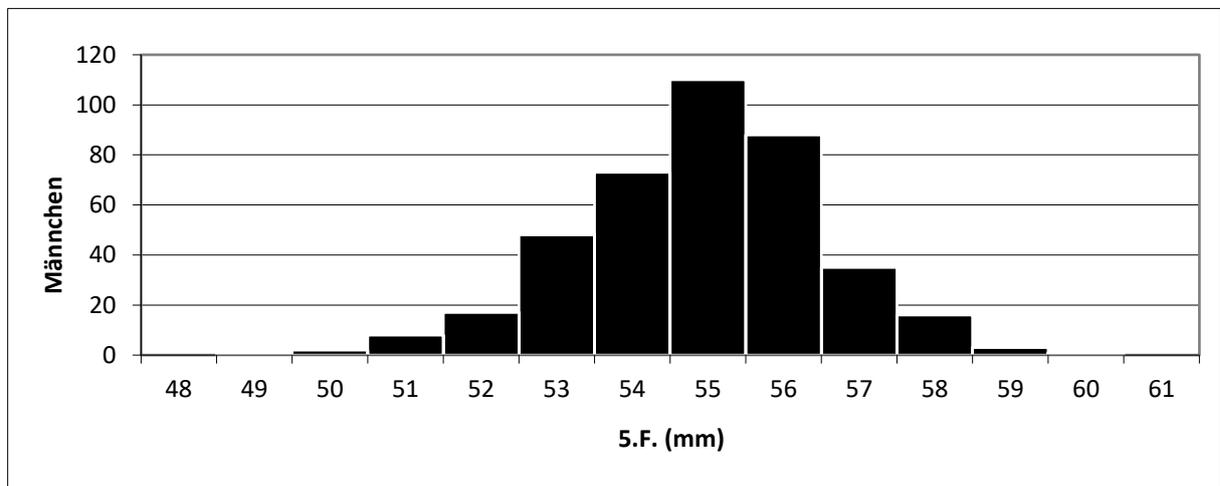


Abbildung 12 Verteilung der Maße der 5. Finger adulter uckermärkischer Männchen (n=402).

Sowohl das kleinste (UA 48,4 mm, 5.F. 50 mm) als auch das größte Weibchen (UA 59,4 mm, 5.F. 61 mm) stammen aus dem Carmzower Wald. Die Verteilung der Unterarmlängen bringt Abb. 13, die der 5.F. Abb. 14.

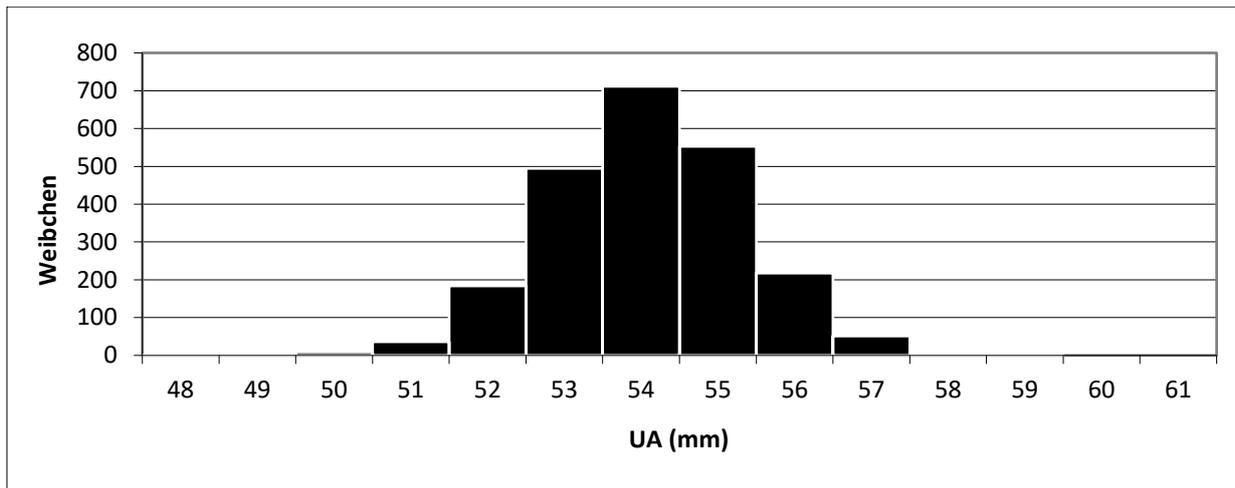


Abbildung 13 Verteilung der Unterarm-Maße adulter uckermärkischer Weibchen ($n=2.268$).

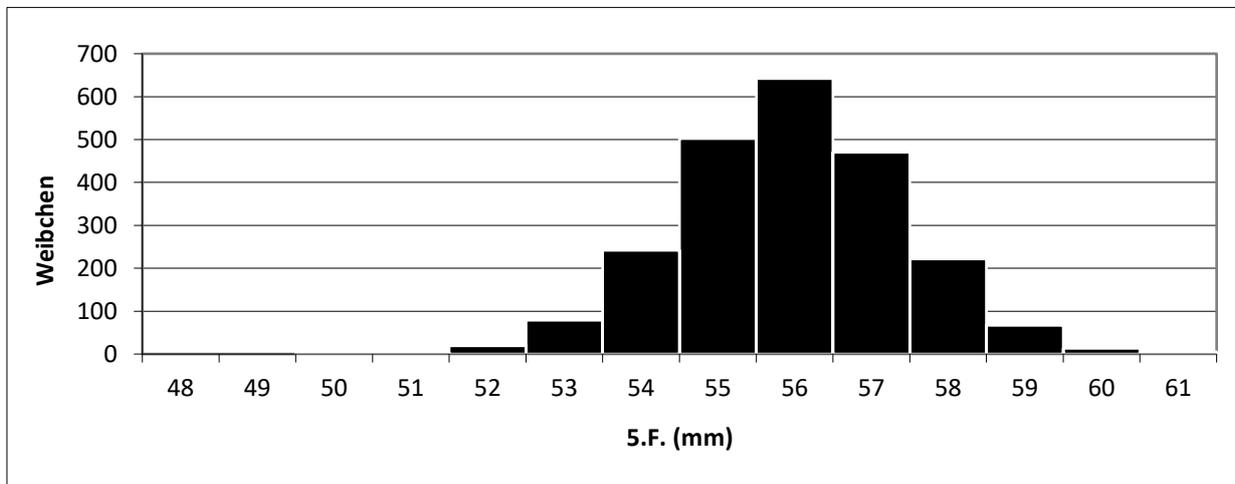


Abbildung 14 Verteilung der Maße der 5. Finger adulter uckermärkischer Weibchen ($n=2.268$).

Die uckermärkischen Tiere zeigen somit sowohl beim UA (bei ♀ 1,1 mm und damit 2 % länger) als auch beim 5.F. (bei ♀ 1,0 mm und damit 1,8 % länger) einen höchst signifikanten Geschlechtsdimorphismus ($p < 0,001$; Doppelter t-Test).

4.2.2.2 Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Geburtsjahrgänge

Bei 1.169 zwischen 1996 und 2006 in den drei Gesellschaften geborenen Weibchen maß der UA durchschnittlich 54,7 mm ($\sigma = 1,266$) und der 5.F. 56,0 mm ($\sigma = 1,510$). Die Jahresmittelwerte der Längen von UA und 5.F. aller drei Gesellschaften zeigten eine deutliche Korrelation (Korrelationskoeffizient nach Pearson=0,81; Abb. 15).

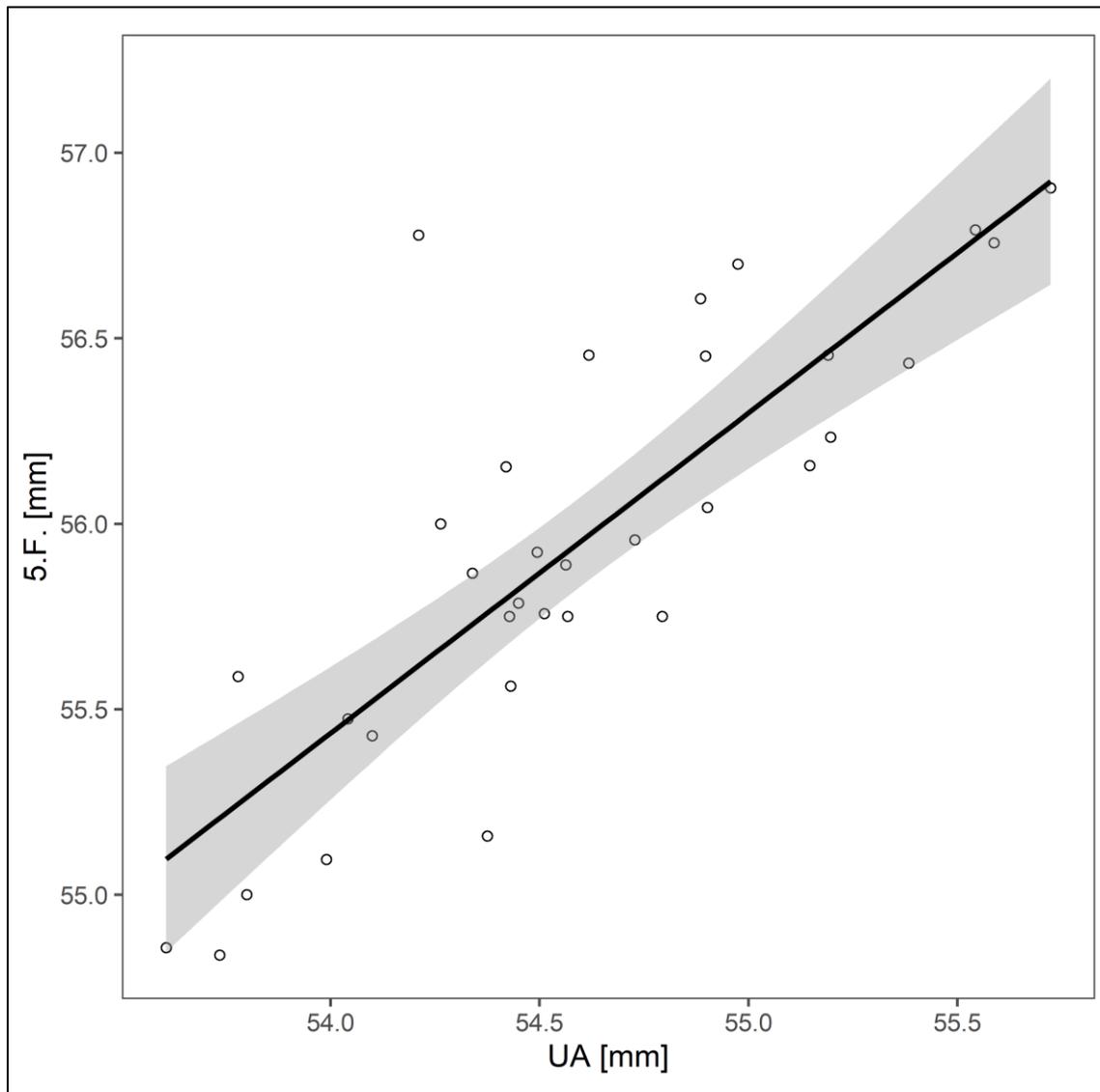


Abbildung 15 Korrelation der Längen von Unterarm und 5. Finger zwischen 1996 und 2006 geborener uckermärkischer Weibchen ($n=1.169$); Mittelwerte pro Wochenstubengesellschaft und Jahr ($n=33$); $p < 0,001$; Korrelationskoeffizient nach Pearson=0,81; grau: 95%-Konfidenzintervalle.

Im Zeitraum 1996 bis 2006 korrelierten die Abweichungen von UA und 5. F. in neun Jahren, 1997 und 1998 wick jeweils nur ein Wert vom Mittel ab. Gegenläufige Abweichungen wurden nicht registriert (Abb. 16).

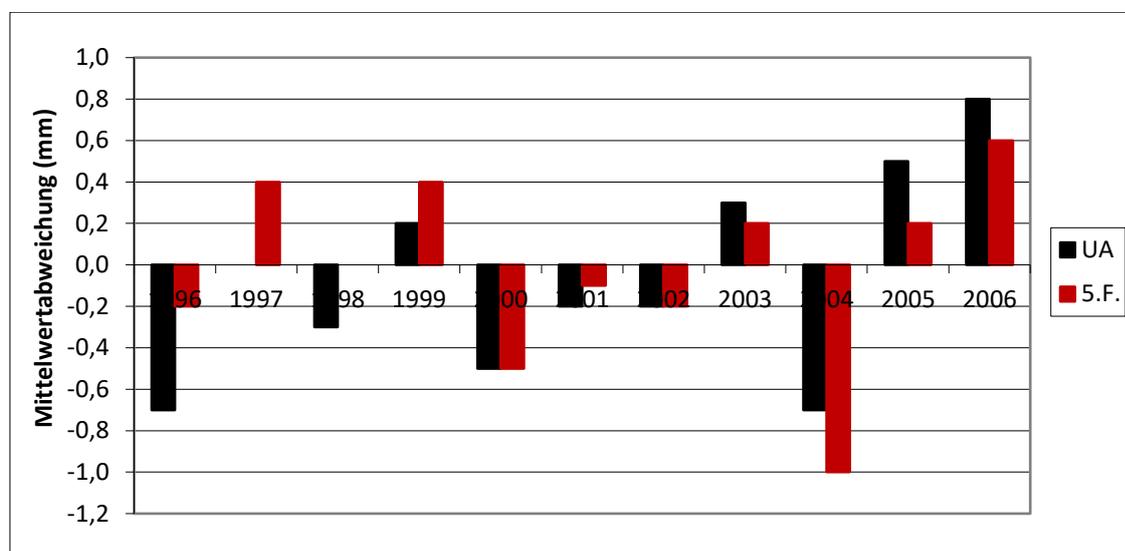


Abbildung 16 Mittelwertabweichungen von Unterarm und 5. Finger zwischen 1996 und 2006 geborener uckermärkischer Weibchen ($n=1.169$; Mittelwert UA: 54,7 mm, Mittelwert 5.F.: 56,0 mm).

Für den UA sind Abweichungen von -0,7 mm (1996 und 2004) bzw. +0,8 mm (2006) vom Mittelwert belegt. 2006 geborene Tiere hatten somit einen um durchschnittlich 1,5 mm längeren UA als 2004 geborene. Beim 5.F. sind die Differenzen noch geringfügig größer: Während der kleine Jahrgang 2004 1,0 mm unter dem Mittelwert lag, war der 5.F. im Jahre 2006 geborener Weibchen 0,6 mm länger als der Durchschnitt. Zwischen dem größten und dem kleinsten Jahrgang bestand somit ein Unterschied von 1,6 mm.

Im Ergebnis kann die Summe der jährlichen Abweichungen von UA und 5.F. als Maß für die Körpergröße der Tiere im jeweiligen Jahr gelten. In Tab. 8 sind die Geburtsjahrgänge nach diesem Index geordnet. Im Jahre 2004 geborene Weibchen waren am kleinsten, im Jahre 2006 geborene am größten.

Tabelle 8 Körpergröße zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen ($n=1.169$); (Abweichung errechnet aus Summen der jährlichen Mittelwertabweichungen von Unterarm und 5. Finger).

Jahr	2004	2000	1996	2002	2001	1998	1997	2003	1999	2005	2006
Abweichung (mm)	-1,7	-1,0	-0,9	-0,4	-0,3	-0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+1,4

Abb. 17 zeigt für den UA, Abb. 19 für den 5.F., dass gerade in Extremjahrgängen (2006 und 2005 bzw. 2004 und 2000) gleichgerichtete Mittelwertabweichungen in allen drei untersuchten Wochenstubengesellschaften auftraten.

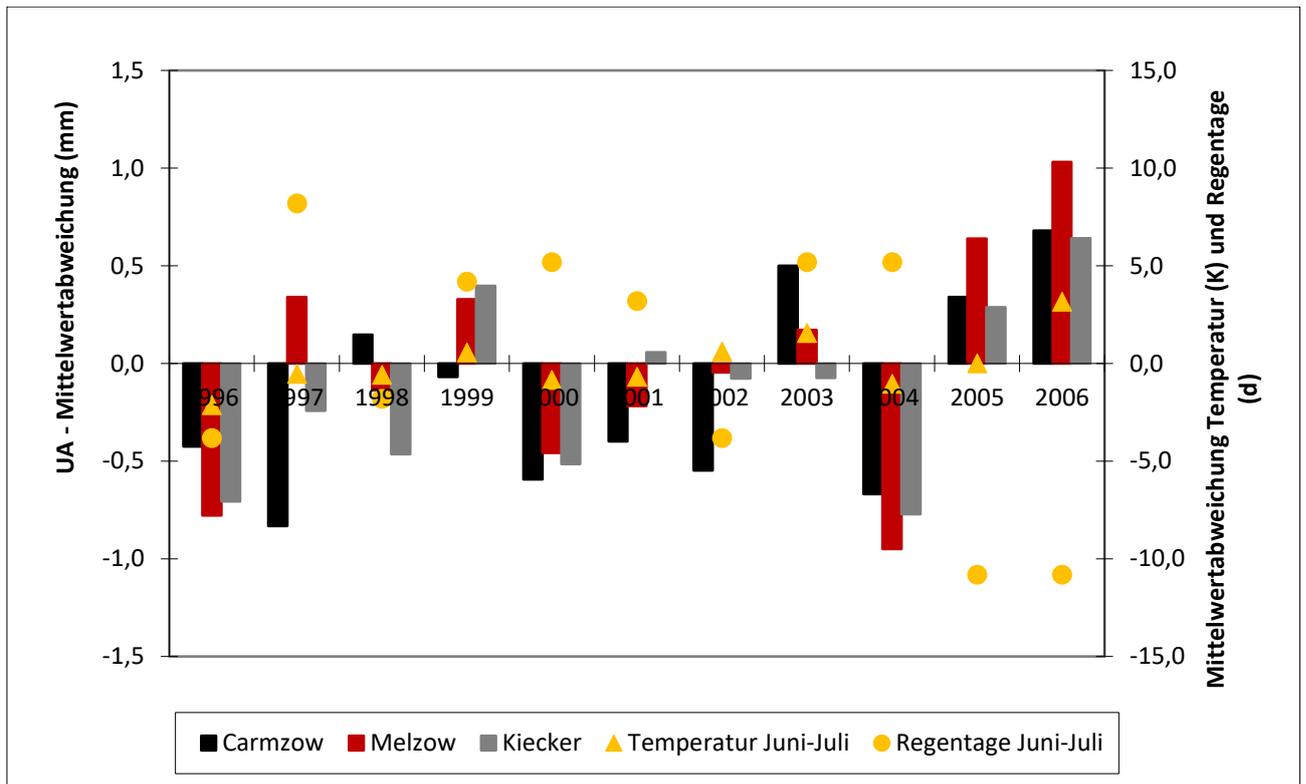


Abbildung 17 Mittelwertabweichungen des Unterarms zwischen 1996 und 2006 im Carmzower Wald ($\varnothing = 55,0$ mm), im Melzower Forst ($\varnothing = 54,6$ mm) und im Kiecker ($\varnothing = 54,5$ mm) geborener Weibchen ($n=1.169$; linke Ordinate) sowie Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli (rechte Ordinate).

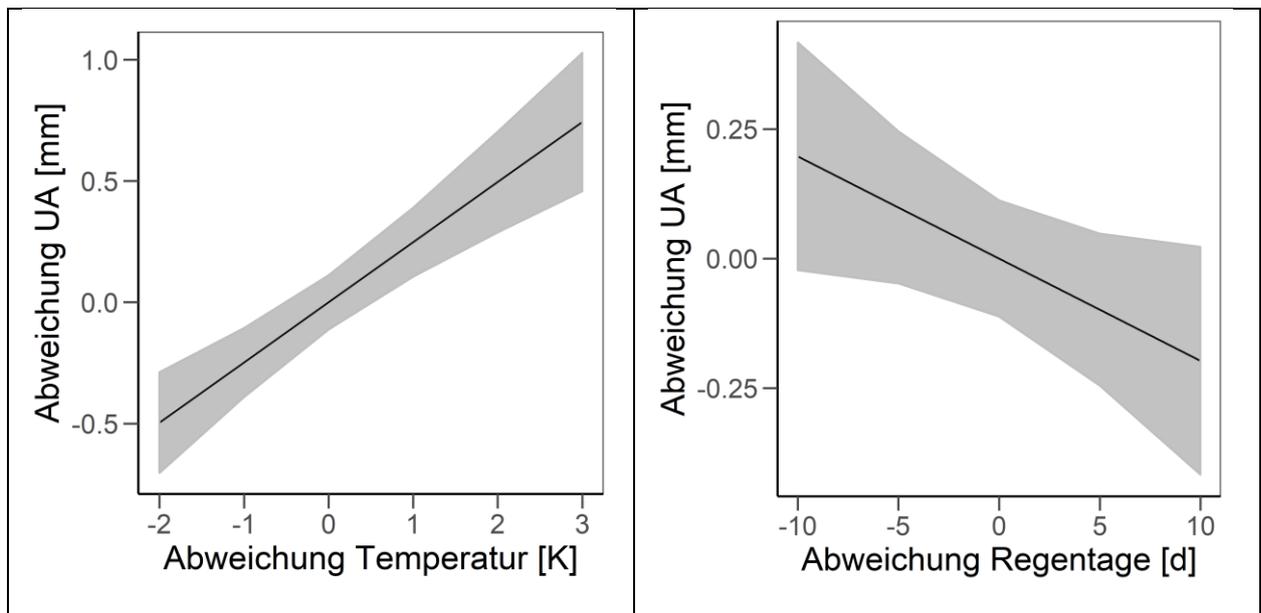


Abbildung 18 Abweichungen der Unterarm-Längen zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen ($n=1.169$) in Abhängigkeit von den Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen ($F=33,46$; $p<0,001$) und den Mittelwertabweichungen der Regentage ($F=4,55$; $p<0,1$) während der Wachstumsphase im Juni und Juli (ANOVA-Table, Type II-Tests; grau: 95%-Koinfidenzintervalle).

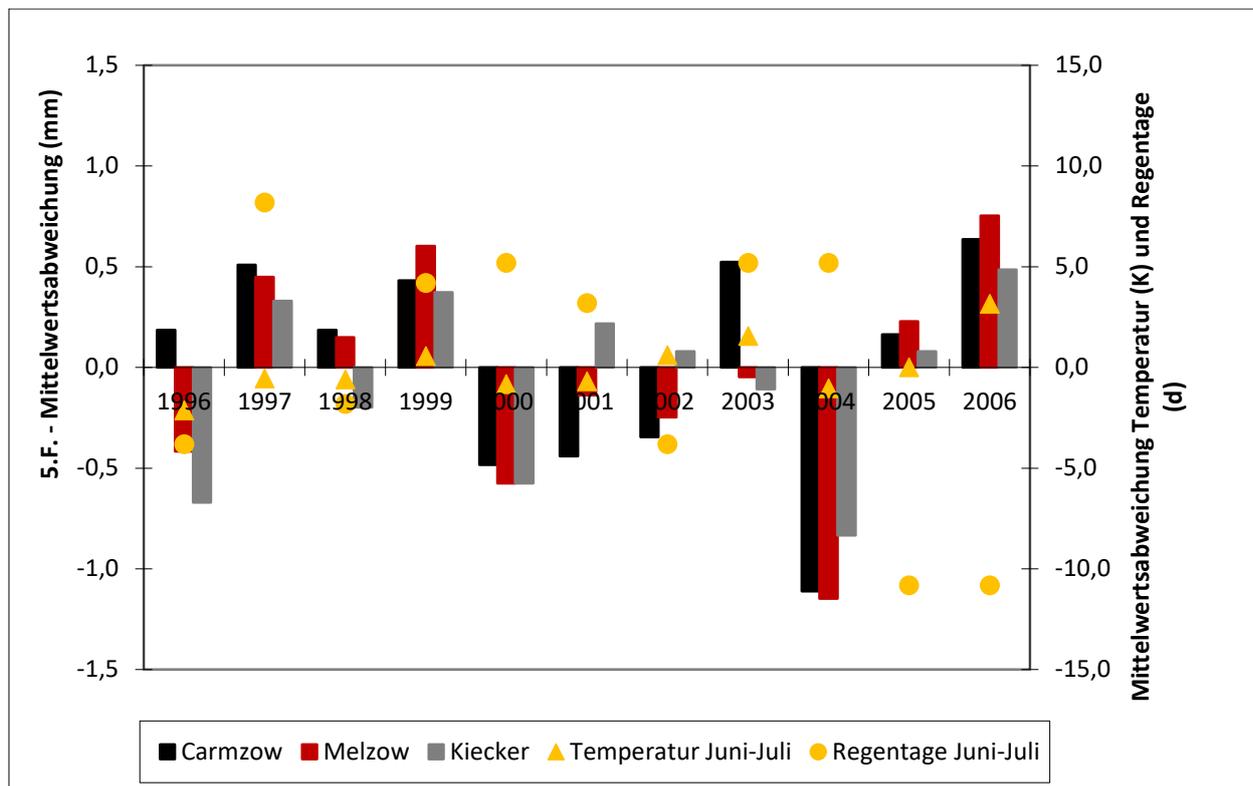


Abbildung 19 Mittelwertabweichungen des 5. Fingers zwischen 1996 und 2006 im Carmzower Wald ($\varnothing=56,3$ mm), im Melzower Forst ($\varnothing = 56,0$ mm) und im Kiecker ($\varnothing = 55,7$ mm) geborener Abendseglerweibchen ($n=1.169$; linke Ordinate) sowie Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen und Regentage während der Wachstumsphase im Juni und Juli (rechte Ordinate).

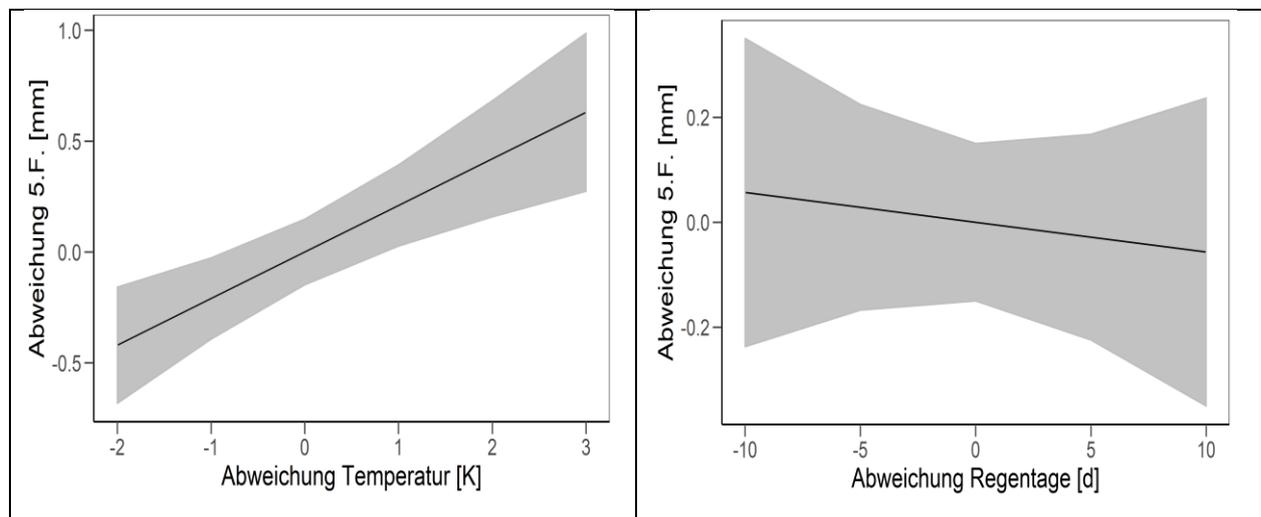


Abbildung 20 Abweichungen der Länge des 5. Fingers zwischen 1996 und 2006 geborener Weibchen ($n=1.169$) in Abhängigkeit von den Mittelwertabweichungen der Monatsmitteltemperaturen ($F=15,72$; $p<0,001$) und den Mittelwertabweichungen der Regentage (nicht signifikant) während der Wachstumsphase im Juni und Juli (ANOVA-Table, Type II-Tests; grau: 95%-Koinfidenzintervalle).

Die Abb. 17 und 19 enthalten zudem Angaben zur Witterung während der Wachstumsphase in den Monaten Juni und Juli (vgl. Kap. 3.3). Es wird deutlich, dass die Tiere in kalten und/oder nassen Jahren (2004, 2000, 1996) kleinere, in warmen und/oder trockenen Sommern (2006, 2005) hingegen größere Körpermaße erreichten. Die Abweichungen waren in Abhängigkeit von der Temperatur sowohl beim UA ($F=33,46$) als auch beim 5.F. ($F=15,72$) höchst signifikant (ANOVA-Table, Type II-Tests; $p<0,001$). Hinsichtlich der Regentage war beim UA eine schwache ($F=4,55$; $p<0,1$), beim 5.F. unter Einbeziehung aller Jahre keine Signifikanz nachweisbar (ANOVA-Table, Type II-Tests; Abb. 18 und 20).

4.2.2.3 Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Wochenstubengesellschaften

Zwischen 1996 und 2006 wurden die UA und 5.F. von 1.169 adulten Weibchen aus drei Wochenstubengesellschaften vermessen und die Differenzen aus beiden Messwerten ermittelt (Tab. 9).

Tabelle 9 Maße der Unterarme und 5. Finger von Weibchen der Geburtsjahrgänge 1996 bis 2006 aus den drei Gesellschaften (n=1.169).

	Carmzower Wald	Melzower Forst	Kiecker
Anzahl	398	455	316
UA – Variationsbreite	48,4 – 59,4	50,5 – 58,5	51,3 – 57,8
UA – Mittelwert	55,0	54,6	54,5
UA – Median	55,1	54,5	54,5
UA – Standardabweichung	1,316	1,195	1,222
5.F. – Variationsbreite	50 – 61	52 – 60	52 – 60
5.F. – Mittelwert	56,3	56,0	55,7
5.F. – Median	56,0	56,0	56,0
5.F. – Standardabweichung	1,571	1,448	1,456
Differenz 5.F. – UA – Variationsbreite	-1,4 – +4,4	-2,3 – +4,7	-2,1 – +4,2
Differenz 5.F. – UA – Mittelwert	1,2	1,4	1,2
Differenz 5.F. – UA – Median	1,2	1,4	1,2
Differenz 5.F. – UA – Standardabweichung	0,984	1,043	1,064

Die Unterarme Carmzower Tiere sind höchst signifikant länger als die von Tieren aus dem Melzower Forst und dem Kiecker ($p<0,001$). Der in einigen Jahren (insbesondere 1997, 1998, 2005, 2006) deutliche Unterschied zwischen Melzow und Kiecker ist über den Gesamtzeitraum 1996 bis 2006 nicht signifikant (Post-hoc Tukey-Test; Abb. 21).

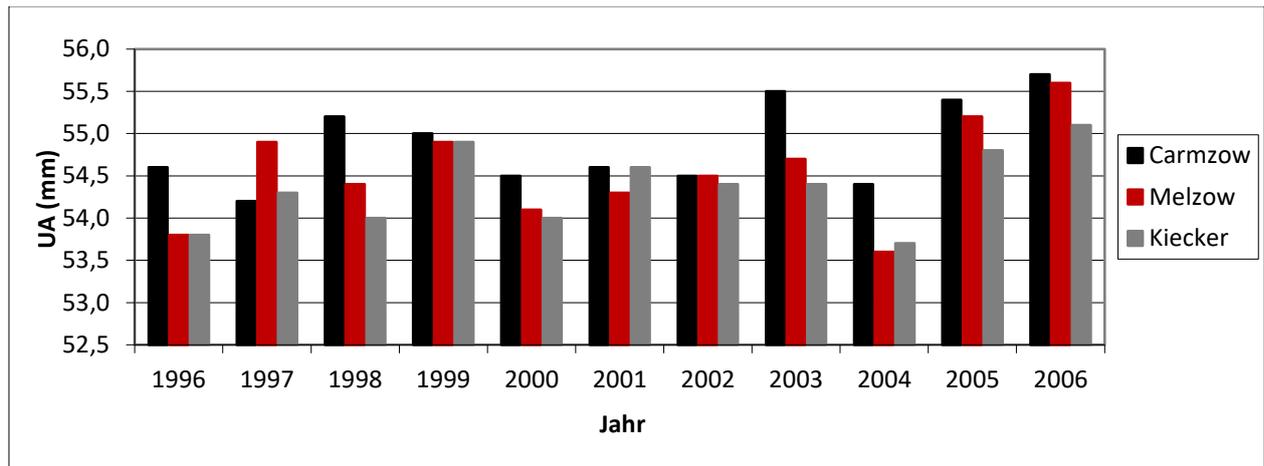


Abbildung 21 Mittelwerte der Unterarm-Längen weiblicher Abendsegler ($n=1.169$) aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften zwischen 1996 und 2006.

Die Längen der 5.F. in den drei Wäldern unterscheiden sich voneinander (Kiecker-Melzow: hoch signifikant; $p < 0,01$; Kiecker-Carmzow: höchst signifikant; $p < 0,001$). Der Unterschied zwischen Carmzow und Melzow ist nur ein Trend (schwach signifikant; $p < 0,1$; Post-hoc Tukey-Test; Abb. 22).

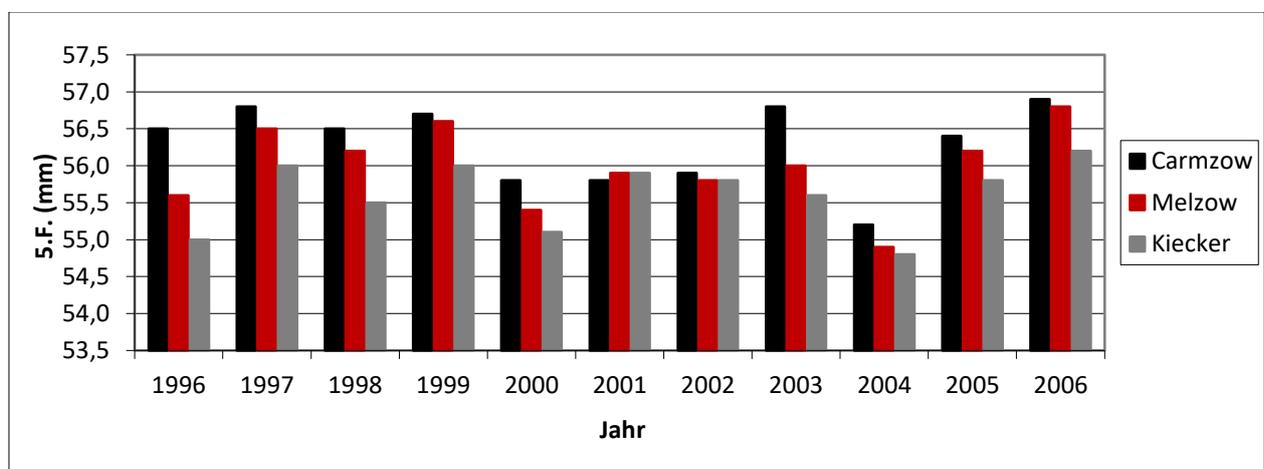


Abbildung 22 Mittelwerte der Längen der 5. Finger weiblicher Abendsegler ($n=1.169$) aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften.

4.2.2.4 Veränderung der Flügelproportionen zwischen 1996 und 2006

Die Länge des 5.F. blieb zwischen 1996 und 2006 annähernd konstant. Hingegen wurden die Unterarme kontinuierlich länger (höchst signifikant; $p < 0,001$). Daraus resultiert eine Verringerung der Differenz zwischen 5.F. und UA. Zum Ende der Untersuchungsreihe waren vermessene Abendsegler höchst signifikant schmalflügeliger als zu Beginn der Untersuchungen (ANOVA-Table, Type II-Test; $F=52,51$; $p < 0,001$). Abb. 23 dokumentiert diese Entwicklung.

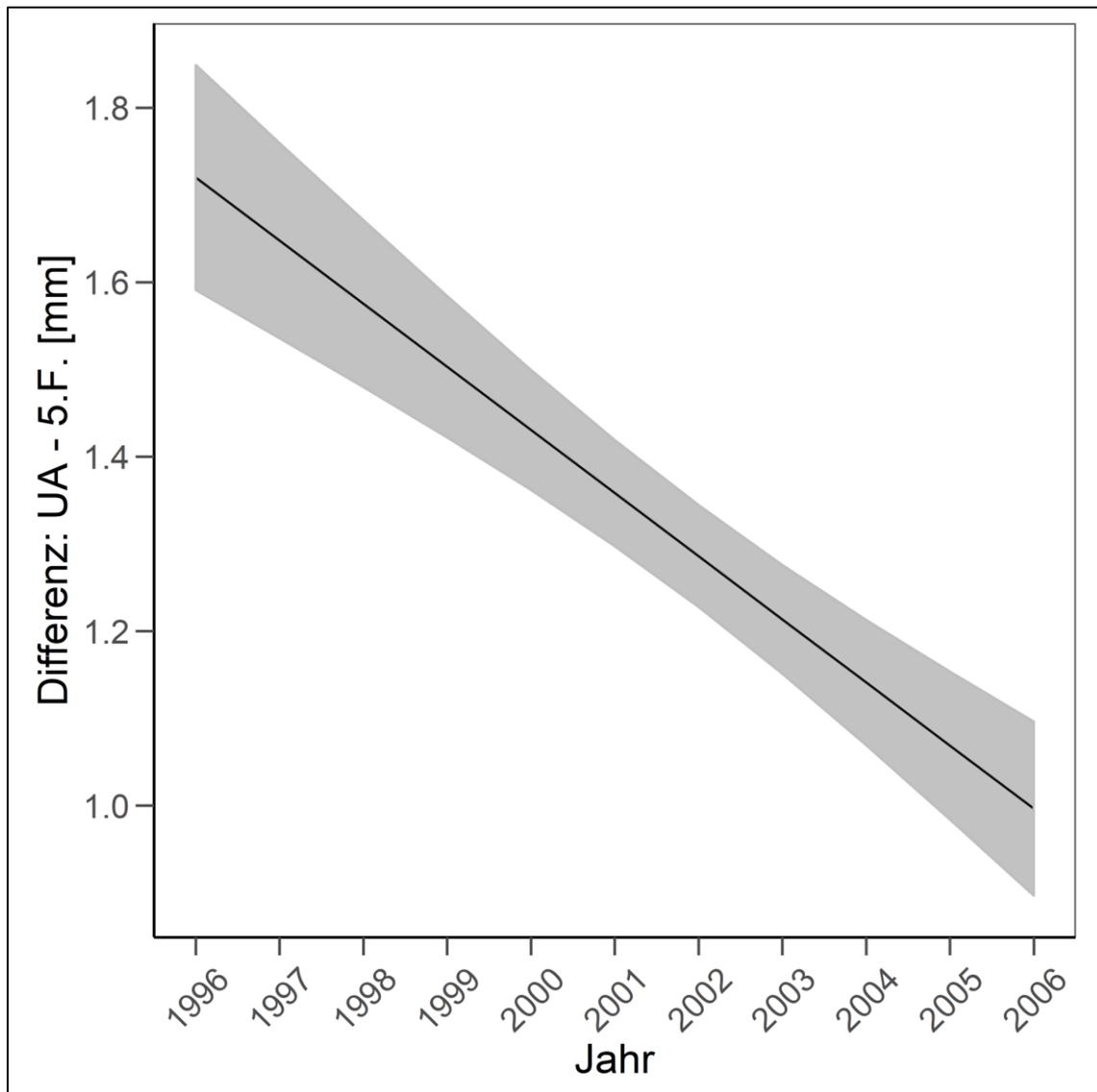


Abbildung 23 Differenzen zwischen 5. Finger und Unterarm weiblicher Abendsegler ($n=1.169$) aus drei uckermärkischen Wochenstubengesellschaften zwischen 1996 und 2006 (Carmzower Wald, Melzower Forst, Kiecker; ANOVA-Table, Type II-Test; $F=52,51$; höchst signifikant, $p<0,001$; grau: 95%-Koinfidenzintervalle).

4.2.3 Diskussion

4.2.3.1 Maße von Unterarm und 5. Finger

Der Abendsegler ist eine große Fledermausart, die weite Teile Europas besiedelt und auch in Nordafrika, Kleinasien und im Nahen Osten vorkommt (DIETZ et al. 2016b). Im Vergleich zur vorliegenden Serie von 2.670 Messungen sind von adulten Tieren überwiegend kleinere Messreihen dokumentiert (1x601, 1x445, 1x256, 1x228, 1x171, 1x170; 14x <100 Tiere, 8x keine Angabe; Tab. 10, S. 43).

Unterarm

Für den UA in Europa vermessener adulter Männchen ergeben sich Mittelwerte zwischen 51,8 und 54,0 mm (Spanne 44,6 bis 57,3 mm). Die Mittelwerte adulter Weibchen liegen zwischen 53,0 und 54,8 mm (Spanne 48,5 bis 58,9 mm). Dabei wird unterstellt, dass die Minimalwerte von Männchen, die Maximalwerte von Weibchen stammen (Tab. 10). Lässt man außer Betracht, dass Zufälle sowie in den Kap. 4.2.3.2 und 4.2.3.3 diskutierte Faktoren die Vergleichbarkeit kleiner Stichproben einschränken, liegen die Mittelwerte uckermärkischer Abendsegler im oberen Bereich der bekannten Variationsbreite.

Die von BOHLKEN & REICHSTEIN (1992) und von O'MARA et al. (2016) genannten Minimallängen von 45,0 und 44,6 mm sind allerdings selbst für Männchen ungewöhnlich niedrig. Möglicherweise wuchsen die betreffenden Tiere unter besonders widrigen Umweltbedingungen oder in Menschenhand auf. Im Vergleich zu uckermärkischen Alttieren (max. 56,9 mm) geringfügig größere oder gleich große Männchen wurden trotz der deutlich geringeren Stichprobengrößen in Rumänien (57,0 mm; BARBU & SIN 1968 in GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011), Kroatien (57,0 mm; DULIC 1959 in GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011), der Slowakei (57,3 mm; LEHOTSKA & LEHOTSKY 2000 in GEBHARD & BOGDANOWICZ 2000) und Polen (56,9 mm; RUPRECHT in lit. in GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011) nachgewiesen. Berücksichtigt man zusätzlich im Geburtsjahr vermessene Männchen, werden mit 57,5 und 58,2 mm in vorliegender Untersuchung die bislang größten UA-Längen dokumentiert.

Bei den Weibchen liegt der in vorliegender Untersuchung ermittelte Minimalwert von 48,4 mm um 0,1 mm unterhalb und der Maximalwert von 59,4 mm um 0,5 mm oberhalb der bislang publizierten Extremwerte (Tab. 10).

5. Finger

Vergleichswerte zum 5.F. sind rar (Tab. 10). SCHMIDT (1996) gibt bei einem durchschnittlich um 0,5 mm längeren UA der Weibchen für beide Geschlechter identische Durchschnittswerte von 55,7 mm für den 5.F. an. Die 5.F. bei Mannheim vermessener Weibchen waren, ähnlich wie in der Uckermark, etwa einen mm länger als die der Männchen. Allerdings waren sowohl die 5.F. als auch die UA länger als in vorliegender Untersuchung (ARNOLD et al. 1997).

Die von O'MARA et al. (2016) genannten Mittelwerte 57,2 mm für Männchen und 57,6 mm für Weibchen fallen völlig aus dem Rahmen. Da die Messung ebenso erfolgte wie bei den Vergleichsuntersuchungen und auch die UA-Werte zu den anderen Messserien „passen“, ist diese Abweichung nicht erklärlich.

Mit Ausnahme des Maximalwertes der Männchen belegt vorliegende Untersuchung in allen Punkten eine größere Variationsbreite der uckermärkischen Tiere. Diese dürfte zumindest teilweise mit der größeren Stichprobe zu erklären sein.

Das von DIETZ et al. (2016b) ohne Geschlechtszuordnung genannte Minimum von 47 mm wurde in vorliegender Untersuchung auch von Männchen nicht erreicht, das angegebene Maximum von 58 mm von Weibchen um 3 mm überschritten.

Der von MEISE (1951) genannte Wert von 30 mm kann nur auf einer abweichenden Messweise beruhen und wird deshalb in Tab. 10 nicht aufgeführt.

Geschlechtsdimorphismus

Der u.a. von DIETZ et al. (2016b) beschriebene Geschlechtsdimorphismus wurde auch in vorliegender Untersuchung bestätigt. Uckermärkische Weibchen sind höchst signifikant größer als Männchen. Während die in dieser Untersuchung festgestellten Unterschiede beim UA 2 % und beim 5.F. 1,8 % betragen, fanden O'MARA et al. (2016) prozentuale Abweichungen von nur 1 % bzw. 0,7 %.

4.2.3.2 Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Geburtsjahrgänge

Untersuchungen zur Korrelation von Körpergröße/Kondition und Habitatqualität liegen für verschiedene Säugetierarten vor. So kommen WAUTERS & DHONDT (1989) zum Ergebnis, dass Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) im Nadelwald zwar nicht größer aber schwerer waren als im Laubwald. Sie führen dies auf bessere Ernährungsbedingungen zurück. SCHLUND (1996) konnte nachweisen, dass sich einen „optimalen“ Laubwald bewohnende Siebenschläfer (*Glis glis*) in verschiedenen Parametern signifikant von Tieren aus einem angrenzenden „suboptimalen“ Nadel-Mischwald unterschieden, u.a. größer und schwerer wurden. Auch er führt dies auf das Nahrungsangebot bzw. die Nahrungsqualität zurück. Charakteristisch ist, dass sich die Unterschiede erst mit der Auflösung des Familienverbandes zeigten.

Andere Verhältnisse sind bei Fledermäusen gegeben: Abgesehen von der genetischen Prädisposition entscheiden allein die Bedingungen während der Zeit bis kurz nach dem Flüggewerden über die finalen Körpergrößen. Größenzuwachs, der bis dahin nicht erreicht wird, kann später nicht mehr „aufgeholt“ werden (SCHMIDT 1980, 1985, ANTHONY 1988, HÄUSSLER & BRAUN 1989, HEISE 1993, GEBHARD 1997, DIETZ 2007). Der UA erreicht die höchsten täglichen Zunahmen vor dem 5.F., dessen Wachstum später beendet ist (SCHMIDT 1980, SCHMIDT 1985, HEISE 1993). Demgegenüber geht WEIDNER (2001) davon aus, dass bei den von ihm in Thüringen untersuchten Fransenfledermäusen das UA-Längenwachstum zum Monatswechsel August/September nur selten abgeschlossen ist und bei einem Teil der Tiere bis in den November hinein anhält. Dies nimmt er in einer späteren Arbeit auch für den Abendsegler an (WEIDNER 2016). Ein so lang anhaltendes Knochenwachstum wurde bislang für keine Fledermausart publiziert und kann zumindest für uckermärkische Abendsegler sicher ausgeschlossen werden.

Tabelle 10 Variation der Längen von Unterarm und 5. Finger (Mittelwert, (Stichprobenumfang) und Spanne) adulter Abendsegler aus Europa.

Region	Länge Unterarm		Länge 5. Finger		Autor
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
Mannheim Deutschland	54,0 (229) 51,3 – 56,5	54,8 (372) 52,5 – 57,5	55,5 (33) 52,0 – 58,9	56,4 (50) 53,7 – 59,0	ARNOLD et al. 1997
Dobruschda O-Rumänien	53,9 (83) 50,0 – 57,0	54,3 (145) 51,0 – 57,0	/	/	BARBU & SIN (1968) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Bukarest S-Rumänien	53,4 (19) 51,0 – 55,5	54,3 (16) 52,0 – 56,0	/	/	BARBU et al. (1975) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Deutschland	45,0 – 58,0		/	/	BOHLKEN & REICHSTEIN (1992)
Europa	47,3 – 58,9		47,0 – 58,0		DIETZ et al. (2016b)
Kroatien	53,1 (50) 49,0 – 57,0	54,8 (40) 50,0 – 58,5	/	/	DULIC (1959) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Pasewalk NO-Deutschland	53,2 (3) 52,0 – 53,8	53,8 (10) 51,8 – 54,5	/	/	EICHSTÄDT & EICHSTÄDT (1989)
Schweiz	48,0 – 58,0		/	/	GEBHARD (1997)
O-Deutschland	51,0 – 57,0		/	/	GÖRNER & HACKETHAL (1987)
Deutschland	51,0 – 58,0		/	/	HACKETHAL (1995)
Tirana u. Shkodra Albanien	53,2 (16) 50,0 – 55,0	53,3 (6) 52,5 – 54,0	/	/	HANAK (1964) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Berlin Deutschland	52,8 (24) 48,0 – 56,2	53,0 (8) 50,0 – 56,1	/	/	HAENSEL (1979) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Bayern Deutschland	52,0 (19) 50,0 – 55,0	53,0 (39) 52,0 – 56,0	/	/	HARZER (2003)
Durham N-England	52,6 (12) 51,5 – 53,6	53,1 (9) 50,5 – 56,0	/	/	HINCHCLIFFE (1986) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
W-Böhmen Tschechien	53,2 (43) 51,0 – 56,0	53,8 (35) 50,0 – 58,0	/	/	HURKA (1989) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Bratislava Slowakei	53,6 (51) 50,9 – 57,3	54,8 (40) 49,8 – 56,6	/	/	LEHOTSKA & LEHOTSKY (2000) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2000)

Region	Länge Unterarm		Länge 5. Finger		Autor
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
Dresden SO-Deutschland	48,0 – 56,0		/	/	MEISE (1951)
Schweiz	53,5 (88) 44,6 – 56,4	54,2 (357) 50,0 – 58,2	57,2 (41)	57,6 (94)	O'MARA et al. (2016)
Litauen	52,7 (22) 50,0 – 54,8	54,2 (46) 48,5 – 57,6	/	/	PAUZA & PAUZIENE (1988) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Region Basel Schweiz	51,8 (12) 50,4 – 53,4	53,5 (20) 49,8 – 55,3	/	/	PERRIN (1988) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Lahr SW-Deutschland	52,9 (45) 50,7 – 54,8	53,9 (10) 52,7 – 54,6	/	/	PERRIN (1988) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Duclair, Normandie Frankreich	53,5 (46) 50,8 – 55,3	54,7 (18) 52,8 – 57,4	/	/	POTTIER (1996) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Bialowieza O-Polen	53,7 (4) 51,3 – 56,9	54,1 (24) 52,3 – 56,7	/	/	RUPRECHT (in lit.) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Frankfurt/Oder O-Deutschland	53,2 (40) 49,6 – 56,0	53,6 (216) 49,0 – 57,5	/	/	SCHMIDT (1980) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Frankfurt/Oder O-Deutschland	53,2 49,6 – 56,1	53,7 49,0 – 56,6	55,7 52,5 – 60,0	55,7 52,0 – 58,5	SCHMIDT (1996)
Europa	48,0 – 58,0				SCHOBER & GRIMMBERGER (1998)
Österreich	53,1 (98) 48,5 – 56,6	54,0 (72) 51,1 – 57,3	/	/	SPITZENBERGER (1992) in GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011)
Thüringen Deutschland	(55) 49,2 – 55,7	(116) 49,9 – 57,2	/	/	WEIDNER (2016)
Uckermark Deutschland	53,4 (402) 49,2 – 56,9	54,5 (2.268) 48,4 – 59,4	54,9 (402) 49 – 60	55,9 (2.268) 50 – 61	BLOHM (diese Arbeit)

In Gefangenschaft aufgezogene Tiere bleiben in allen Maßen – vermutlich auf Grund suboptimaler Ernährung – kleiner als in Freiheit aufgewachsene (MOHR 1932, GRIMMBERGER 1969, KLEIMANN 1969, RAHN 1980, RIEDIGER 2000). Feldbiologisch ist der Faktor „Muttermilchqualität“ kaum zu untersuchen, dürfte aber zumindest für uckermärkische Gesellschaften auf Grund der offenbar (noch) soliden Nahrungsbasis keine nennenswerte Rolle für die Jungtierentwicklung spielen (vgl. Kap 4.3.3.1). TRAPPMANN (2005) diskutiert als einen Grund für jährliche Schwankungen der UA-Längen westfälischer Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*) die Bedingungen im Wochenstubenquartier. Demnach sind in Viehställen aufwachsende Tiere durch die konstant hohen Temperaturen sowie die auch in Schlechtwetterperioden erreichbaren Nahrungsinsekten bevorteilt und können größere Körpermaße erreichen. HÄUSSLER & BRAUN (1989) nennen als mögliche Gründe für Größenvariationen bei Rauhaut- (*Pipistrellus nathusii*) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) die Größe der Wochenstube, die Zahl der Jungtiere, das Alter der Mütter und den Geburtstermin. Ein Zusammenhang mit den drei ersten Punkten kann für die untersuchten uckermärkischen Abendseglergesellschaften ausgeschlossen werden: Die Mütter finden sich alljährlich in Gruppen von etwa 12-20 Tieren zusammen, wobei regelmäßig etwa 1,5 Jungtiere pro adultem Weibchen flügge werden (HEISE et al. 2003) und die Alterszusammensetzung innerhalb der Wochenstuben recht konstant ist (HEISE & BLOHM 2003).

Die Embryonalentwicklung und damit auch der Geburtstermin werden durch die Umgebungstemperatur bzw. die Witterungsverhältnisse im April und Mai beeinflusst (EISENTRAUT 1937, SCHMIDT 1985). Denkbar ist eine unterschiedliche körperliche Verfassung der Mütter zum Zeitpunkt der Geburt. Der Einfluss auf die anschließende Größenentwicklung der Jungen ist aber im Vergleich zu den nachfolgend diskutierten Faktoren als marginal einzuschätzen.

HEISE (1984) und SCHMIDT (1985, 1987) beschrieben für die Rauhautfledermaus eine schnellere Jungtierentwicklung in warmen und eine verzögerte in kalten Jahren. HENZE (1966) belegte eine verzögerte Entwicklung von Braunen Langohren (*Plecotus auritus*), Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*) und Fransenfledermäusen (*Myotis nattereri*) in den nassen Sommern 1965 und 1966. HOYING & KUNZ (2006) betonen, dass das postnatale Wachstum der Östlichen Amerikanischen Zwergfledermaus (*Pipistrellus subflavus*) von der Umgebungs- und Quartiertemperatur, vom Niederschlag und von der Nahrungsverfügbarkeit für die säugenden Weibchen abhängt. EGHBALI & SHARIFI (2019) zeigen, dass iranische Große Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrumequinum*) auf anhaltende Regenfälle und niedrige Temperaturen mit geringeren postnatalen Wachstumsraten reagieren. Überdies beeinflusst die Insektenverfügbarkeit während der Reproduktionsphase auch die jährlichen Überlebensraten: Unter den Bedingungen New Hampshires sichern Jahre mit ausreichend Niederschlag ein reiches Insektenangebot und führen zu höheren Überlebensraten der Kleinen Braunen Fledermaus (*Myotis lucifugus*; FRICK et al. 2010). Alle genannten Autoren äußern sich jedoch nicht explizit zum Einfluss der Witterung auf die Endmaße von UA und 5.F..

Demgegenüber stellte STEBBINGS (1968) heraus, dass junge Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*) im warmen und trockenen Sommer 1967 größer als ihre Mütter waren. HEISE (1982) beschrieb, dass Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) nach Abschluss der Ossifikation der Epiphysen im verregneten Sommer 1980 kleiner als ihre Mütter blieben. Erst später deutete er dies jedoch im Zusammenhang mit der Feststellung, dass Große Abendsegler im extrem heißen und trockenen Sommer 1992 (vgl. GIERK & JUNGFER o. J.) signifikant längere UA als ihre Mütter hatten, als Resultat der Witterung in der postnatalen Phase (HEISE 1994).

TRAPPMANN (2005) beobachtete Schwankungen der jährlichen durchschnittlichen Unterarm-längen im Geburtsjahr vermessener Fransenfledermäuse. Eine Abhängigkeit der UA-Längen von Temperaturverläufen und Niederschlagssummen in den Monaten Juni und Juli konnte er nicht in allen Jahren nachweisen und verweist auf den großen Einfluss des Wochenstubenquartiers (Viehställe!) auf die UA-Länge. DIETZ et al. (2007) fanden bei zwei von drei in Nord-Bulgarien untersuchten Hufeisennasenarten deutliche Hinweise auf unterschiedlich große Geburtsjahrgänge in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen (Temperatur und Niederschlag) während der Wachstumsphase. Da die bewohnten Felshöhlen während des Untersuchungszeitraums konstante Temperaturen aufwiesen, konnten die Quartiertemperaturen die unterschiedlichen Jahrgangsgrößen nicht erklären.

Abgesehen von TRAPPMANN (2005) und DIETZ et al. (2007) ermittelten alle Autoren lediglich postnatale Wachstumsraten oder verglichen die Größen von Jung- und Alttieren. Demgegenüber fehlten bislang systematische Alttiermessungen, die einen Vergleich verschiedener Geburtsjahrgänge hinsichtlich ihrer Größe und der Witterungsverhältnisse im Juni/Juli ermöglichen.

Kap. 4.2.2.2 zeigt, dass die Jahresmittelwerte von UA und 5. F. innerhalb einer weiten Amplitude schwanken. Zwischen den durchschnittlich extrem großen Tieren des Geburtsjahrgangs 2006 und den durchschnittlich extrem kleinen Tieren des Geburtsjahrgangs 2004 bestehen Unterschiede von 1,5 mm (UA) bzw. 1,6 mm (5.F.). Hätte man in den Abb. 17 und 19 die Mittelwertabweichungen für UA und 5.F. nicht an Hand der Durchschnittswerte für die einzelnen Wälder, sondern auf Grundlage des Gesamtdurchschnitts der drei untersuchten Wälder bestimmt, wären die Abweichungen noch größer! Während der elfjährigen Messreihe wurden drei „große“, drei „kleine“ und fünf „durchschnittliche“ Jahrgänge beobachtet, wobei – von wenigen Ausnahmen abgesehen – Abweichungen in allen drei Untersuchungsgebieten gleichermaßen auftraten. Somit handelte es sich nicht um genetisch bedingte Unterschiede zwischen verschiedenen Gesellschaften oder um zufällige Schwankungen, sondern um exogen gesteuerte, zumindest auf regionaler Ebene wirkende Prozesse.

Die von HEISE (1993, 1994) formulierte These, dass klein bleibenden „Schlechtwettertieren“ besonders große Jahrgänge aus warmen und trockenen Sommern gegenüberstehen, erscheint plausibel. Treffen Hitze und Trockenheit wie im Extremjahr 1992 aufeinander, ist der Zusammenhang offensichtlich. Nicht immer wirken die Klimafaktoren „Niederschlag“ und „Temperatur“ aber gleichgerichtet und langfristig. So war der wegen anhaltender und ergiebiger Niederschläge zwischen Mai und August subjektiv kaum als solcher empfundene Sommer 2007 im Vergleich zum Durchschnitt um 1,3 K zu warm! Problematisch zu beurteilen sind auch Jahre, in denen längere heiß/trockene mit kühl/nassen Perioden abwechseln. Wegen dieser Schwierigkeiten musste eine Methode gefunden werden, die unabhängig von der verbalen Beschreibung des Witterungsverlaufs eine numerische, von subjektiven Bewertungen unabhängige Dokumentation der Witterung während der Wachstumsphase ermöglicht. Der unter Kap. 3.3. beschriebenen Methodik zur Kennzeichnung des Witterungsverlaufs lagen im Wesentlichen folgende Überlegungen zu Grunde:

1. Nahrungsinsekten entwickeln sich in warmen Jahren schneller und in größerer Zahl und sind somit von jagenden Fledermäusen effektiver zu erbeuten. Unabhängig vom Jagderfolg verbleiben die von ihren Müttern während der nächtlichen Jagdphasen im Quartier

zurückgelassenen Jungtiere in milden Nächten aktiv (z.B. GEBHARD 1997, eigene Beobachtungen). Dies ermöglicht durchgehend hohe Stoffwechselraten und ein schnelleres Wachstum. Spätgeborene profitieren zusätzlich von der sozialen Thermoregulation innerhalb dieser Jungtiergruppen. Der Klimafaktor „Temperatur“ wird durch die Monatsmitteltemperatur charakterisiert.

2. Bei anhaltendem Regen fliegen Abendsegler nicht oder nur kurz zur Jagd aus. Folgen mehrere Regennächte aufeinander, können Mütter keine oder nur wenig Nahrung aufnehmen und produzieren vermutlich in der Folge weniger Milch (HILL & SMITH 1984, SPEAKMAN & RACEY 1987). Hinzu kommt, dass insbesondere anhaltende Regenfälle häufig von niedrigen Temperaturen begleitet werden und in solchen Perioden ganze Wochenstubengesellschaften über längere Zeit in Torpor verfallen können, also Körpertemperatur, Stoffwechsel, Puls und Atemfrequenz absenken (GEBHARD o. J., HEISE 2005). Zusätzlich tragen Tiere, die bei Regen kurzzeitig ausfliegen, Feuchtigkeit ins Quartier ein. Das in der Folge entstehende feucht-kalte Milieu beeinträchtigt die Entwicklung der Jungtiere und die Fitness der Mütter zusätzlich. Relevant für die Jungtierentwicklung ist allerdings weniger die absolute Niederschlagssumme, sondern die Verteilung der Regenfälle. Gerade im Sommer sind kurze aber schwere Gewitterregen typisch. Hierbei können innerhalb weniger Stunden erhebliche Regenmengen fallen. Zur Ausflugszeit der Abendsegler hat es aber häufig bereits wieder aufgeklart, so dass die Fledermäuse von dem besonders intensiven Insektenflug nach dem Gewitter profitieren. Demgegenüber fällt während lang anhaltender und zumeist großräumiger Niederschläge („Landregen“) oft weniger Regen, Fledermäuse haben dennoch Schwierigkeiten, effektiv zu jagen. Da exakte Werte zur Niederschlagsdauer nicht verfügbar waren, wurde zur Beschreibung des Klimafaktors „Niederschlag“ die Anzahl der Regentage verwendet.

Die Zusammenfassung der Monatsmittel von Juni und Juli erlaubt einen jahrweisen Vergleich der relevanten Faktoren Niederschlag und Temperatur.

Die Hypothese, dass in warmen und trockenen Sommern überdurchschnittlich große und in kalten, nassen Jahren unterdurchschnittlich kleine Individuen aufwachsen, konnte in vorliegender Untersuchung bestätigt werden. Besonders deutlich wurde dies in den Extremjahren 2006 und 2004. Der Juni des Jahres 2006 wird im Monatsbericht mit den Schlagworten „zu sonnig, zu trocken und warm“ charakterisiert, der Juli mit „sonnig und heiß“. Konkret setzte während des Geburtengipfels zu Beginn der zweiten Junidekade warmes Sommerwetter ein. Wechselhaftes Wetter zur Monatsmitte hielt nur wenige Tage an. An sechs Regentagen fielen insgesamt nur acht Millimeter Niederschlag. Die Mütter konnten in warmen Nächten uneingeschränkt jagen. Es folgte der bis dahin wärmste Juli seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Nur an drei Tagen blieben die Tageshöchstwerte knapp unterhalb 25 °C, an 17 Tagen überstiegen sie die 30 °C-Marke. Nennenswerte Niederschläge fielen nur am 6., 7. und 28. Juli, wobei die Tiere auch in den betreffenden – im Übrigen besonders warmen – Nächten jagen konnten.

Völlig anders stellte sich die Witterung 2004 dar. Einem kühlen und wechselhaften Mai folgte ein besonders in der zweiten Monathälfte kühler und verregneter Juni. Es gab keinen einzigen Sommertag (Tageshöchstwert > 25°C), und ab dem 17. Juni brachten sieben aufeinanderfolgende Tiefdruckgebiete teilweise ergiebige Niederschläge und kaum Sonne. Dies setzte sich im Juli fort. Am 8. Juli, dem einzigen Sommertag in der ersten Monathälfte, fielen mit 43 l/m² 80 % des langjährigen Monatsmittels. Mit einem allmählichen Anstieg der Temperaturen ab 15. Juli regnete

es nahezu täglich und ergiebig. Ein beständiges Hoch mit Sonne, wenig Regen und Temperaturen knapp unter 30 °C erreichte die Uckermark erst am 27. Juli, und nur diesem Wetterumschlag zum Monatsende ist es zu verdanken, dass die Monatsmittel von Niederschlag und Temperatur nicht noch stärker vom langjährigen Mittel abwichen. Im Ergebnis gingen die graviden Weibchen bereits mit Defiziten in die Geburtsperiode und konnten diese bis Ende Juli auch nicht durch ergiebige Jagdflüge kompensieren. Das Flüggewerden der Jungen fiel ebenfalls in eine kühle und verregnete Periode, und bis zum Einsetzen günstigerer Witterungsverhältnisse war das endogen gesteuerte Wachstum weitgehend abgeschlossen.

Bei genauerer Betrachtung des Witterungsverlaufs ist auch erklärbar, dass 2005 die Tiere zwar sehr lange Unterarme hatten, die 5. Finger aber nur wenig über dem Durchschnitt lagen. Während der Geburtsperiode setzte eine warme und mit insgesamt nur 6 l/m² bis Monatsende ungewöhnliche trockene Periode ein, die bis zum 4. Juli anhielt. Bis zu diesem Zeitpunkt war das UA-Wachstum der Jungtiere bereits weit fortgeschritten. Bis zum Ende des Monats Juli gab es dann wechselhaftes Wetter mit ergiebigen Niederschlägen, die in mehreren Nächten eine Jagd behinderten oder sogar ausschlossen. Das länger anhaltende Wachstum des 5.F. wurde hierdurch spürbar gedämpft.

Eine entgegengesetzte Entwicklung gab es 1997. War der Juni mit Beginn der Geburten nass und recht kühl (kurze UA), folgte ab 28. Juni eine bis Mitte Juli reichende warme und niederschlagsarme Periode. Nach einer deutlichen Abkühlung bis zum 20. Juli setzte bis Ende August andauerndes Sommerwetter ein, das nur von einigen Gewitterniederschlägen „getrübt“ wurde (lange 5.F.).

Grundsätzlich kann man somit aus der differenzierten Betrachtung der Längen von UA und 5.F. auf die Witterung in den Monaten Juni und Juli schließen und umgekehrt auf Grundlage des Witterungsverlaufs die Größe der Individuen des jeweiligen Geburtsjahrgangs abschätzen.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass bei günstigen Ernährungs- und Quartierbedingungen das Zusammentreffen von Wärme und Trockenheit zu besonders großen (2006), das Zusammentreffen von Kälte und Nässe zu besonders kleinen Tieren (2004) führt. Wechseln im Juni/Juli Hoch- und Tiefdruckwetterlagen einander ab (2002) oder ist der Sommer zwar warm aber zugleich nass (2003) oder kühl aber zugleich trocken (1998) wachsen durchschnittlich große Tiere heran.

4.2.3.3 Längen von Unterarm und 5. Finger weiblicher Abendsegler verschiedener Wochenstubengesellschaften

Unabhängig von den unter 4.2.3.2 diskutierten jährlichen Schwankungen zeigen die Tab. 9 und die Abb. 21 und 22, dass Weibchen eines Jahrgangs an verschiedenen Orten unterschiedliche Größen erreichten. Bezogen auf den UA waren im Carmzower Wald geborene Tiere in acht von elf Jahren größer als im Melzower Forst und im Kiecker geborene, während Tiere aus dem Kiecker in sechs von elf Jahren kleiner als diejenigen der beiden Vergleichswäldern blieben (Abb. 21; Unterschied Melzow-Kiecker allerdings nicht signifikant). Noch deutlicher wird dies beim 5.F., der im Carmzower Wald in zehn von elf Jahren am längsten und im Kiecker in neun von elf Jahren am kürzesten war (Abb. 22). Im Melzower Forst geborene Weibchen lagen bei beiden Messstrecken zumeist zwischen den besonders großen Carmzower Tieren und den besonders kleinen Abendseglern aus dem Kiecker. Von diesem Muster wichen die Jahre 2001 und 2002 ab,

in denen die Tiere in den drei Wäldern fast gleich groß waren. Über alle untersuchten Jahre war der UA in Carmzow durchschnittlich um 0,4 bzw. 0,5 mm länger als in Melzow bzw. im Kiecker, der 5.F. um durchschnittlich 0,3 bzw. 0,6 mm. Die Messwerte korrespondierten mit Befunden während der jährlichen Kontrollfänge, nach denen die Carmzower Tiere in besserer körperlicher Verfassung angetroffen wurden als Tiere der anderen beiden Wälder. Eine kleine Serie aus dem Jahre 2002 (BLOHM unpubl.) deutet darauf hin, dass die Carmzower Tiere auch am schwersten waren.

Wie bereits unter 4.2.3.2 diskutiert, sind für die finalen Größen von UA und 5.F. während der Wachstumsphase wirkende Faktoren verantwortlich. Weibliche Abendsegler zeigen eine extreme Geburtsortstreuung. Die klare Abgrenzung selbst eng benachbarter Wochenstubengesellschaften ist sowohl durch Ringfunde (HEISE 1999, BLOHM 2003) als auch durch genetische Untersuchungen belegt (MAYER 1997, MAYER & PETIT 1997). Genetische Ursachen für die beschriebenen Größenabweichungen sind dennoch äußerst unwahrscheinlich, da Tiere aller Wochenstubengesellschaften ausgesprochen plastisch auf jährlich wechselnde Witterungsbedingungen reagieren (Abb. 17 und 19) und offenbar ihr genetisches Potential in Abhängigkeit von den aktuellen Umweltbedingungen ausschöpfen. So sind „Schlechtwettertiere“ aus dem Carmzower Wald regelmäßig kleiner als „Schönwettertiere“ aus dem Kiecker (Abb. 21, 22). Die Schwankungsbreite innerhalb eines Waldes in verschiedenen Jahren liegt bei bis zu 2,0 (UA) bzw. 1,9 mm (5.F.). Schließt man genetische Unterschiede aus und sind Tiere aus nur wenigen Kilometern voneinander entfernten Wochenstubenkolonien dennoch unterschiedlich groß, müssen hierfür am Geburtsort oder in dessen unmittelbarer Umgebung wirkende Faktoren verantwortlich sein.

Durch Telemetriestudien ist bekannt, dass Abendsegler bis etwa zehn Kilometer vom Tagesquartier entfernt jagen (KRONWITTER 1988, SCHWARZ 1988). Für Uckermärkische Gesellschaften wurden Entfernungen von mehr als 14 km nachgewiesen (EICHSTÄDT 1995, BLOHM 2003, ROELEKE et al. 2016). Legt man diese Befunde zugrunde, sollte die Nahrungsverfügbarkeit für Abendsegler aus dem Kiecker und dem Melzower Forst günstiger sein (breites, während des gesamten Sommers verfügbares Spektrum von Nahrungstieren in verschiedensten Habitaten) als für Carmzower Tiere. Für die Jungtiere, die besonders ergiebige Jagdgebiete der großflächig opportunistisch jagenden adulten Weibchen in ihren ersten Flugnächten noch nicht anfliegen, dürfte es sich positiv auswirken, dass die Wochenstubenwälder über zahlreiche Hecken, Baumreihen, Gewässer, Brachen usw. an große Seen der Umgebung angebunden sind und dass diese Landschaftsbestandteile selbst ergiebige Jagdhabitate darstellen (BLOHM 2003). Ungünstiger sind die Verhältnisse im Carmzower Wald, der inmitten ausgedehnter Äcker liegt. In weniger als 1000 m Entfernung existieren zwar zwei kleine Seen. Die Hauptjagdgebiete – ökologisch bewirtschaftete Landwirtschaftsflächen sowie eutrophe Flachseen mit ihren insektenreichen Röhrichtzonen und Uferwäldern – sind jedoch mehrere Kilometer vom Wochenstubenwald entfernt. Abgesehen von diesen wichtigen Nahrungsflächen sind insektenreiche Lebensräume im Umfeld des Carmzower Waldes rar (ROELEKE et al. 2016). Wenn nun die festgestellten Größenunterschiede eine Folge unterschiedlicher Nahrungsverfügbarkeit während der Wachstumsphase wären, sollten Tiere aus dem Melzower Forst und dem Kiecker größer und in besserer Kondition sein als solche aus dem Carmzower Wald. Das Gegenteil ist jedoch der Fall! Somit kann das Nahrungsangebot, selbst in den intensiv ackerbaulich genutzten Teilen der Uckermark, unter den heutigen Bedingungen keinen limitierenden Faktor darstellen.

Hierfür spricht auch die im Untersuchungszeitraum positiv verlaufene Bestandsentwicklung (BLOHM & HEISE 2009a).

Die drei Wälder unterscheiden sich aber sowohl hinsichtlich ihrer Größe und ihres Umlandes als auch hinsichtlich der dominierenden Waldgesellschaften. Der innerhalb einer weitgehend ausgeräumten und intensiv genutzten Ackerlandschaft gelegene, nur 45 ha große Carmzower Wald ist durch warme, sonnendurchflutete Kiefernbestände gekennzeichnet. Demgegenüber liegen Kiecker und Melzower Forst in reich strukturierten Endmoränenlandschaften, in denen relativ kleinräumig Wald, Äcker, Grünland, Gewässer und ungenutzte Flächen abwechseln. Der Kiecker ist mit 270 ha zwar deutlich kleiner als der Melzower Forst (2.650 ha), aber sechsmal so groß wie der Carmzower Wald. Dies führt zu einem ausgeprägteren Waldklima. Bezüglich der Baumartenzusammensetzung und Bestandsstruktur ähneln sich Kiecker und Melzower Forst. Es handelt sich um geophytenreiche, im Sommerhalbjahr in den bodennahen Bereichen dunkle und kühle, buchendominierte Laubwälder. Verstärkt wird das kühle Bestandsinnenklima durch die in beiden Wäldern zahlreich eingestreuten kleineren und größeren Gewässer und Moore, die höhere Verdunstungsraten bedingen (zu mikroklimatischen Unterschieden zwischen verschiedenen Waldgesellschaften vgl. z.B. SCHMIDT 1987, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, HOFMANN & POMMER 2005).

Schon SCHMIDT (1987) macht die mikroklimatischen Unterschiede zwischen sommerheißen Kiefernforsten einerseits und kühlen Buchen- und Mischwäldern andererseits für eine verzögerte Jungtierentwicklung und spätere Geburtstermine verantwortlich. Eigene Erfahrungen zeigen, dass selbst die variierende Lichtdurchlässigkeit des Kronendachs und die Existenz von Offenflächen innerhalb des Waldes regelmäßig dazu führen, dass in den frühen Vormittagsstunden oder bei sonnigen aber kühlen Hochdruckwetterlagen Wochenstubengruppen in besonnten Quartieren aktiv sind, während sich andere Tiere, nur wenige Meter entfernt, im Buchenbestand mit geringer Lichtdurchlässigkeit, in Tageslethargie befinden. Grundsätzlich ist deshalb davon auszugehen, dass in warmen, sonnendurchfluteten Kiefernforsten ein schnelleres Wachstum und im Ergebnis größere Körpermaße möglich sind als in kühl-feuchten Buchenwäldern (vgl. Kap. 4.2.3.2).

Da die Bestandsstruktur in den beiden „Buchenwaldgesellschaften“ Melzow und Kiecker ähnlich ist, müssen für die Unterschiede zwischen diesen Wäldern (Melzower Tiere in sieben von elf Jahren mit längeren und in 2 Jahren mit gleich langen UA (Unterschied allerdings nicht signifikant) und in neun von elf Jahren mit längerem 5.F. (Unterschied hoch signifikant)) noch andere Faktoren verantwortlich sein. Eine Erklärung bieten regionalklimatische Unterschiede, die BRAMER (1974) für das Gebiet des Altkreises Prenzlau beschreibt: Demnach liegen der Raum um Prenzlau und die östlich angrenzenden Gebiete in einem für Nordostdeutschland auffallendem Trockenraum. Dieser kontinental geprägte Bereich ist u.a. gekennzeichnet durch einen frühen Frühlings- und Sommereinzug, verbunden mit hoher Sommerwärme und geringen Niederschlägen. Innerhalb der ehemaligen DDR war die Umgebung von Prenzlau als bedeutendes Früherntegebiet bekannt. Der Carmzower Wald liegt zentral in dieser „Wärmeinsel“. Innerhalb dieses dem Subbereich „Prenzlauer Klima“ zuzuordnenden Landschaftsraums kommt es, bedingt durch die Höhenlage, nur an wenigen Stellen – u.a. auf dem Endmoränenzug des Melzower Forstes – zu etwas höheren Niederschlägen. Demgegenüber schließt sich westlich von Prenzlau der ozeanisch getönte Subbereich des „Neustrelitzer Klimas“ an. Innerhalb des Altkreises Prenzlau ist dieser feuchtere und im Sommer kühlere Bereich im Umfeld des Wochenstubenwaldes Kiecker am stärksten ausgeprägt. Während der Rest des Altkreises ein langjähriges Mittel der Temperatur

von mind. 8 °C erreicht, bleibt es hier darunter. In Bezug auf die Entwicklung der Abendsegler von größerer Bedeutung ist das Temperaturmittel im Sommerhalbjahr, das im Kiecker und seinem unmittelbaren Umfeld – im Gegensatz zum gesamten Restkreis – unter 13,75 °C liegt. Die Verteilung der langjährigen Niederschlagsmittelwerte für die Vegetationsperiode April bis Juli unterstreicht die obigen Ausführungen. Danach lagen diese für die Station Fürstenwerder (2 km vom Kiecker entfernt) bei 221 l/m², für die Station Gramzow (4 km vom Melzower Forst entfernt) bei 212 l/m² und für die Station Prenzlau (11 km vom Carmzower Wald entfernt) bei 202 l/m² (BRAMER 1974). Obwohl die Klimareihen aus dem Zeitraum 1901 bis 1950 stammen, dürften die beschriebenen regionalklimatischen Unterschiede grundsätzlich fortbestehen.

Die lokalklimatischen Temperaturunterschiede sind für den Carmzower Wald und den Kiecker für den besonders kühlen Sommer 2017 und den besonders warmen Sommer 2018 in Tab. 11 zusammengefasst. Grundlage sind eigene Temperaturmessungen im unmittelbaren Umfeld der Wochenstubenquartiere (pro Wald ein TROTEC BL30 Klima-Datenlogger montiert an Bäumen in Quartierhöhe). Die Tagesmittelwerte lagen in Carmzow um 0,6 bis 1,1 °C höher als im Kiecker (im Mittel 0,8 °C). Dies ist den im Carmzower Wald im Mittel um 2,8 °C höheren Tagesmaxima bei gleichzeitig um 0,6 °C niedrigeren mittleren Minimaltemperaturen geschuldet. Exemplarisch ist der Monatsgang für den Juli 2017 in Abb. 24 dargestellt. Insgesamt zeigt der Carmzower Wald hinsichtlich der Temperaturen in der Wachstumsphase einen eher „kontinentalen“, der Kiecker einen eher „ozeanischen“ Charakter.

Tabelle 11 Mittelwerte der Temperatur im Carmzower Wald und im Kiecker im Juni und Juli 2017 sowie im Juni und Juli 2018 (eigene Messungen mit Temperaturloggern).

	Carmzow			Kiecker		
	Ø min.	Ø max.	Ø mittel	Ø min.	Ø max.	Ø mittel
Juni 2017	12,6	21,2	16,7	13,0	18,4	15,8
Juli 2017	13,6	20,9	16,9	14,0	18,6	16,3
Juni 2018	13,5	24,0	18,3	14,1	20,5	17,2
Juli 2018	15,1	25,3	20,1	16,0	23,0	19,5
Ø	13,7	22,9	18,0	14,3	20,1	17,2

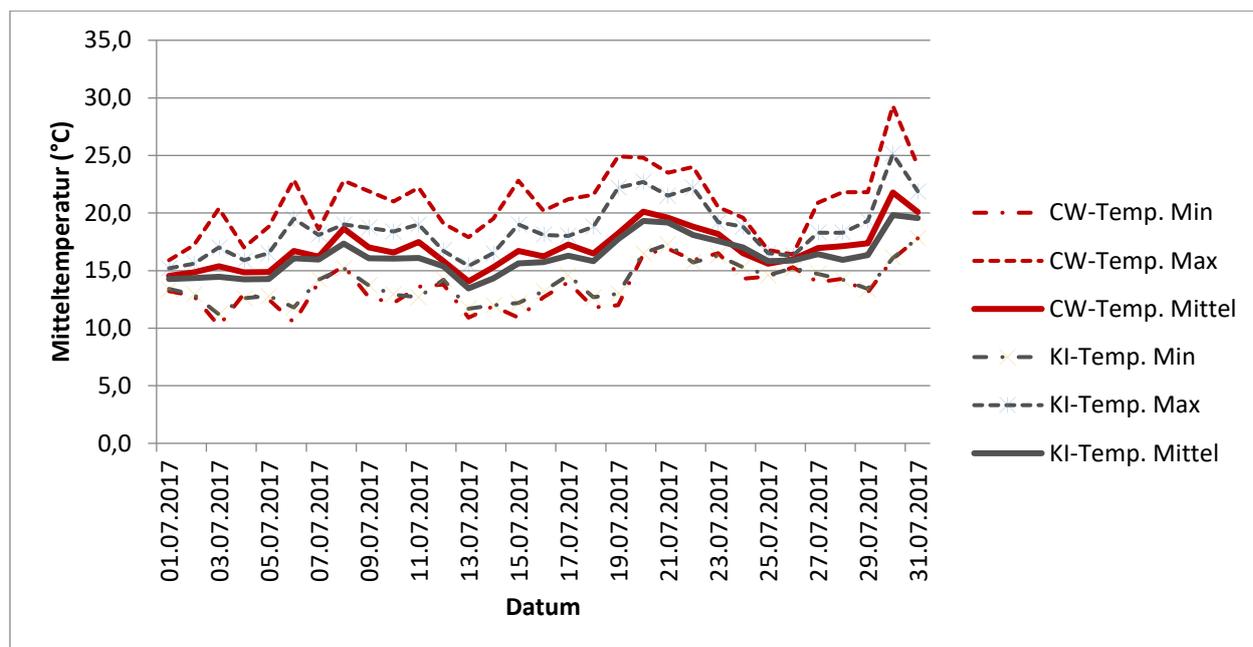


Abbildung 24 Monatsgang der Temperatur im Juli 2017 im Carmzower Wald (CW) und im Kiecker (KI) (eigene Messungen mit Temperaturloggern).

Fasst man diese Ergebnisse zusammen, erklären sich die Größenunterschiede zwischen den Tieren der drei Wochenstubenwälder wie folgt (Tab. 12):

Tabelle 12 Einfluss klein- und regionalklimatischer Unterschiede auf die Körpergröße uckermärkischer Weibchen.

Wochenstubenwald	klimatisches Gunstgebiet	warmer, sonnendurchfluteter Wochenstubenwald	Körpergröße Abendsegler
Carmzower Wald	ja	ja	groß
Melzower Forst	(ja)	nein	mittelgroß
Kiecker	nein	nein	klein

Demnach sollten Tiere aus kühl-feuchten Laubmischwäldern in ozeanisch beeinflussten Gebieten generell kleiner sein als Tiere aus trocken-heißen Kiefernforsten. Die wenigen vorliegenden Messwerte aus der Uckermark sprechen für diese Hypothese: In drei Nachbarwäldern des Kieckers sind die UA-Längen unterdurchschnittlich, (Rittgartener Wald: 54,3, Zerwelinener Heide: 54,3, Damerower Wald: 54,1 mm). Vergleichswerte aus dem kontinental geprägten Osten der Uckermark fehlen bislang leider vollständig. Unmittelbare Vergleiche mit anderen Untersuchungsgebieten (z.B. Raum Beeskow, Ostbrandenburg, (SCHMIDT 1980, 1996) sind aus methodischen Gründen nicht möglich.

Darüber hinaus fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den Wäldern in den eher „durchschnittlichen“ Sommern 1998 und 2003 tendenziell besonders groß waren, die Werte demgegenüber aber sowohl in Jahren mit besonders großen Individuen (2005 und 2006) als auch

in Jahren mit besonders kleinen Tieren (2000 und 2004) näher beieinander lagen (zur Einschätzung der Jahrgangsgrößen vgl. Tab. 8 und Abb. 16). Dies spricht dafür, dass die Witterung während der Wachstumsphase die regional- und kleinklimatischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Wäldern überlagert und letztere in „Durchschnittssommern“ besonders deutlich hervortreten.

Es kann somit als gesichert gelten, dass unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen – insbesondere ausreichendem Nahrungs- und Quartierangebot – relativ geringe Variationen der Klimafaktoren Niederschlag und Temperatur sowie mikroklimatische Unterschiede zwischen Kiefern- und Buchenwäldern die Körpergröße maßgeblich beeinflussen. Im Extremfall hatten im trocken-warmen Sommer 2006 im „warmen“ Carmzower Wald aufgewachsene Tiere um 2,0 mm längere UA und um 2,1 mm längere 5.F. als im nass-kalten Sommer 2004 im „kühlen“ Kiecker geborene. Damit waren die in nur 28 km voneinander entfernten Wäldern festgestellten Spannen um 0,2 mm größer als von GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) für ganz Europa dokumentiert! Bedenkt man, dass Wochenstubengesellschaften des Abendseglers zu etwa 83 % aus ein- bis dreijährigen Weibchen bestehen (HEISE & BLOHM 2003), wird deutlich, dass Messungen in nur einem Jahr, selbst bei großem Stichprobenumfang, nicht repräsentativ sein können, wenn ihnen eine Reihe trocken-warmer oder feucht-kühler Sommer vorausging. Beschränken sich die Untersuchungen zusätzlich auf nur eine Gesellschaft, wird der „Fehler“ im günstigen Falle nivelliert (Messung in „warmem“ Wald nach nass-kalten Jahren oder in „kühlem“ Wald nach trocken-warmen Jahren), im ungünstigen Falle aber verstärkt (Messung in „kühlem“ Wald nach nass-kalten Jahren oder in „warmem“ Wald nach trocken-warmen Jahren).

Nach den Ergebnissen vorliegender Untersuchung sollten Abendsegler aus sommerwarmen, niederschlagsarmen kontinentalen Regionen Europas größer sein als Tiere aus ozeanisch beeinflussten Gebieten. Diese Hypothese steht im Widerspruch zu Bergmanns Regel, die besagt, dass endotherme Tiere mit weiter Verbreitung in den kälteren Arealen ihres Verbreitungsgebietes oft größer sind als in den wärmeren (BEGON et al. 1991). Die Zusammenstellung von 29 Messreihen (Tab. 10) stützt weder die eine noch die andere Hypothese, sondern lässt keinerlei Abhängigkeit zwischen Körpergröße und geographischer Lage erkennen. Mit Blick auf die häufig überwiegend geringen Zahlen vermessener Tiere und die Stichprobenzusammensetzung verwundert dies allerdings nicht. Nur systematische Messungen an gezielt ausgewählten Stellen könnten klären, ob der Abendsegler innerhalb seines großen Verbreitungsgebietes bis heute nicht beschriebene, geographisch bedingte Körpergrößenunterschiede zeigt. Für einen Vergleich mit geographischem Bezug dürfen allerdings nur Wochenstuben-Weibchen mit gesichertem Geburtsort herangezogen werden (HEISE 1999, BLOHM 2003), da in Winterquartieren Tiere aus zahlreichen Gesellschaften zusammenkommen (PETIT et al. 1999, PETIT & MAYER 2000, HEISE & BLOHM 2004, LEHNERT et al. 2018), die keinen bestimmten Geburtsorten zuzuordnen sind. Messungen in großen Winterquartieren wären lediglich dazu geeignet, mit geringem Aufwand repräsentative Daten zur Variabilität der Körpergröße aus einem großen geographischen Raum zu erhalten.

4.2.3.4 Veränderung der Flügelproportionen zwischen 1996 und 2006

Unabhängig von den jährlich variierenden Körpergrößen und den Größenunterschieden zwischen den drei Gesellschaften wurde zwischen 1996 und 2006 eine deutliche Verlängerung des UA registriert. Dies bestätigt sich, wenn man Daten aus sechs weiteren Wochenstubengesellschaften

ab dem Jahre 1991 ergänzt (1.480 Weibchen; Mittelwert UA: 54,7 mm; Mittelwert 5.F.: 56,0 mm; Mittelwert Differenz 5.F. – UA: 1,3 mm; BLOHM unpubl.).

Die stetige Verlängerung des UA führt im Ergebnis zu längeren und relativ schmalen Flügeln (Abb. 23). Die arttypische Schmalflügeligkeit wird dadurch weiter verstärkt. Grundsätzlich besitzen die „typischen“ Fernzieher Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) sowie Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) besonders schmale Flügel, während sich unter den obligatorisch nichtziehenden Arten mit den Langohren (*Plecotus auritus* und *P. austriacus*) und der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) mehrere besonders breitflügelige Arten finden (STEFFENS et al. 2004). Diese auch bei Vögeln zu beobachtende Gesetzmäßigkeit hat flugmechanische Vorteile, da lange spitze Flügel aus aerodynamischen Gründen weniger Luftwiderstand aufweisen als kurze, runde Flügel, welche ihrerseits die Manövrierfähigkeit in dichter Vegetation verbessern (HILL & SMITH 1984, BERTHOLD 2000, DIETZ et al. 2006, DIETZ 2007).

Lange schmale Flügel sind somit als besondere Anpassung an weite Flugstrecken zu werten. Es ist nachgewiesen, dass ziehende Teilpopulationen einer Vogelart längere und spitzere Flügel als nichtziehende haben (CURRY-LINDAHL 1982, NACHTIGALL 1987, BERTHOLD 2000). Setzt sich die Schmalflügeligkeit innerhalb einer Fledermaus-Population durch, könnte dies als Selektion zugunsten weitziehender Individuen interpretiert werden und sollte sich bei einer ausreichend großen Stichprobe in einer Zunahme der Fernfunde und einer Verlängerung der Flugstrecken widerspiegeln. Tatsächlich ist jedoch für beide Geschlechter eine kontinuierliche Verkürzung der Flugstrecken bis hin zum Nichtziehen zu beobachten (HEISE & SCHMIDT 1979, SCHMIDT 2000, HEISE & BLOHM 2004, BLOHM & HEISE 2004, STEFFENS et al. 2004). Detaillierte Vermessungen an (potentiell nicht ziehenden) männlichen und (potentiell obligatorisch migrierenden) weiblichen Abendseglern bestätigten zwar den auch in dieser Untersuchung nachgewiesenen Geschlechtsdimorphismus, konnten darüber hinaus aber keine Unterschiede in der Flügelmorphologie belegen (O'MARA et al. 2016). Veränderungen im Zugverhalten sind als Auslöser folglich nicht anzunehmen.

Denkbar wäre, dass veränderte Jagdstrategien eine allmähliche Verschiebung der Flügelproportionen bedingen. Im Untersuchungsgebiet gingen in der Vergangenheit zahlreiche Landschaftselemente verloren, die zweifellos wichtige Nahrungsgebiete für den Abendsegler darstellten (vgl. Kap. 4.3.3.1). Wie andernorts dürfte damit ein erheblicher Rückgang der Insektenbiomasse verbunden gewesen sein (u.a. SORG et al. 2013, HALLMANN et al. 2017). Die hoch mobile, opportunistisch und in verschiedenen Landschaftsräumen unterschiedlich jagende Art (ROELEKE et al. 2020) konnte sich vergleichsweise gut mit dieser neuen Situation arrangieren, indem sie gezielt die verbleibenden, allerdings nunmehr weit auseinanderliegenden Jagdgebiete anflieg. Besonders schmalflügelige Individuen könnten an einen schnellen Jagdgebietenwechsel über größere Entfernungen besser angepasst sein. Ohne dass dies zu belegen ist, könnte die beobachtete Flügelverschmälerung somit Ergebnis einer noch anhaltenden morphologischen Anpassung an veränderte Jagdbedingungen sein.

4.2.4 Zusammenfassung

Bei 402 in der Uckermark vermessenen adulten Abendseglermännchen schwankte die Unterarmlänge (UA) zwischen 49,2 und 56,9 mm (\emptyset 53,4 mm) und die Länge des 5. Fingers (5.F.) zwischen 49 und 60 mm (\emptyset 54,9 mm). Bei 2.268 adulten Weibchen variierte der UA zwischen 48,4 und 59,4 mm (\emptyset 54,5 mm) und der 5.F. zwischen 50 und 61 mm (\emptyset 55,9 mm). Unabhängig von diesem Geschlechtsdimorphismus war der 5.F. bei beiden Geschlechtern durchschnittlich um 1,4 mm länger als der UA.

Im Zeitraum 1996 – 2006 schwankten die Jahresdurchschnittswerte untersuchter Wochenstubenweibchen mit bekanntem Geburtsjahr beim UA um bis zu 1,5 mm und beim 5.F. um bis zu 1,6 mm. Es konnte gezeigt werden, dass in warmen und trockenen Sommern (n=3) besonders große, in nassen und kalten Sommern (n=3) besonders kleine und in wechselhaften Jahren (n=5) durchschnittlich große Tiere aufwuchsen.

Unabhängig von den witterungsbedingten jährlichen Schwankungen waren die Weibchen aus drei untersuchten Wochenstubengesellschaften unterschiedlich groß. Während die Tiere in einem warmen, sonnendurchfluteten und innerhalb eines klimatischen Gunstgebietes gelegenen Kiefernwald besonders groß wurden (UA 55,0 mm, 5.F. 56,3 mm), erreichten sie in einem ozeanisch beeinflussten kühlen Buchenwald mit wenig lichtdurchlässiger Kronenschicht regelmäßig geringere Körpermaße (UA 54,5 mm, 5.F. 55,7 mm). Abendsegler aus einem inmitten des klimatischen Gunstgebietes gelegenen Buchenwald lagen bezüglich beider Messstrecken zwischen den beiden Extremwäldern (UA 54,6 mm, 5.F. 56,0 mm). Die Jahresdurchschnittswerte differierten im Carmzower Wald um bis zu 1,5 mm (UA) bzw. 1,7 mm (5.F.), im Melzower Forst um bis zu 2,0 mm (UA) bzw. 1,9 mm (5.F.) und im Kiecker um bis zu 1,4 mm (UA und 5.F.).

Das Zusammenwirken witterungsbedingter, regional- und kleinklimatischer Faktoren führte dazu, dass im heißen und trockenen Sommer 2006 in einem warmen Wochenstubenwald aufgewachsene Weibchen um durchschnittlich 2,0 mm (UA) bzw. 2,1 mm (5.F.) größer wurden als Tiere, die im nass-kalten Sommer 2004 in einem kühlen und feuchten Wald geboren wurden. Grundsätzlich müssen daher repräsentative Messserien ausreichend groß sein und sollten über mehrere Jahre an verschiedenen Wochenstubengesellschaften einer Region gewonnen werden.

Während des Untersuchungszeitraums wurde bei Weibchen eine kontinuierlich verlaufende relative Verschmälerung des Flügels registriert. Eine belastbare Erklärung dafür fehlt bisher.

4.2.5 Summary

Among 402 adult male noctules measured in the Uckermark district the forearm length (FL) ranged between 49,2 and 56,9 mm (\emptyset 53,4 mm) and the length of the fifth finger (5th F) ranged between 49 and 60 mm (\emptyset 54,9 mm). The FL of 2.268 examined female noctules varied between 48,4 and 59,4 mm (\emptyset 54,5 mm) and the 5th F between 50 and 61 mm (\emptyset 55,9 mm). Regardless of this sex-dimorphism the 5th F of both sexes was averagely 1,4 mm longer than the FL.

During the time period of 1996 and 2006 the annual average of examined nursery females with a known birth year, the FL varied up to 1,5 mm and the 5th F up to 1,6 mm. That shows that in warm and dry summers especially large animals grew up and in wet and cold summers particularly small ones. Between 1996 and 2006 three "large", three "small" and five "average" birth cohorts were registered.

Independent of the annual weather related fluctuations the females of different nursery colonies differed in size. While animals in a warm, sunlit and climatically favorable area in a pine forest grew especially large (FL 55,0 mm, 5th F 56,3 mm), the animals in a maritime influenced cool beech forest repeatedly displayed smaller body measurements (FL 54,5 mm, 5th F 55,7 mm). Measured noctules from a climatically favorable area located in a beech forest, ranged between both extrem forests (FL 54,6 mm, 5th F 56,0). The annual average differs in Carmzow up to 1,5 mm (FL) respectively 1,7 mm (5th F), in Melzow up to 2,0 mm (FL) respectively 1,9 mm (5th F) and in the Kiecker up to 1,4 mm (FL and 5th F).

The combination of weather condition, regional and small climatic factors circumstanced that females growing up in one nursery colony in a warm forest in the dry and hot summer of 2006 were in average 2,0 mm (FL) respectively 2,1 mm (5th F) larger compared to those growing up in a cool and wet forest in the rainy and cold summer of 2004. In principle representative measurement series shall be big enough and should be proceeded over several years at different nursery colonies in one region.

During the examination period a continuous relatively narrowing of the females wings was registered. An explanation for this remains to be found.

4.3 Entwicklung, Phänologie und Quartiernutzung einer Wochenstubengesellschaft des Abendseglers in der Uckermark

4.3.1 Einleitung und Fragestellung

Die Reproduktionsgebiete des Abendseglers konzentrieren sich innerhalb Deutschlands auf die nördlichen und östlichen Bundesländer, insbesondere auf Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg (Zusammenfassungen in MESCHÉDE & HELLER 2000, BOYE & DIETZ 2004, STEFFENS et al. 2004 und HUTTERER et al. 2005). Die Uckermark mit ihren z.T. altholzreichen Laubwäldern liegt inmitten dieses Fortpflanzungsschwerpunktes. In allen daraufhin untersuchten Wäldern des Altkreises Prenzlau reproduzieren Abendsegler (BLOHM & HEISE 2008). Dies eröffnete bereits früh die Möglichkeit für populationsökologische Untersuchungen an mehreren Wochenstubengesellschaften.

Wenngleich auf Grund der bemerkenswerten Geburtsortstreue der Weibchen viele Tiere in Folgejahren wieder in ihr Geburtsquartier oder dessen nähere Umgebung zurückkehren (HEISE 1999, BLOHM 2003), ist es kaum möglich, die Gesellschaften großer Wälder quantitativ zu erfassen (HEISE et al. 2003). Durch Quartierwechsel und die Nutzung schwer einsehbarer und zudem nur teilweise bekannter Baumhöhlen entzieht sich stets ein Teil der Tiere einer systematischen Kontrolle. Um verlässliche Ergebnisse zur Bestandsgröße zu erlangen, müssten jedoch alle Quartiere zeitgleich an einem Tag kontrolliert werden – ein für große Waldgebiete schwer zu realisierendes Unterfangen. In der Konsequenz ist es nur ausnahmsweise möglich, realitätsnahe Bestandszahlen zu ermitteln. Noch schwieriger sind Aussagen zur Bestandsentwicklung, da hierfür langjährige Untersuchungen unter standardisierten Bedingungen erforderlich sind.

Vor diesem Hintergrund stellte die Besiedlung von Fledermauskästen im Carmzower Wald zu Beginn der 1990er Jahre einen Glücksfall dar: Der Wald liegt isoliert innerhalb eines weitgehend ausgeräumten Ackerbaugebietes, ist zusammen mit unmittelbar angrenzenden Waldinseln nur etwa 45 ha groß und verfügt auf Grund seines geringen Alters nur über wenige für den Abendsegler zur Fortpflanzung geeignete Baumhöhlen (HEISE & BLOHM 1998). Unter diesen idealen Untersuchungsbedingungen wird unter Auswertung von mehr als 1.000 Gebietskontrollen, 7.200 Beringungen und 9.700 Wiederfinden folgenden Fragen nachgegangen:

- Wie entwickelt sich eine in einem quartierarmen Wald lebende Abendseglergesellschaft nach Erhöhung des Quartierangebots und inwiefern limitiert die Verfügbarkeit geeigneter Quartiere die Bestandsgröße?
- Gibt es Präferenzen hinsichtlich der Besiedlung natürlicher (Baumhöhlen) und künstlicher (Fledermauskästen) Quartiere?
- In welchen Monaten halten sich adulte Weibchen und adulte Männchen im Wochenstubenwald auf?
- Können auf Grundlage der Quartierkontrollen Aussagen zum Zugeschehen getroffen werden?
- Wann werden die Jungtiere geboren und wie lange bleiben sie im Geburtswald?
- Kommt es schon im Wochenstubengebiet zu Paarungen? Falls ja, in welchem Umfang und welche Tiere sind daran beteiligt?

4.3.2 Ergebnisse

4.3.2.1 Bestandsentwicklung der Wochenstubengesellschaft Carmzower Wald

Nachdem HEISE (in lit.) bereits Ende der 1970er Jahre eine von Abendseglern besetzte Baumhöhle feststellte, ergaben eigene Ausflugbeobachtungen am 06.06.1992 einen Mindestbestand von etwa 20 adulten Weibchen. Ab dem Folgejahr wurden zunehmend Fledermauskästen besiedelt und alljährlich zur Jungenaufzucht genutzt.

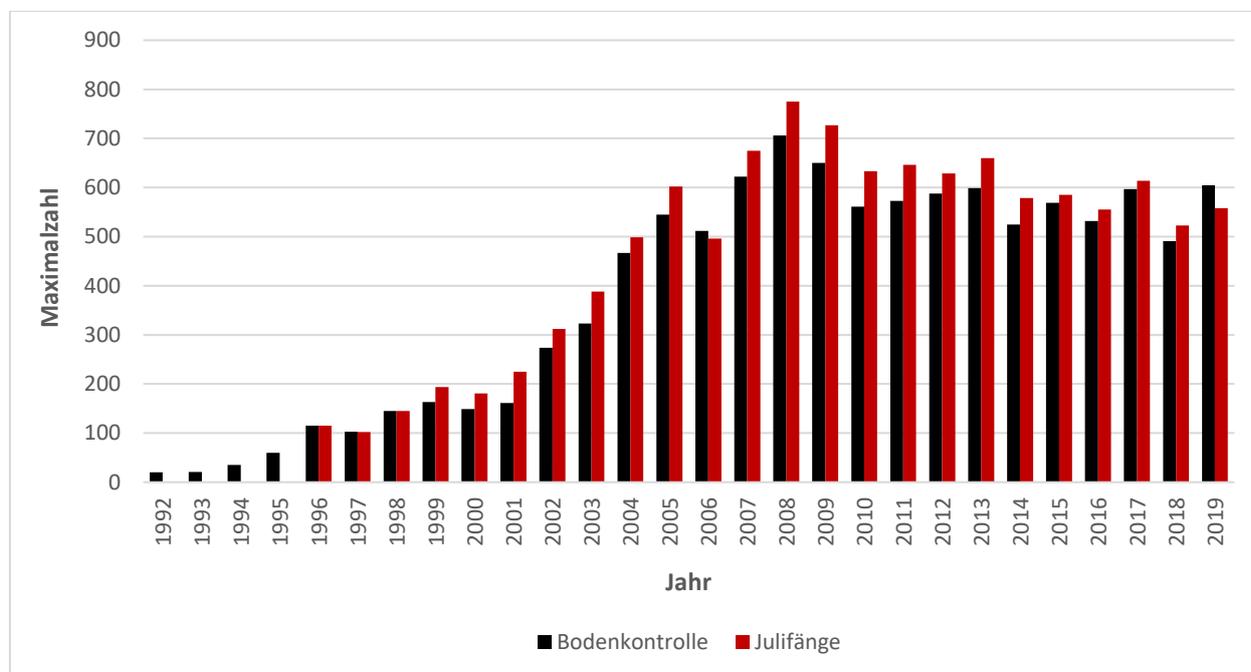


Abbildung 25 Bestandsentwicklung Carmzower Wald zwischen 1992 und 2019 (Ergebnisse Bodenkontrollen und Summe der Julifänge (ab 1996); jeweils Maximalbesatz/Jahr).

Abb. 25 zeigt die im jeweiligen Jahr durch Bodenkontrollen und durch die beiden Jahresfänge ermittelten Höchstzahlen. Diese werden alljährlich im Juli erreicht, wenn sich neben den reproduzierenden Weibchen auch deren Nachwuchs sowie adulte Männchen in den Quartieren aufhalten.

Mit Besiedlung der Kästen im Jahre 1993 wuchs der Ausgangsbestand von 20 Tieren nahezu kontinuierlich, überschritt bereits drei Jahre später die 100er-Marke und erreichte im Jahre 2008 mit 775 Individuen das bisherige Maximum. Derartig hohe Werte wurden bis einschließlich 2019 nicht mehr erreicht, die Maximalbestände schwankten zwischen 727 (2009) und 523 (2018) Individuen (Ø 610 Ex.).

Der Gesamtbestand wurde maßgeblich durch die adulten Weibchen bestimmt, einerseits durch die Anzahl der Alttiere, andererseits durch die Anzahl der geborenen Jungtiere. Adulte Weibchen machten durchschnittlich 36,8 % der gefangenen Tiere aus (4.234 Fänge). Ihr Bestand wuchs von 20 Individuen im Jahre 1992 auf maximal 289 im Jahre 2008. Danach pendelte sich die Weibchenzahl bei leicht abnehmender Tendenz zwischen 263 (2009) und 197 (2018) ein und lag im Mittel bei 228 adulten Weibchen/Jahr.

Jedes Weibchen bringt jährlich etwa 1,5 Junge zum Ausfliegen (z.B. 1,52 Jungtiere pro adultem Weibchen für elfjährigen Untersuchungszeitraum 1991 bis 2001; HEISE et al. 2003). Daraus ergab sich zur Zeit des Flüggewerdens ein Jungtieranteil von durchschnittlich 60,6 % (6.855 Fänge). Der

Anteil der adulten Männchen am Gesamtbestand lag zwischen 0 und 5,9 %, im Mittel bei 2,6 % (329 Fänge). Die genannten Werte schwankten innerhalb des Untersuchungszeitraums nur unwesentlich (Abb. 26).

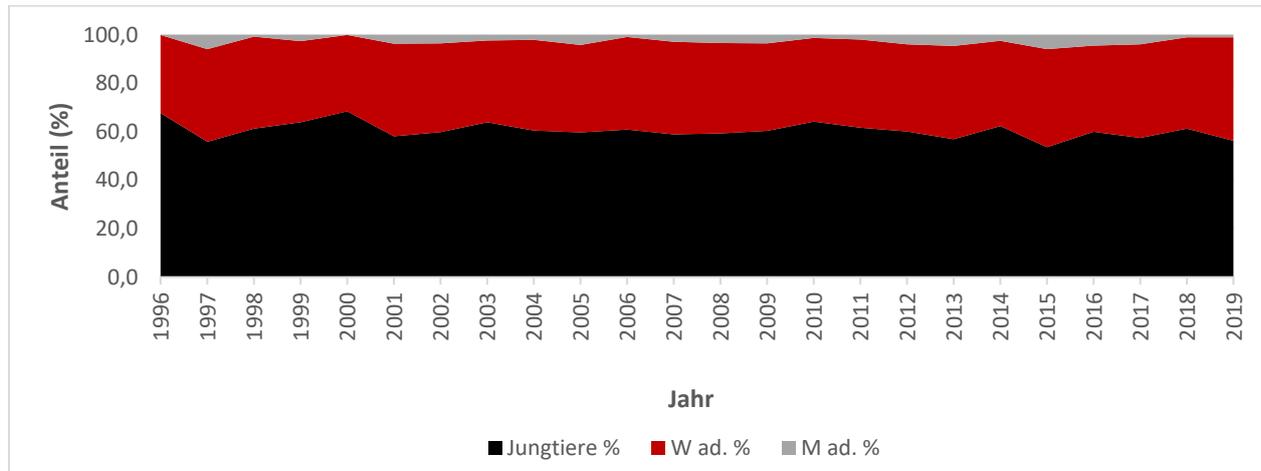


Abbildung 26 Anteil adulter Männchen, Weibchen und Jungtiere am Gesamtbestand (Ergebnisse der Jahresfänge, 11.418 Fänge).

4.3.2.2 Phänologie

Der Carmzower Wald ist ein bedeutender Reproduktionsort. Die Besatzentwicklung folgt alljährlich einem typischen Muster:

Im Spätwinter kehren die ersten Tiere aus ihren Winterquartieren zurück. Im März/April, meist nach vorausgegangenen milden Perioden, wächst der Bestand und erreicht in der letzten Maidekade ein Frühjahrsmaximum. Wie u.a. der relativ hohe Anteil unberingter Tiere belegt (geschätzt bis zu etwa 20 % gegenüber regelmäßig nur etwa 5-10 % im Juli; BLOHM unpubl.), halten sich zu diesem Zeitpunkt auch unberingte gesellschaftsfremde Tiere in den Quartieren auf (vgl. Kap. 3.4).

Parallel zum Abzug dieser Durchzügler separieren sich die gesellschaftsangehörigen Weibchen und Männchen, und Anfang Juni werden die ersten Jungen geboren. Der Bestand wächst dadurch um etwa 150 % (im Jahr 2019 auf etwa 600 Tiere; Abb. 25). Mit hinreichender Sicherheit können die Jungtiere allerdings erst im Juli quantitativ erfasst werden. In der zweiten Julidekade wird regelmäßig das Jahresmaximum dokumentiert. Die adulten Weibchen sind dann noch im Gebiet, und die gerade flügge gewordenen Jungtiere erkunden sukzessive den Geburtswald und dessen Umgebung.

Der schnelle Abzug der meisten Tiere beginnt bereits wenige Tage später, meist in der letzten Julidekade. Zuerst verlassen die adulten Weibchen den Wochenstubenwald, ihnen folgen später die Jungtiere. Zwischen Mitte August und Mitte September verbleiben nur wenige Tiere (im Wesentlichen adulte Männchen und/oder kleine Jungtiergruppen) im Wald, im Zeitraum 1994 bis 2019 im Mittel etwa 24 Individuen. In sieben Jahren konnten in diesem Zeitraum überhaupt keine Tiere nachgewiesen werden. In den restlichen 19 Jahren schwankte der Bestand zwischen 2 (2016) und 86 (2008).

In der zweiten Septemberhälfte ist regelmäßig wieder Zuzug zu beobachten, maximal wurden 119 (2008), minimal 3 (1995), im Mittel 48 Tiere erfasst. Je nach Witterungsverlauf verlässt das Gros

bis Ende Oktober den Wald. Einzeltiere waren in neun Jahren noch bis in den Dezember zu beobachten und verschwanden erst mit dem Einbruch anhaltender Frostperioden.

Die Jahresperiodik ist in komprimierter Form in Abb. 27 dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde der Untersuchungszeitraum in drei Neunjahresblöcke unterteilt und Halbmonatssummen der erfassten Tiere gebildet.

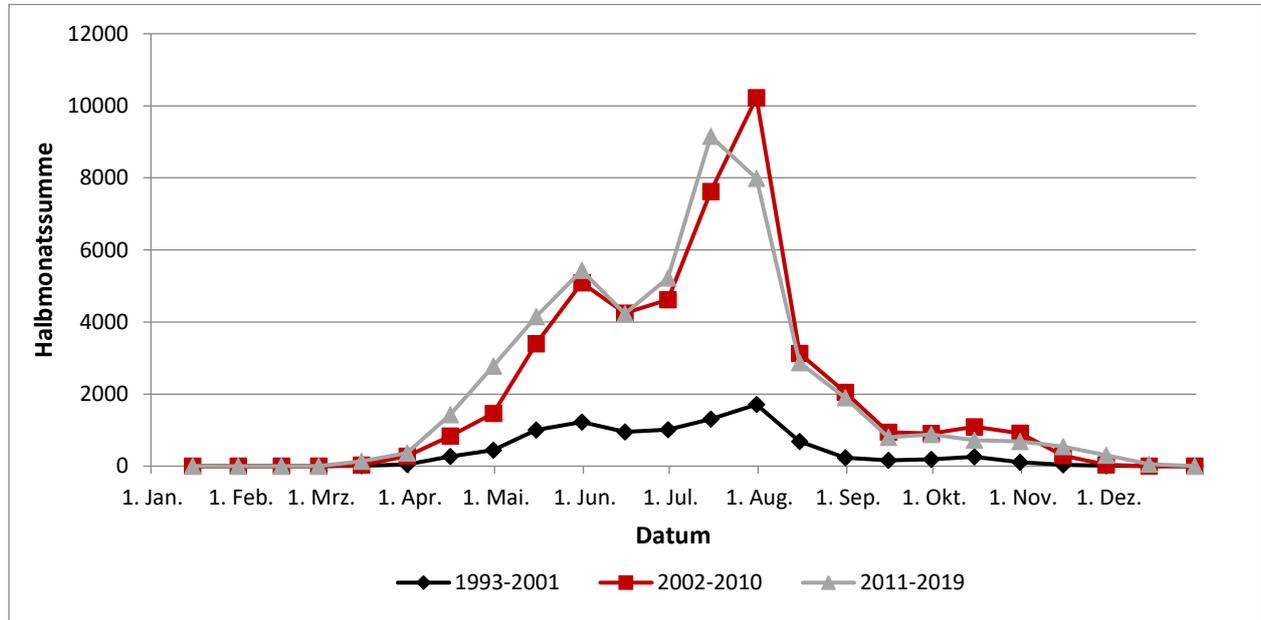


Abbildung 27 Jahresperiodik des Bestandes (Halbmonatssummen: 1993-2001: 9.667 Tiere; 2002-2010: 47.174 Tiere; 2011-2019: 49.670 Tiere).

Die ersten Abendsegler wurden in 26 Untersuchungsjahren durchschnittlich am 13. März im Wochenstubegebiet festgestellt, frühestens am 27. Februar (2019) und spätestens am 20. April (1996). Lagen die Erstankunftstermine in der ersten Hälfte der Untersuchungsperiode überwiegend in der zweiten Märzhälfte, teilweise erst im April (1996, 2001, 2006), kamen die ersten Tiere in den Folgejahren fast ausnahmslos vor dem 10. März, oft bereits zum Monatsbeginn an (Abb. 28). Die Verfrühung ist hoch signifikant (ANOVA-Table, Type II-Test; $F=9,32$; $p<0,01$).

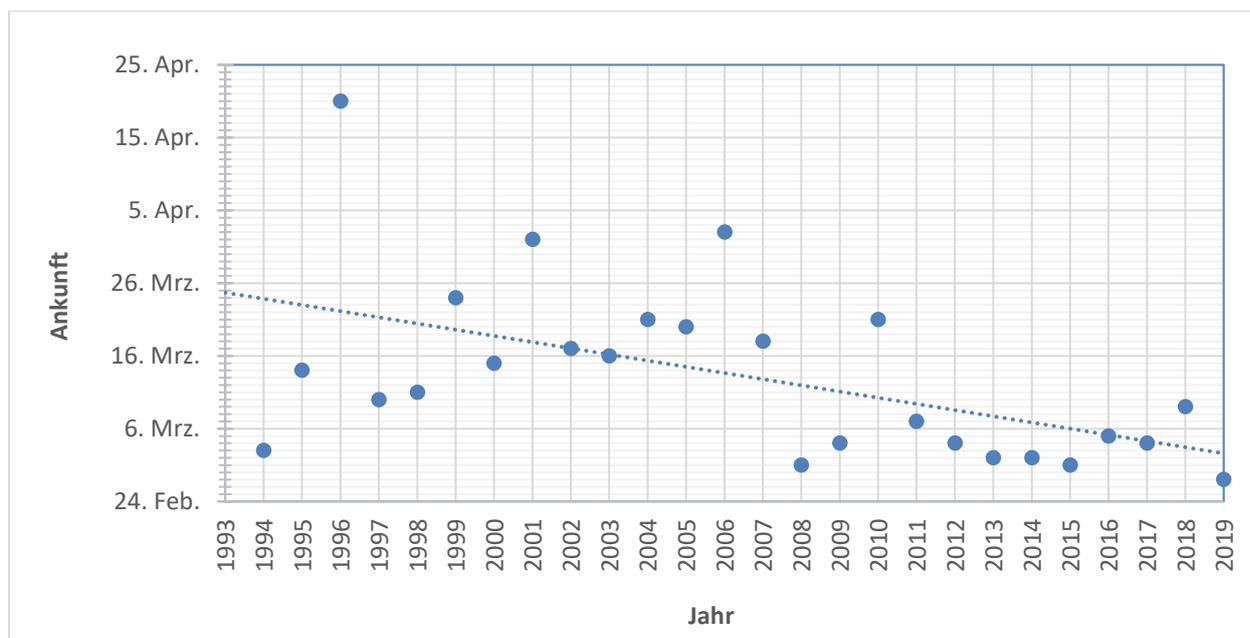


Abbildung 28 Erstankünfte im Zeitraum 1994 bis 2019 (26 Jahre; Erstankunft 1993 nicht verlässlich dokumentiert; ANOVA-Table, Type II-Test; $F=9,32$; $R^2_{multiple}=0,28$; Geradengleichung: $y=-0,85x+1,781,9$; $p<0,01$).

Die ersten Abendsegler erscheinen meist nach einigen warmen Tagen. Fallen die Temperaturen danach wieder, kann bis zum Eintreffen weiterer Tiere geraume Zeit vergehen. So wurden nach einigen frostfreien Tagen mit Tageshöchstwerten bis zu 11 °C zur Monatswende Februar/März am 02.03.2013 die beiden ersten Abendsegler festgestellt. Innerhalb der folgenden Woche kam ein weiterer hinzu. Dann kam es ab 9. März zu einem Kälteeinbruch mit Dauerfrost, Schnee und minimalen Nachtwerten bis zu minus 14 °C – den niedrigsten Temperaturen des gesamten Winters. Die schon im Wochenstubegebiet angekommenen Abendsegler verharrten mehr als fünf Wochen in den nicht isolierten Fledermauskästen, und erst mit dem plötzlichen Temperaturanstieg ab 9. April wuchs der Bestand innerhalb weniger Tage rasant (14. April: ca. 50 Ex.; 21. April: ca. 150 Ex.; 28. April: ca. 200 Ex.). In Jahren mit normalem Temperaturverlauf wächst der Bestand gewöhnlich ab Ende März/Anfang April kontinuierlich, bis in der letzten Maidekade das Frühjahrsmaximum erreicht wird.

Nach dem Abzug der meisten Wochenstubentiere im Juli/August erhöht sich der Bestand im September/Oktober regelmäßig wieder. Teilweise halten sich Abendsegler mehrere Tage bis Wochen im Gebiet auf und jagen bei günstigen Witterungsbedingungen. Bei einem anderen Teil handelt es sich um Durchzügler, die nur kurze Zeit im Carmzower Wald verbringen. Die letzten Tiere harren in beiden Fällen meist bis zum Eintreten starker Fröste in den Quartieren aus. Sie wurden im Mittel am 19. November (27 Jahre) beobachtet. Die jahreszeitlich früheste Letztbeobachtung stammt vom 11. September (1995), die späteste vom 31. Dezember (2011). Im letztgenannten Fall wurde das Einzeltier letztmals am 2. Januar des Folgejahres beobachtet. Der Abzug der letzten Tiere verschob sich während des Untersuchungszeitraums deutlich zum Jahresende. Er lag zu Beginn zwischen Mitte September und Anfang November, zum Ende ausnahmslos im Dezember (Abb. 29). Die Verspätung der Letztbeobachtungen ist höchst signifikant (ANOVA-Table, Type II-Test; $F=37,87$; $p<0,001$).

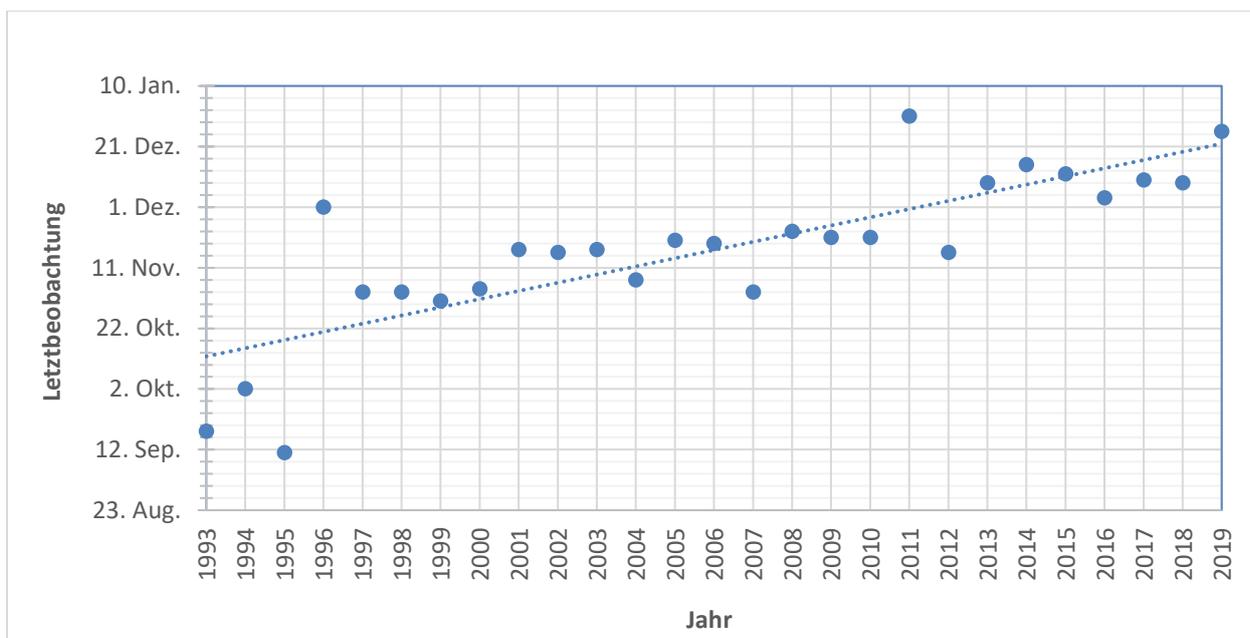


Abbildung 29 Letztbeobachtungen im Zeitraum 1993 bis 2019; ANOVA-Table, Type II-Test; $F=37,87$; $R^2_{multiple}=0,61$; Geradengleichung: $y=2,47x-4.630,8$; $p<0,001$.

4.3.2.3 Quartiernutzung

Die Anzahl besetzter Quartiere steigt bis zum Sommer parallel zum Bestand. Die im Herbst relativ hohe Zahl besetzter Quartiere bei gleichzeitig geringen Tierzahlen ist darauf zurückzuführen, dass sich die Abendsegler in diesem Zeitraum allein oder in kleinen Gruppen in den Quartieren aufhalten. Exemplarisch sind die Zahlen festgestellter Tiere und besiedelter Quartiere für das Jahr 2019 in Abb. 30 dargestellt.

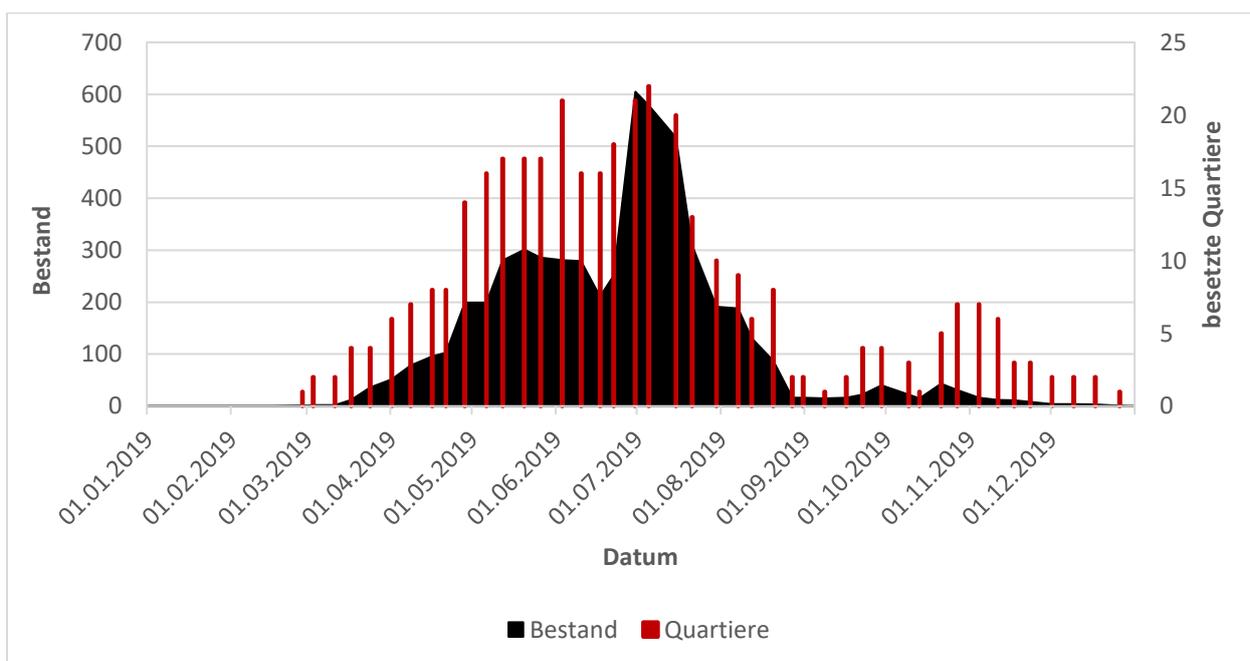


Abbildung 30 Bestand und Anzahl besetzter Quartiere im Jahr 2019.

Zu Beginn und zum Ende der Saison werden die Quartiere regelmäßig nur von einzelnen bis wenigen Tieren besiedelt. Der Bestandsanstieg bis Ende Mai resultiert sowohl aus einer höheren Zahl besetzter Quartiere als auch aus wachsenden Gruppengrößen.

In der Periode der Jungenaufzucht (Juni/Juli) sind die Gruppen mit durchschnittlich 25 bis 30 Tieren am größten. Die Abnahme der mittleren Gruppengrößen in der zweiten Junihälfte (Abb. 31) ist ein Artefakt, da die zu diesem Zeitpunkt bereits geborenen Jungen bei Bodenkontrollen noch nicht quantitativ erfasst werden können.

Tatsächlich erfolgt Anfang Juni sowohl eine Separierung der Geschlechter (vgl. auch 4.3.2.4) als auch eine Reduzierung der Weibchenzahlen pro Quartier: Werden im betreffenden Jahr zur Jungenaufzucht genutzte Quartiere bis Mai regelmäßig von 25 bis 40 Abendseglern (adulte Weibchen und Männchen) besetzt, teilen sich die Weibchen mit Beginn der Geburtenperiode auf Gruppen von etwa 10 bis 15 Weibchen (+ Nachwuchs) auf.

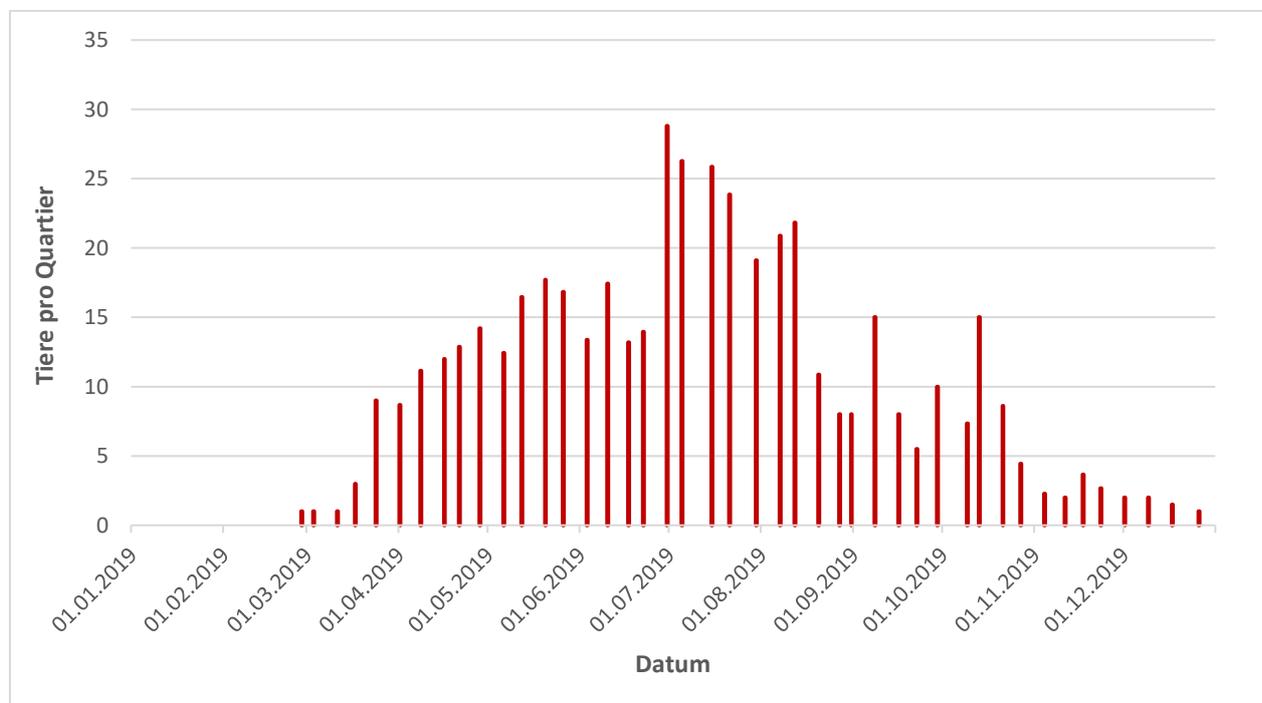


Abbildung 31 Mittlere Besatzzahlen pro Quartier im Jahr 2019.

Die im Carmzower Wald besiedelten Quartiere lassen sich drei Gruppen zuordnen

1. große Fledermauskästen (Wochenstubenkästen, Volumen etwa 5 Liter),
2. sonstige Fledermauskästen (Volumen 3,75 Liter oder weniger) und
3. Baumhöhlen (unterschiedliche Volumina).

Die Nutzung dieser Quartiertypen ist am Beispiel des Jahres 2019 in Tab. 13 dargestellt. Die zwölf Baumhöhlen stellen gut ein Fünftel der kontrollierten Quartiere, auf sie entfallen jedoch lediglich 0,3 % der beobachteten „Besätze“, auf die „sonstigen Fledermauskästen“ (1/3 des Quartierbestandes) 15,3 %. In 84,4 % der Fälle waren im Jahre 2019 besetzt aufgefundene Quartiere „Wochenstubenkästen“. Die Auswertung der absoluten Besatzzahlen an Stelle der Präsenz/Absenz-Auswertung verschiebt den Schwerpunkt noch weiter in Richtung der „Wochenstubenkästen“.

4.3.2.4 Reproduktionsgeschehen

Geschlechteranteil und Gruppenzusammensetzung im Jahresverlauf

In zwölf Jahren konnte das Geschlecht der ersten im Wochenstubenwald eingetroffenen Abendsegler (meist Einzeltiere) ermittelt werden: In sechs Jahren waren es Männchen, in zwei Jahren Weibchen, und in vier Jahren waren beide Geschlechter unter den Erstankömmlingen vertreten. Männchen stellen nicht nur häufig die Erstankömmlinge, sondern kommen grundsätzlich einige Tage früher als die Weibchen an. Während der prozentuale Anteil der Männchen unter den Alttieren bei den Julifängen zwischen 0 und 15,4 schwankte (Durchschnitt: 7,3 %), lag er im Frühjahr regelmäßig bei einem Drittel, teilweise auch darüber.

Nach der Ankunft bilden die Abendsegler gemischte Gruppen aus Weibchen und Männchen. Das Gros bilden gesellschaftsangehörige Tiere (vgl. Kap 3.4). Zu dieser Zeit befinden sich aber alljährlich auch (unmarkierte) Durchzügler in den Gruppen. Regelmäßig beginnen sich die ortsansässigen Männchen ab der Monatswende April/Mai (Ø 29. April im Zeitraum 2001-2019) von den Wochenstubenweibchen zu separieren. Die letzten Mischgruppen wurden meist vor Beginn der Geburten, in der zweiten Maihälfte (Ø 19. Mai im Zeitraum 2000-2019), spätestens Anfang Juni (2002, 2017), beobachtet.

Während die Weibchen dann bis Mitte Juli mit ihren Jungen recht beständig bestimmte Wochenstubenquartiere besiedeln (Tab. 13), verbringen die Männchen diesen Zeitraum entweder in Gruppen oder sie besetzen schon im Frühjahr einzeln die späteren Paarungsquartiere. Im Juli wurden immer wieder einzelne paarungsbereite Männchen in Wochenstubengruppen gefunden. Gruppen adulter Männchen kommen auch nach Ende Juli noch vor, sind jedoch selten (z.B. 7 Ex. am 17.08.2009 in K469).

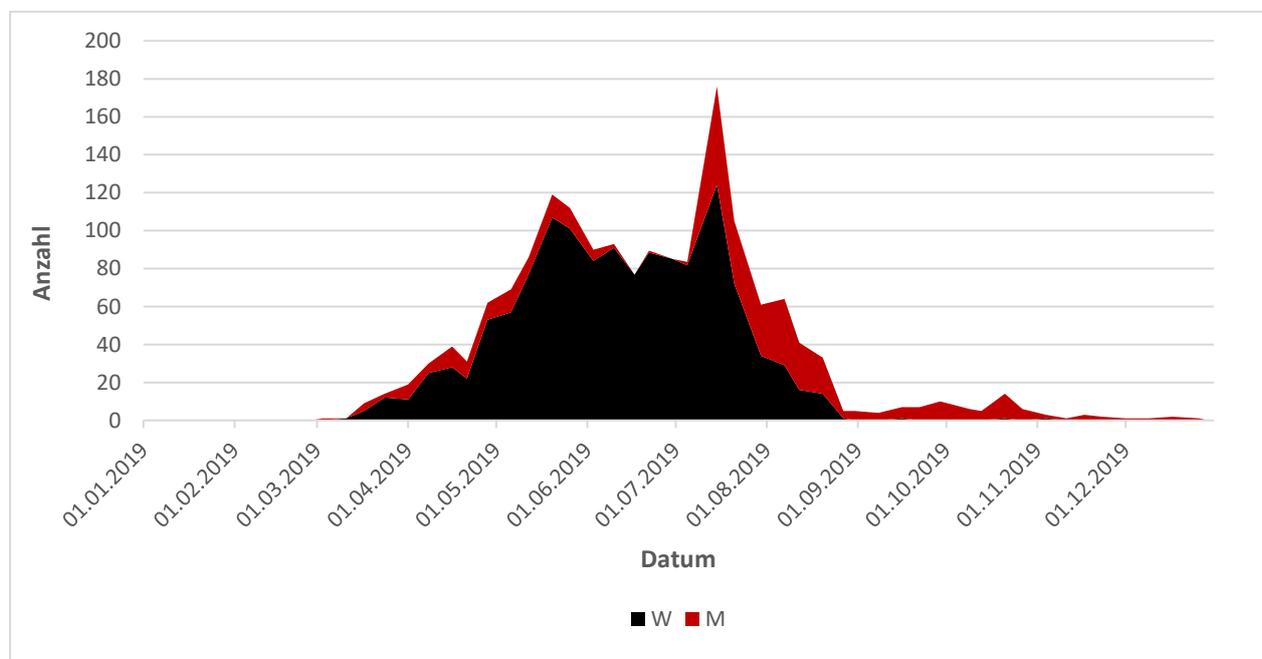


Abbildung 32 Geschlechteranteil unter den bei Bodenkontrollen erkennbaren Tieren (n=1.673) im Jahre 2019.

Mit Auflösung der Wochenstubengruppen verlassen je nach Witterungsverlauf ab Mitte Juli die meisten adulten Weibchen den Wald. Die letzten halten sich regelmäßig in Paarungsgruppen auf. Nach Auflösung der Wochenstuben registrierte Weibchen konnten bei den Bodenkontrollen häufig nicht nach Alt- und Jungtieren unterschieden werden. Die Verwendung von Farbringen in einigen Jahren und stichprobenartige Fänge sprechen jedoch dafür, dass Herbstbeobachtungen nahezu ausschließlich Jungtiere betreffen.

Die Letztbeobachtungen betrafen in 14 Jahren Männchen und in zwei Jahren Weibchen. In einem Jahr waren beide Geschlechter vertreten, und in sechs Jahren war keine Zuordnung möglich. Im Unterschied zu den Weibchen finden sich unter den männlichen „Herbsttieren“ sowohl Jung- als auch Alttiere.

Während der Bodenkontrollen wurde regelmäßig der Geschlechteranteil geschätzt (Abb. 32). Bis Mitte Juli wurden ausschließlich Alttiere, danach alle erfasst. Hielten sich nur wenige Tiere in einem Kasten auf, konnte das Geschlecht oft für alle Ringträger bestimmt werden. Bei großen Tierzahlen konnten nur die untersten Reihen, mithin etwa ein Drittel der Tiere, ausgezählt werden. Auf Grund der Skalierung sind die geringen Tierzahlen zu Beginn und Ende der Saison nicht vollständig erkennbar. Deutlich werden dennoch die höheren Männchenanteile im Frühjahr und Herbst.

Paarungen

Bis Mitte der 1990er Jahre hielten sich nur ausnahmsweise adulte Abendseglermännchen während des Sommerhalbjahrs in der Uckermark auf (Kap. 4.1). Mit steigenden Männchenzahlen etablierten sich in den Wochenstubenwäldern auch Paarungsgruppen (vgl. Kap. 3.4), ein vorher für die Region unbekanntes, heute jedoch regelmäßig zu beobachtendes Phänomen (Kap. 4.1).

Die meisten Männchen verbringen die Zeit bis zur Auflösung der Wochenstuben (etwa bis Mitte Juli) in Gruppen von oft fünf bis 15 Individuen. Maximal wurden 24 adulte Männchen am 17.07.2015 im Fledermauskasten 465 festgestellt. Männchengruppen bestehen oft über Wochen in nahezu unveränderter Zusammensetzung. Sie nutzen häufig große Wochenstubenquartiere, die dann im jeweiligen Jahr nicht für die Jungenaufzucht zur Verfügung stehen.

Während sich die Mehrzahl der im Carmzower Wald lebenden Männchen in einer oder in wenigen Gruppen konzentriert, besetzen andere Männchen schon ab Ende April/Anfang Mai Quartiere, die sie bis Mitte Juli allein bewohnen und die danach als Paarungsquartiere fungieren. Die frühesten Paarungsgruppen des Jahres bestehen aus diesen Männchen und adulten Weibchen, die keine Jungtiere aufgezogen oder diese früh verloren haben und aus Weibchen mit sehr frühen Geburtsterminen, die bereits von ihren selbständigen Jungen getrennt übertagen.

Paarungsgruppen fanden sich bevorzugt in kleinen Kästen, insbesondere des Typs „Worlizek“ (Innenmaße 20x10x5 cm). Zwar dienten auch die größeren Fledermauskästen (Innenmaße 40x25x5 cm oder 30x25x5 cm) als Paarungsquartier, meist aber erst dann, wenn die bevorzugten Worlizek-Kästen bereits besetzt waren.

Die Zunahme der Männchen verlief zunächst nahezu kontinuierlich und erreichte mit 39 Ex. (17 % des Alttierbestandes) im Jahre 2006 den bisherigen Höhepunkt (Abb. 33). In den Folgejahren waren 6,7 % (2011) bis 12,5 % (2015), im Mittel 9,6 %, der Alttiere Männchen.

Hohe Männchenzahlen im Frühsommer führen nicht zwangsläufig zu vielen Paarungsgruppen und/oder quartierbesetzenden Männchen im Spätsommer/Herbst (Abb. 33). Der Anteil quartierbesetzender Männchen am Männchenbestand schwankte zwischen 100 % (1 von 1; 1998 und 2 von 2; 2000) und 8 % (2 von 26; 2018) und lag im Mittel bei 27 %. Maximal wurden am 26.08.2012 sieben Paarungsgruppen und neun quartierhaltende Männchen festgestellt.

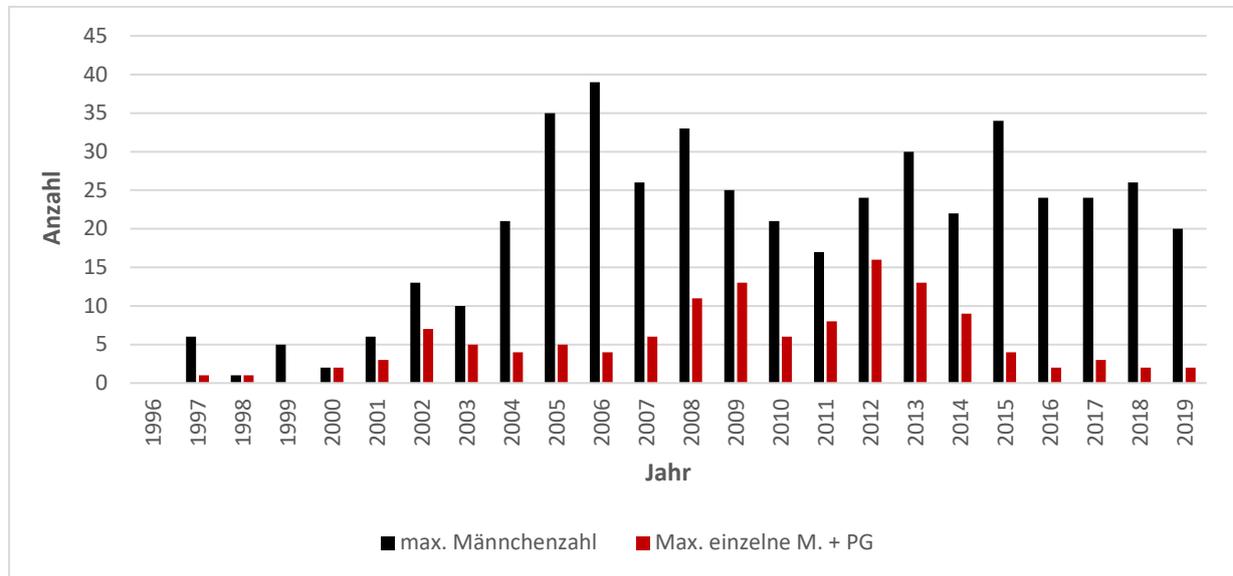


Abbildung 33 Maximalzahl adulter Männchen im Frühsommer sowie maximale Anzahl im Spätsommer/Herbst registrierter Paarungsgruppen ($n=360$) und solitärer Männchen ($n=607$).

Von 967 Registrierungen quartierbesetzender Männchen entfielen 607 auf Einzeltiere und 360 auf Paarungsgruppen.

Die Paarungsgruppen bestanden aus einem Männchen und einem bis 16, im Mittel 3,1 Weibchen (Abb. 34). Gruppen von ein bis drei Weibchen machten 73 % der Paarungsgruppen aus ($n=263$), in diesen fanden sich 40 % der Weibchen (452 von 1.128). Ungewöhnliche Gruppenzusammensetzungen – etwa ein paarungsbereites adultes Männchen zusammen mit 22 jungen Weibchen am 01.09.2012 in K1080 – wurden nicht als Paarungsgruppen gewertet, da unsicher war, ob es wirklich zu Paarungen kam.

Während sich in den frühen, mit beginnender Auflösung der Wochenstube gebildeten Paarungsgruppen fast ausnahmslos ortsansässige Weibchen aufhielten, wuchs der Anteil unmarkierter Tiere regelmäßig zum Herbst. Vermutlich handelte es sich um Durchzügler aus weiter entfernten Wochenstubengesellschaften.

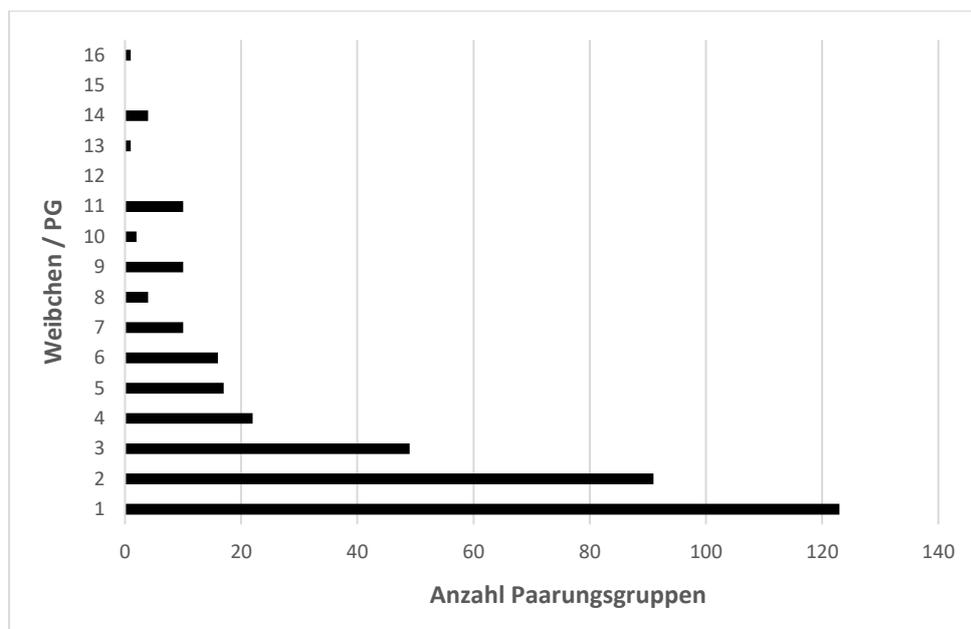


Abbildung 34 Weibchen pro Paarungsgruppe (PG) (360 Paarungsgruppen; 1.128 Weibchen – inkl. möglicher Doppelzählungen bei aufeinanderfolgenden Kontrollen).

Von den innerhalb von 23 Jahren systematisch kontrollierten 57 Quartieren (45 Fledermauskästen, 12 Baumhöhlen) wurden zwischen 1997 und 2019 43 (75 %) als Paarungsquartier genutzt oder von paarungsbereiten Männchen besetzt (Abb. 35). Das beliebteste Quartier war der Worlizek-Kasten KA46 (136 Besetzungen in 16 Jahren, davon 57x Paarungsgruppen). Knapp die Hälfte der Kästen (n=21) wurde im Verlauf der 23 Jahre weniger als zehnmal genutzt, davon fünf nur einmal. In sechs der 43 von Männchen besetzten Quartiere wurden niemals Paarungsgruppen gefunden.

K465, ein Wochenstubenkasten, beherbergte über 12 Nutzungsjahre (86 Besetzungen, davon 33x Paarungsgruppen) die meisten Weibchen (n=179). Auf fünf präferierte Kästen (K465, K40, KA46, K156, K155) entfielen 54,4 % der registrierten Weibchen (n=614).

Besonders begehrte Männchenquartiere waren häufig über das gesamte Sommerhalbjahr besetzt. Es gab Fälle, in denen ein Männchen das Quartier durchgehend vom Frühjahr bis in den Herbst verteidigte. In anderen Fällen wechselten sich innerhalb einer Saison bis zu vier Männchen in einem Quartier ab. Schließlich wurden aus Kästen, die im Frühjahr/Frühsommer von Männchengruppen genutzt wurden, mit Auflösung der Wochenstuben Paarungsquartiere mit einem territorialen Quartierbesitzer.

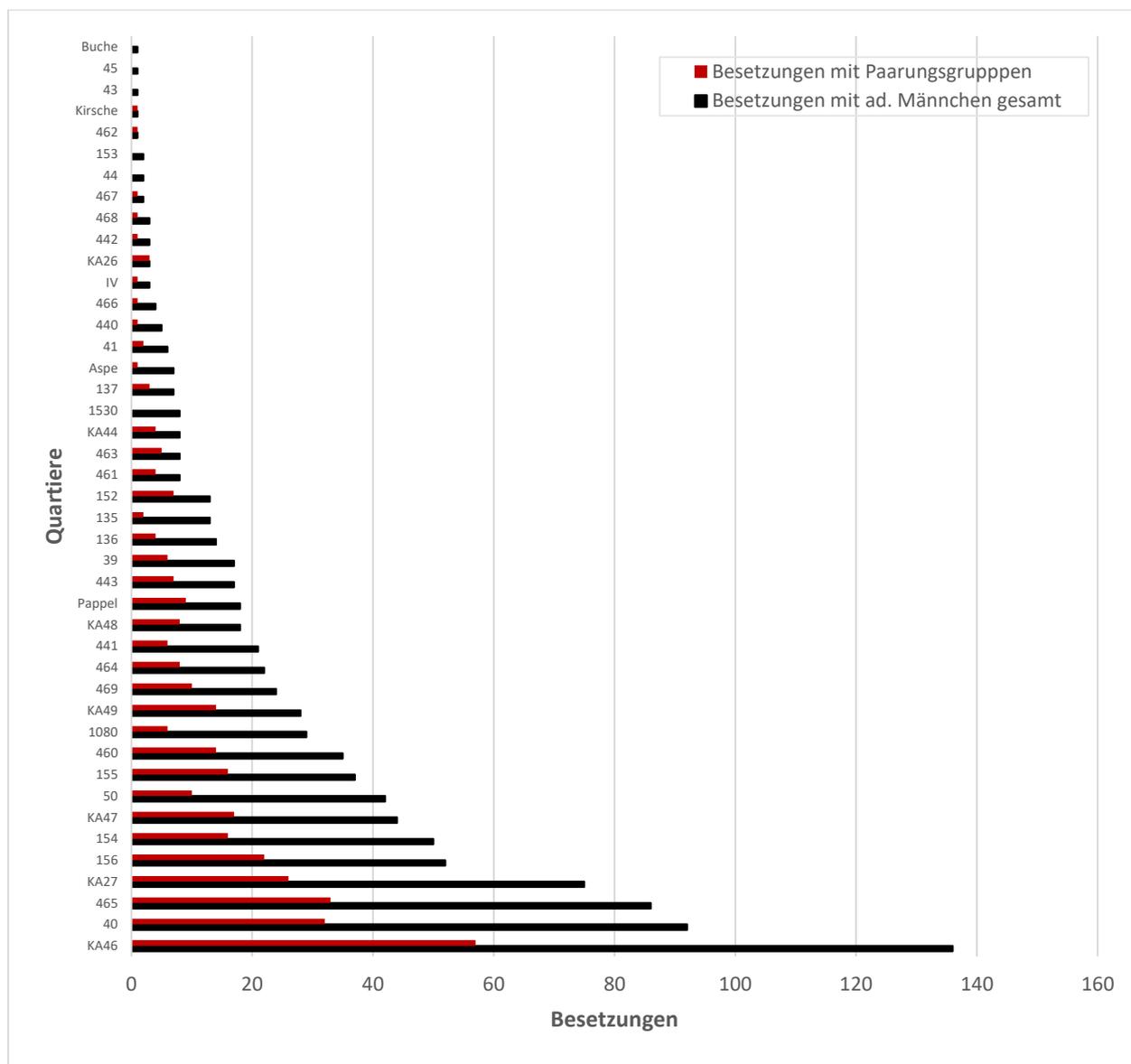


Abbildung 35 Nutzung von 43 von adulten Männchen besetzten Quartieren im Zeitraum 1997 bis 2019 (Spätsommer/Herbst) durch Paarungsgruppen ($n=360$) und solitäre Männchen ($n=607$).

Geburten

Es ist wahrscheinlich, dass es sich bei der von HEISE (in lit.) Ende der 1970er Jahre im Carmzower Wald gefundenen Abendseglergruppe um reproduzierende Weibchen handelte. Für die Jahre 1991 und 1992 war Reproduktion (in Baumhöhlen) anzunehmen, für den Zeitraum 1993 bis 2019 wurde sie alljährlich sicher nachgewiesen.

Der Geburtenbeginn konnte für den Zeitraum 1997 bis 2019 ermittelt werden. Er fiel durchschnittlich auf den 6. Juni. Die ersten Jungtiere wurden frühestens am 31. Mai (2018) und spätestens am 15. Juni (1997) beobachtet. Abb. 36 zeigt, dass sich der Geburtenbeginn innerhalb von 23 Jahren deutlich nach vorn verlagerte. Die Verfrühung des Geburtenbeginns ist höchst signifikant (ANOVA-Table, Type II-Test; $F=22,02$; $p<0,001$).

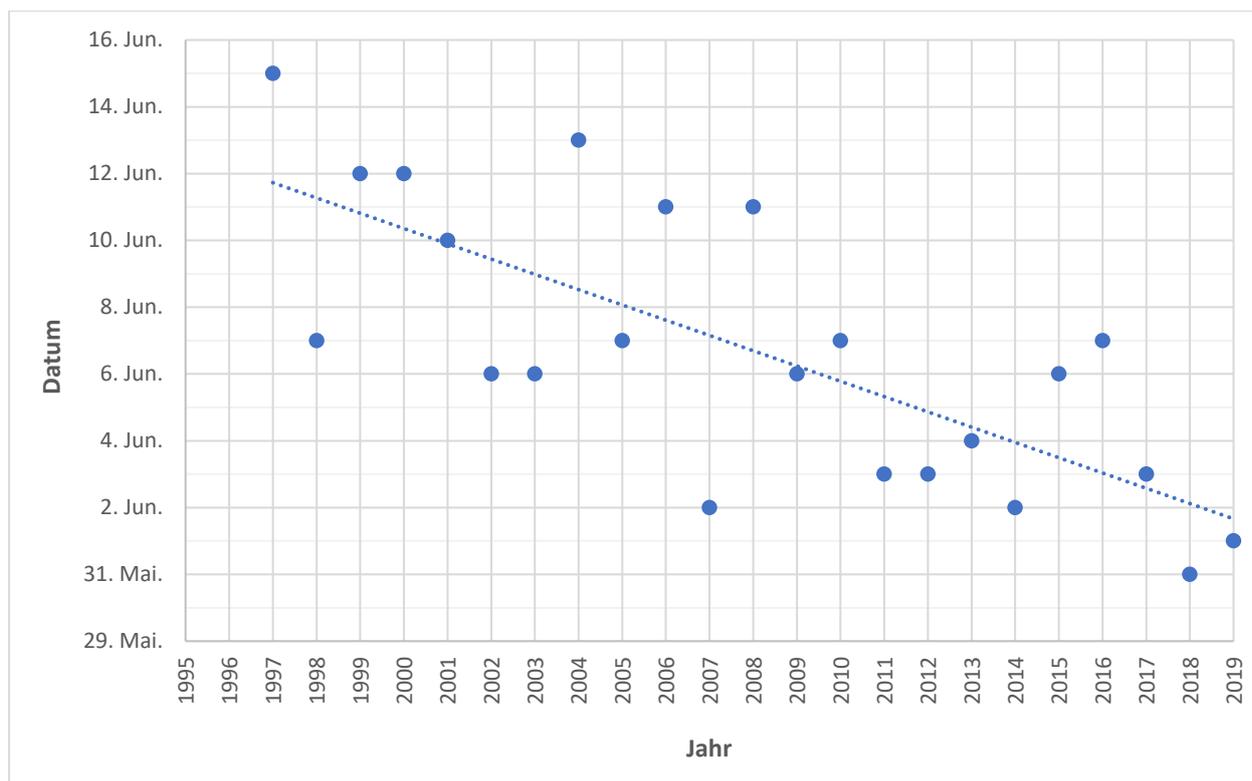


Abbildung 36 Geburtenbeginn im Zeitraum 1997 bis 2019 (Bodenkontrollen; ANOVA-Table, Type II-Test; $F=22,02$; $R^2_{multiple}=0,51$; Geradengleichung: $y=-0,46x+1.076,6$; $p<0,001$).

Tendenziell führen höhere Temperaturen in der zweiten Aprilhälfte und im Mai zu einem früheren Geburtenbeginn. Dies lässt sich jedoch statistisch nicht absichern. Sowohl die Anzahl der Regentage als auch die absolute Niederschlagsmenge in diesem Zeitraum haben keinen nachweisbaren Einfluss auf den Geburtenbeginn.

Demgegenüber beeinflussten die Witterungsbedingungen im Frühjahr aber den weiteren Geburtenverlauf. Dieser kann im Unterschied zum Geburtenbeginn durch Bodenkontrollen zwar nicht genau dokumentiert werden (dazu wären zahlreiche Störungen der gesamten Wochenstubengesellschaft nötig), die wöchentlichen Beobachtungen und die Größe der Jungtiere während der Jahresfänge im Juli lassen aber dennoch grundsätzliche Aussagen zu: Fiel die Trächtigkeit in kalte und/oder niederschlagsreiche Perioden, erstreckte sich die Geburtenperiode über bis zu sechs Wochen, und noch Mitte Juli traten vermehrt nichtflügge Jungtiere auf (9 Ex. 2004; 18 Ex. 2010; 10 Ex. 2013; 9 Ex. 2015; 19 Ex. 2017). In den Jahren 2004, 2010 und 2017 lagen die Mittelwerte der Tagestemperaturen zwischen Mitte April und Ende Mai mit bis zu 2,2 K unter dem Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (1996-2019). Zugleich waren in diesen Zeiträumen sowohl die Niederschlagssummen als auch die Anzahl der Regentage überdurchschnittlich (besonders im Jahre 2010: 108 statt 56 l). Das Jahr 2013 war im fraglichen Zeitraum zu feucht (79 l Niederschlag), das Jahr 2015 besonders kühl (10,8 °C gegenüber 12,2 °C). Die spätesten Geburten, jeweils Zwillinge, wurden in den Jahren 2010 und 2013 jeweils etwa für den 15. bis 16. Juli und 2004 etwa für den 17. Juli errechnet.

Nach klimatisch besonders günstigen Frühjahren verliefen die Geburten hingegen stark synchronisiert – innerhalb von etwa zwei Wochen gebaren die meisten Weibchen der Gesellschaft (z.B.

2003, 2011 und 2018). Mitte Juli waren alle Jungtiere voll flugfähig und in hervorragendem Ernährungszustand.

Zur Monatswende Mai/Juni erfolgt sowohl eine Separierung der Geschlechter als auch eine Verringerung der Weibchenzahlen pro Wochenstubenquartier. Die „großen“ Wochenstubenkästen (etwa 5,0 Liter Rauminhalt) werden regelmäßig von etwa 12 bis 15, die „kleinen“ (etwa 3,75 Liter Rauminhalt) von etwa 10 bis 12 adulten Weibchen besetzt (Kap. 4.3.2.2). Gerade in Jahren mit weit ausgedehnten Geburtszeiträumen wurde immer wieder eine altersmäßige „Sortierung“ der Jungtiere in den einzelnen Quartieren beobachtet. Dies kommt dadurch zustande, dass sich Weibchen mit ähnlichen Geburtsterminen in einzelnen Quartieren sammeln.

Nach den wenigen vorliegenden Beobachtungen aus dem Freiland sondern sich geburtsbereite Weibchen vor Geburtsbeginn von der Wochenstubengruppe ab. Diese Separierung kann in verschiedener Form erfolgen: Im Regelfall gebären die Weibchen unterhalb der Gruppe sitzend und gesellen sich nach der Geburt mit ihren Jungen wieder zu den anderen Tieren. Wiederholt wurde zudem beobachtet, dass Gebärende in benachbarte, leerstehende Kästen auswichen und erst in der folgenden Nacht mit ihrem Nachwuchs in die Wochenstubengruppe zurückkehrten. Sehr selten verlassen schließlich zwei bis drei Weibchen das Wochenstubenquartier, gebären in einem benachbarten Kasten und ziehen ihre Jungen in dieser Kleingruppe auf. In allen dokumentierten Fällen nutzten die Weibchen dazu (kleine) Worlizek-Kästen, die sich in geringer Entfernung zu kopfstarken Wochenstubengruppen befanden. Charakteristisch war die Gleichaltrigkeit der in diesen Kleingruppen geborenen Jungtiere.

4.3.3 Diskussion

Fledermäuse sind auf Grund ihrer nächtlichen und versteckten Lebensweise, wegen ihrer großen Mobilität, ihrer ungleichmäßigen Verteilung in der Landschaft und nicht zuletzt wegen der vielfältigen, artspezifischen und zudem im Jahresverlauf wechselnden Quartieransprüche schwer zu erfassen.

In den vergangenen Jahrzehnten gab es einen enormen Erkenntniszuwachs hinsichtlich der Raumnutzung, der Nahrungsökologie, der Quartierwahl und der Genetik. Voraussetzung hierfür war der Einsatz neuer Forschungsmethoden. War es in den 1990er Jahren noch „Pionierarbeit“, mit selbstgebauten Ultraschalldetektoren die nächtlichen Aktivitäten der Tiere zu verfolgen, sind selbständig arbeitende Erfassungseinheiten, teilweise mit automatisierter Artbestimmung, heute Standard. Ebenso rasant verlief die Entwicklung von Telemetrie- und Aufzeichnungssystemen: Das heute eingesetzte Spektrum reicht von den etablierten, leistungsmäßig optimierten VHF-Sendern über miniaturisierte GPS-Units, Transponder, Geolokatoren und Näherungssensoren bis zu automatischen Erfassungssystemen, die in der Lage sind, innerhalb eines definierten Raumes in Echtzeit Positionsdaten zahlreicher markierter Tiere zu liefern. Mit Hilfe der Wasserstoffisotopenanalyse wird die Herkunft migrierender Fledermäuse ermittelt, und das DNA-Barcoding ersetzt zunehmend die fachlich anspruchsvolle und zeitaufwendige Determination der Beutetiere aus Kotproben. Genetische Untersuchungen liefern neben taxonomischen Erkenntnissen innerhalb kurzer Zeit auch Einblicke in die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb von Fledermausgemeinschaften.

Den genannten Forschungsmethoden ist gemein, dass sie häufig technisch aufwendig und teuer sind, in aller Regel aber nur über einige Monate, im Optimalfall wenige Jahre zum Einsatz kommen. Dies ist nicht zuletzt der aktuellen Ausrichtung der bundesdeutschen Forschungsförderung

geschuldet. Unter diesen Bedingungen gelingt es Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen nur ausnahmsweise, langfristige Freilanduntersuchungen zu etablieren. Angesichts der vergleichsweise hohen Lebenserwartung von Fledermäusen – selbst die wahrscheinlich kurzlebigste mitteleuropäische Art, der Abendsegler, kann ein Alter von mind. zwölf Jahren erreichen – müssten mehrere Generationsfolgen abdeckende Forschungen über Jahrzehnte laufen. In der Konsequenz fehlen bei vielen Arten trotz des umfangreichen Erkenntniszuwachses nach wie vor populationsökologische Grundlagendaten (DIETZ et al. 2016a, KORNER & NAGY 2018). Diese sind jedoch für Schutzmaßnahmen jeglicher Art und mit Blick auf gesetzlich vorgegebene Schutz- und Monitoringverpflichtungen unverzichtbar (vgl. Kap. 5).

Die von finanziellen und institutionellen Förderungen unabhängige Langzeitstudie in der Abendsegler-Wochenstubengesellschaft Carmzower Wald liefert wichtige Erkenntnisse und kann damit als Grundlage für die Ableitung wirkungsvoller Managementmaßnahmen dienen.

4.3.3.1 Bestandsentwicklung der Wochenstubengesellschaft Carmzower Wald

Der Carmzower Wald ist eine kleine, isoliert in der Agrarlandschaft gelegene Waldinsel. Die überwiegend jungen Bestände bieten Abendseglern, die zur Jungenaufzucht Höhlen mit einem Volumen von vier bis fünf Litern benötigen (HEISE & BLOHM 1998), nur wenige natürliche Quartiere.

HEISE (in lit.) beobachtete Ende der 1970er Jahre 20 ausfliegende Abendsegler. Da im Juni Jungtiere noch nicht flugfähig sind, die Geschlechter getrennte Quartiere bewohnen und Männchen im Sommerhalbjahr in der Uckermark ohnehin die absolute Ausnahme waren, dürfte es sich um adulte Weibchen gehandelt haben.

Ende der 1980er Jahre begann der Verfasser mit der systematischen Erfassung der Wirbeltierfauna des Gebietes, fand zwei besetzte Höhlen und ermittelte 1992 ebenfalls einen Junibestand von etwa 20 Alttieren (BLOHM 1992).

Es ist anzunehmen, dass der Mangel an geeigneten Quartieren in den 1970er und 1980er Jahren die Wochenstubengröße auf etwa 20 Weibchen begrenzte. Dies änderte sich erst mit der Ausbringung von Fledermauskästen im Jahre 1989. Nachdem Abendsegler diese ab 1993 als Wochenstubenquartier annahmen, wurde bis zum Ende der Untersuchungen stets ein Überangebot optimaler Wochenstubenkästen vorgehalten. Zudem konnten durch Vereinbarungen mit dem Waldeigentümer auch Höhlenbäume erhalten werden. Dieser „Quartierpool“ wurde über 30 Jahre vollständig und in hoher Kontrolldichte auf Abendseglerbesatz kontrolliert (vgl. Kap. 3.4). Zwar nutzte die Gesellschaft, fast ausnahmslos zum Ende oder nach der engeren Wochenstubenzeit, auch einzelne Baumhöhlen außerhalb des Carmzower Waldes (Bäume in der Ortslage Carmzow, Uferwälder des Bröckersees bei Carmzow und des Klockower Haussees). Nach Auswertung der Zählreihen und der Beringungsergebnisse (BLOHM & HEISE unpubl.) ist jedoch davon auszugehen, dass die Gesellschaft nahezu vollständig erfasst wurde (u.a. Beringungsgrad der Alttiere alljährlich >90 %). Somit stehen die unter 4.3.2.1 dargestellten Ergebnisse nicht nur für einen (kastenbewohnenden) Teil der Gesellschaft, sondern repräsentieren den Gesamtbestand.

Die Entwicklung verlief von 20 adulten Weibchen Anfang der 1990er Jahre (Gesamtbestand ca. 50 Tiere inkl. juveniler) über maximal 289 adulte Weibchen (Gesamtbestand etwa 775 Tiere) im Jahre 2008 und anschließend – bei leicht abnehmender Tendenz – auf durchschnittlich 228 Alttiere (Gesamtbestand durchschnittlich 610 Tiere) im Zeitraum 2009 bis 2019. Dies entspricht einem

Zuwachs auf das Vierzehnfache des Ausgangsbestandes bis zum Jahr 2008. Der jährliche Zuwachs lag in der Wachstumsphase bis 2008 bei durchschnittlich etwa 20 %. Beringungsergebnisse belegen, dass diese Entwicklung im Wesentlichen durch den gesellschaftseigenen Zuwachs und nicht durch die Zuwanderung fremder Tiere generiert wurde (BLOHM & HEISE unpubl.).

Schlüsselfaktor für diese positive Bestandsentwicklung dürfte die Verfügbarkeit geeigneter Quartiere gewesen sein. Dass das Wachstum nach 2008 nicht weiter anhielt und sich der Bestand adulter Weibchen auf etwa 228 einpendelte, ist vermutlich auf die limitierte Nahrungsverfügbarkeit im Umfeld des Wochenstubenwaldes zurückzuführen. Analoge Entwicklungen wurden auch in anderen uckermärkischen Gesellschaften beobachtet (BLOHM & HEISE unpubl.).

Im Fall der Carmzower Gesellschaft ist besonders zu beachten, dass der Wochenstubenwald nicht inmitten einer abwechslungsreichen, naturschutzfachlich hochwertigen Kulturlandschaft liegt, sondern das den Tieren zur Insektenjagd zu Verfügung stehende Umfeld von ausgedehnten, abwechslungsarmen Ackerflächen bestimmt wird (Schlaggrößen von 50 bis 400 ha, überwiegend 100 bis 200 ha; DFBK 2021).

Der opportunistisch jagende Abendsegler ist in der Lage, oft nur über kurze Zeiträume verfügbare Nahrungsquellen auch dann zu erschließen, wenn sie mehrere Kilometer voneinander oder vom Quartier entfernt liegen (u.a. KRONWITTER 1988, SCHWARZ 1988, DIETZ et al. 2016b). Untersuchungen aus der Uckermark bestätigen diese Befunde (EICHSTÄDT 1995, BLOHM 2003). Auch die Ackerflächen selbst werden zeitweise intensiv bejagt (z.B. HEIM et al. 2016). Entscheidend ist offenbar die Ergiebigkeit der einzelnen Jagdhabitats und die Notwendigkeit, dass diese in ihrer Gesamtheit den Energiebedarf der Gesellschaft über die gesamte Reproduktionsperiode decken können. Typischerweise gibt es dabei zumindest im Prenzlauer Raum jahreszeitliche Verlagerungen von der regelmäßigen Jagd über Gewässern im Frühjahr und Frühsommer hin zur Landjagd über häufig wechselnden, oft kleinräumigen Jagdgebieten (EICHSTÄDT 1995, BLOHM 2003, ROELEKE et al. 2020). Eine Studie an der Carmzower Gesellschaft unter Nutzung von GPS-Loggern (ROELEKE et al. 2016) belegte einerseits den Wert eutropher Seen und temporär überschwemmten Grünlands. Andererseits spielte ein etwa 600 ha großer Komplex ökologisch bewirtschafteter Acker- und Grünlandflächen in etwa fünf Kilometern Entfernung zum Wochenstubenwald eine große Rolle. Die Tiere jagten hier regelmäßig über blüten- und insektenreichen Arealen. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus Großbritannien (WICKRAMASINGHE et al. 2003) und belegt die Bedeutung ökologisch bewirtschafteter Flächen.

Der Abendsegler ist somit in der Lage, auch in ausgeräumten Agrarlandschaften stabil reproduzierende Gesellschaften aufzubauen, solange 1. ausreichend geeignete Quartiere zur Verfügung stehen und 2. ein über die gesamte Saison auskömmliches Nahrungsangebot im Umfeld der Wochenstubenwälder vorhanden ist. Im Unterschied zu anderen, bevorzugt entlang von Hecken, Fließgewässern usw. fliegenden Arten (z.B. Wasserfedermaus (*Myotis daubentonii*)) können die einzelnen Jagdgebiete mehrere Kilometer voneinander entfernt und isoliert in der Landschaft liegen. Vermutlich optimieren Abendsegler ihren Jagderfolg landschafts- und jahreszeitabhängig durch angepasste Jagdstrategien, u.a. das „Abhören“ jagender Artgenossen (ROELEKE et al. 2020). Angesichts der Tatsache, dass der Wald für den Abendsegler überwiegend, in einigen Gebieten fast ausschließlich, lediglich „Quartiergeber“ ist, bezeichnen ihn MESCHÉDE & HELLER (2000) eher als „Baumfledermaus“ denn als „Waldfledermaus“. Somit können auch sehr waldarme

Landschaften hohe Abendseglerdichten beherbergen, solange sich in erreichbarer Nachbarschaft ergiebiger Offenlandjagdgebiete eine hinreichende Anzahl an Quartieren konzentriert.

Schließlich spricht auch das Vorhandensein von Windkraftanlagen im Aktionsraum der Tiere nicht zwangsläufig gegen die Etablierung kopfstarker Kolonien. So konnte gezeigt werden, dass unter drei untersuchten uckermärkischen Wochenstubengesellschaften die des Carmzower Waldes den stärksten Bestandeszuwachs bei gleichzeitig höchster Windkraftanlagendichte im unmittelbaren Umfeld zu verzeichnen hatte. Zumindest während der engeren Wochenstubenzeit konnte dort keine erhöhte Mortalität von Wochenstubenweibchen festgestellt werden (BLOHM & HEISE 2009a). Hieran hat sich bis heute nichts geändert. Massive Bestandseinbrüche wären allerdings zu erwarten, wenn durch ungünstige Positionierung von Windkraftanlagen in häufig genutzten „Flugkorridoren“ wiederholt Wochenstubentiere zu Schaden kämen.

4.3.3.2 Phänologie

In den 1970er und 1980er Jahren überwinterten Abendsegler brandenburgischer Wochenstubengesellschaften obligatorisch in südwestlicher gelegenen Regionen, die Uckermark war im Winter praktisch abendseglerfrei (HEISE & SCHMIDT 1979). Dementsprechend wurden die ersten Tiere im April, nur ausnahmsweise bereits im März, im Wochenstubengebiet beobachtet. Zugleich räumte das Gros der Individuen die Uckermark zwischen Mitte August und Mitte September, bereits Oktobernachweise waren selten (HEISE 1985a).

Bereits zu Beginn der hier ausgewerteten Untersuchungsreihe wurden die letzten Abendsegler regelmäßig im September registriert, und der Zeitpunkt der Letztbeobachtungen verschob sich innerhalb von knapp drei Jahrzehnten immer weiter nach hinten, teilweise über den Jahreswechsel hinaus. Gleichzeitig tauchten die ersten Tiere immer früher im Wochenstubengebiet auf, zum Ende der Untersuchungen bereits in den letzten Februartagen. Die früher üblichen Aprilankünfte (HEISE 1985a) waren während des Untersuchungszeitraums bereits die Ausnahme (nur in drei von 27 Jahren).

Wenngleich eine Überwinterung im Carmzower Wald bislang nicht nachgewiesen werden konnte, ist anzunehmen, dass die besonders früh im Jahr erscheinenden und bis in den Winter in den Sommerkästen ausharrenden Tiere im näheren Umfeld überwinterten. Überwinterungen in Gebäuden, Baumhöhlen und Fledermauskästen sind mittlerweile auch in der Uckermark üblich. Während der letzten milden Winter gelangen Abendseglern mehrfach sogar erfolgreiche Überwinterungen in nicht isolierten Sommerkästen.

HEISE (1985a) betont, dass sich die ersten Tiere alljährlich in ganz bestimmten Quartieren sammeln. Dies konnte grundsätzlich für den Carmzower Wald bestätigt werden. Der mit Abstand beliebteste „Ankunftskasten“ war KA46, ein Worlizek-Kasten. Erstankünfte wurden aber auch in 13 anderen Kästen registriert. Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Abzug. Hier beherbergte der (kleine) Wochenstubenkasten F39 am häufigsten die letzten Tiere, Letztbeobachtungen gelangen aber auch in neun weiteren Kästen. Es werden also sowohl im Frühjahr als auch im Herbst bestimmte Kästen bevorzugt. Es deutet sich an, dass in beiden Zeiträumen kleinere Quartiere den großen Wochenstubenkästen vorgezogen werden. Die Quartiere mit Letztbesatz waren zuvor häufig Paarungs- oder Männchenquartiere. Gründe für diese Quartierwahl sind nicht erkennbar. Es ist anzunehmen, dass die Verhältnisse in den von HEISE (1985a) untersuchten Wäldern ähnlich lagen, der Erfassungsgrad aber durch die schlechteren Kontrollmöglichkeiten geringer war.

Die ersten Tiere treffen im Carmzower Wald regelmäßig in milden Perioden ein. In Folge starker, anhaltender Kälteeinbrüche stagniert der Bestand, im Extremfall über Wochen. Vermutlich warten auch Abendsegler, die ihre Überwinterungsregionen bereits verlassen haben, besonders widrige Witterungsbedingungen in Zwischenquartieren entlang der Zugroute ab.

Im Wochenstubengebiet eingetroffene Abendsegler beginnen meist erst in anhaltend warmen Perioden zu jagen. Mitunter verlassen sie die Quartiere vermutlich über Tage, tlw. sogar Wochen nicht. Parallel dazu treffen aber weitere Tiere im Gebiet ein und gesellen sich zu den früh angekommenen. Das spricht dafür, dass der Heimzug auch dann fortgesetzt wird, wenn witterungsbedingt noch keine ergiebigen Jagdflüge möglich sind.

Abb. 27 dokumentiert über die gesamte Untersuchungsperiode eine Mehrgipfligkeit der Bestandsentwicklung. Der erste Peak tritt regelmäßig zur Monatswende Mai/Juni auf, der zweite im Juli. Der Sommergipfel ist mit der Geburt der Jungen zu erklären. Der Bestandeszuwachs müsste folglich bereits mit Beginn der Geburten im Juni einsetzen, der Gipfel wäre breiter und seine linke Flanke verlief flacher. Demgegenüber repräsentiert der Frühjahrgipfel die tatsächliche Situation. Da der Bestand in den Folgewochen abnimmt und zur Zeit des Frühjahrsmaximums ungewöhnlich viele unberingte, also gesellschaftsfremde Abendsegler beobachtet werden (vgl. Kap. 3.4), ist davon auszugehen, dass die höheren Zahlen von Durchzügler*innen verursacht werden, die ihre Wochenstubengebiete noch nicht erreicht haben. Wie viele Tiere den Wald pro Saison als Zwischenstation nutzen, kann ohne intensivere Kontrollfänge nicht abgeschätzt werden. HEISE (1985a) beschreibt zwar die auch in dieser Studie festgestellte Verteilung großer Frühjahrsgruppen auf kleinere, an die Quartiergröße angepasste „Wochenstubenportionen“. Da er aber weniger intensiv kontrollierte und ihm zudem nur ein geringer Teil der vorhandenen Quartiere bekannt/zugänglich war, blieb dieser Durchzugsgipfel unbemerkt. Diese Interpretation passt im Übrigen zu den von WEID (2002) und MEINEKE (2014) publizierten Zähl*daten aus Durchzugsgebieten sowie der Modellierung von MESCHEDE et al. (2017) zu großräumigen Populationsverlagerungen innerhalb Deutschlands im Laufe des Jahres.

Ähnlich verhält es sich mit dem häufig im Oktober zu beobachtenden Herbstpeak. Dieser geht zu einem erheblichen Teil auf Tiere unbekannter Herkunft zurück, von denen einige längere Zeit im Carmzower Wald verbringen. Zusammen mit ihnen kommen im Herbst aber auch Gesellschaftsangehörige – überwiegend im jeweiligen Jahr geborene – Männchen – an ihren Geburtsort zurück. Wo sie die Zwischenzeit (Mitte August und Mitte Oktober) verbrachten, ist unbekannt. Möglicherweise sind sie nach großräumigen Streifzügen wieder an ihren Geburtsort zurückgekehrt. Die Hypothese, dass Abendsegler nicht (mehr?) ziehen (KUGELSCHAFTER 2017), kann dies aber schon deshalb nicht stützen, weil es nur einen kleinen Teil der Gesellschaft betrifft, das Gros sich aber – durch Ringfunde belegt – bereits in den Überwinterungsgebieten oder aus dem Weg dorthin befindet (ROER 1977 und 1982, HEISE & BLOHM 2004, STEFFENS et al. 2004, BLOHM & HEISE unpubl.).

4.3.3.3 Quartiernutzung

Abendsegler besiedeln Baumhöhlen, Felsquartiere und vom Menschen geschaffene Strukturen (u.a. Hochhäuser, Brücken, Betonmasten, Fledermauskästen, z.B. DIETZ et al. 2016b). Ganzjährig Baumquartiere bewohnende Individuen (z.B. BTHK 2018) entsprechen in besonderem Maße dem Bild einer „Baumfledermaus“ (MESCHEDE & HELLER 2000).

Die Art sucht im Winter nur ausnahmsweise unterirdische, frostfreie Räume auf. Gewöhnlich überwintern die Tiere dichtgedrängt in geschützten aber dem Frost zugänglichen Spalten (z.B. Dehnungsfugen an Brücken, Mauerfugen von Plattenbauten, Felsspalten), unter Isoliermatten auf Kaldächern, in großen Baumhöhlen, gelegentlich aber auch als freihängende große „Teppiche“ an den Innwänden von Gebäuden (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011).

Die Überwintererzahlen hängen maßgeblich von der Größe, Eignung und Tradierung des jeweiligen Quartiers ab. Wie bereits in Kap. 4.1 diskutiert, werden Veränderungen im Überwinterungsverhalten vermutlich durch junge Männchen eingeleitet (KRAVCHENKO et al. 2020). Massenquartiere sind aus großen Gebäuden bekannt, etwa der bis 1945 von bis zu 1.200 Tieren besiedelten Dresdener Frauenkirche (MEISE 1951). Die Levensauer Hochbrücke bei Kiel mit vier bis zu 2,4 m tiefen, jeweils etwa 20 m langen und vier bis acht cm breiten Fugen bietet ideale Bedingungen für die Überwinterung und galt lange als das größte Winterquartier der Art in Mitteleuropa. Das Beispiel Levensau zeigt aber auch, dass bei Bestandsangaben stets Vorsicht geboten ist: Ursprünglich wurde auf Grund von Zählungen und Schätzungen von „mehreren Tausend, wenn nicht sogar Zehntausend ...“ überwinternden Abendseglern ausgegangen (HARRJE 1994), und diese Angaben wurden häufig wiederholt. Genauere Untersuchungen ergaben später einen Winterbestand von 5.000 bis 8.000 Fledermäusen, darunter „nur“ etwa 1.000 – 1.400 Abendsegler (LANU 2008, DIETZ & HÖRIG 2010, KUGELSCHAFTER et al. 2013).

Auch Baumhöhlen können kopfstärke Überwinterergemeinschaften beherbergen, wenn sie groß genug sind und den Tieren über viele Generationen zur Verfügung stehen. So berichtet SCHMEIL (1905): „Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde in der Gegend von Hanau eine große Anzahl alter Eichbäume gefällt, in deren hohlen Stämmen und Ästen sich viele Tausende von Fledermäusen zum Winterschlaf zusammengefunden hatten.“ Es darf angenommen werden, dass es sich (zumindest ganz überwiegend) um Abendsegler handelte, die Gegend liegt auch heute noch inmitten des traditionellen Überwinterungsareals. Ob bei den erwähnten Fällungen tatsächlich „viele Tausende“ Tiere umkamen, darf offenbleiben. Fraglos überwinterte aber eine beträchtliche Anzahl in zahlreichen alten Bäumen mit vermutlich großen Höhlen, und der Umstand war so ungewöhnlich, dass in einer Zeit, in der Fledermäuse deutlich weniger Beachtung als heute fanden, darüber berichtet wurde. Aber auch heute können Baumhöhlen bei ausreichender Dimensionierung mehr als 400 Überwinterer beherbergen (z.B. TRAPPMANN & RÖPLING 1998).

Eigene Befunde widersprechen der Annahme, Abendsegler seien – ebenso wie andere Fledermausarten – auf bestimmte Quartiertypen – etwa Gebäude, Baumhöhlen oder Kästen – „geprägt“. In der Uckermark erfolgt in Waldgebieten mit geeigneten Naturhöhlen und Fledermauskästen ein regelmäßiger Wechsel zwischen diesen beiden Quartiertypen (BLOHM 2003). Für die ganzjährig im Stadtgebiet von Prenzlau lebende Gesellschaft ist belegt, dass sie sowohl Baumhöhlen und Fledermauskästen im zentral gelegenen Stadtpark und auf dem städtischen Friedhof als auch Fassadenfugen in den nur wenige hundert Meter entfernten Plattenbauten nutzt. Zwischen diesen Quartiertypen und den Einzelquartieren erfolgt ein regelmäßiger Wechsel, es werden jeweils die Quartiere aufgesucht, die den räumlichen, jahreszeitlichen und mikroklimatischen Ansprüchen am besten entsprechen (BLOHM unpubl.). Dies ist im Übrigen keine auf den Abendsegler beschränkte Erkenntnis, sondern auch für andere Fledermausarten belegt (z.B. Bechsteinfledermaus: KERTH et al. 2002; Fransenfledermaus: STAPELFELDT 2020).

Bei der weiten Verbreitung des Abendseglers und seiner hohen Flexibilität hinsichtlich der Quartierwahl war es zunächst überraschend, dass die Art zwar vielerorts durchaus Fledermauskästen besiedelte, diese aber – weltweit erstmalig – erst ab Anfang der 1980er Jahre in der Uckermark auch zur Geburt und Aufzucht der Jungen genutzt, mithin zu „vollwertigen Quartieren“ wurden (HEISE 1985a). Weiterführende Untersuchungen und Experimente zeigten, dass ein Schlüsselfaktor für Wochenstubenquartiere ein Mindestvolumen von 4.000-5.000 cm³ ist, weiterhin aber auch die Gestaltung des Einflugschlitzes, die Anbringungshöhe und ein freier Anflug von Bedeutung sind (HEISE & BLOHM 1998).

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse wurde im Carmzower Wald ein Überangebot geeigneter Wochenstubenquartiere, daneben aber auch kleinerer Kästen geschaffen. Tab. 13 dokumentiert die selektive Quartierwahl der Tiere im Jahre 2019 (57 Quartiere, 46 Kontrolltermine, 2.622 Quartierkontrollen). Auf die 26 Wochenstubenkästen entfielen gut 84 % der Quartierbelegungen, auf die 19 sonstigen Fledermauskästen etwas mehr als 15 % und auf die 12 Baumhöhlen lediglich 0,3 %. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Baumhöhlen nicht etwa um „potentielle“ oder grundsätzlich ungeeignete Quartiere handelte. Vielmehr waren alle in der Vergangenheit von Abendseglern besiedelt, den Tieren also nachweislich bekannt. Teilweise handelte es sich um großvolumige Höhlen, die, durch Ausflugszählungen belegt, mindestens 62 Individuen aufnehmen konnten. Auch wenn einzuschränken ist, dass einzelne Höhlenbelegungen im Frühjahr und Herbst wegen der Inaktivität der Tiere unentdeckt blieben, ändert dies nichts am grundsätzlichen Befund. Die Tiere unterscheiden also nicht zwischen „natürlichen“ und „künstlichen“, sondern zwischen geeigneten und ungeeigneten Quartieren (vgl. Kap. 5.2).

Die von HEISE (1985b) geäußerte Einschätzung, dass „nicht immer den Naturhöhlen nachgestaltete Quartiere die besten sein müssen“ ist heute so aktuell wie vor 35 Jahren. Kontraproduktiv wirken vor diesem Hintergrund aktuelle Bestrebungen, bei der Entwicklung von Fledermauskästen Baumhöhlen nachzuahmen, „damit ihre Eigenschaften denen von natürlichen (Quartieren) besser entsprechen“ (WIESER et al. 2018, ENCARNACAO & BECKER 2019). Andere Autoren billigen Fledermauskästen als Schutzinstrument allenfalls eine sehr eingeschränkte (z.B. ZAHN & HAMMER 2017) oder zeitlich begrenzte (z.B. MESCHÉDE & HELLER 2000) Rolle zu oder ziehen den Kasten-einsatz als Schutzinstrument grundsätzlich nicht in Erwägung (z.B. KROPFBERGER et al. 2015). Zwar mögen die damit verfolgten Ziele – die Entwicklung alt- und totholzreicher Wälder als Lebensraum artenreicher Zönosen oder die Kritik am inflationären, fachlich oft nicht zu rechtfertigenden Einsatz meist ungeeigneter Kästen als CEF-Maßnahme i.S.v. § 45 (5) des Bundesnaturschutzgesetzes (z.B. ZAHN & HAMMER 2017) nachvollziehbar sein. Dies jedoch nicht das systematische Ausblenden objektiv erhobener Forschungsergebnisse (BLOHM et al. 2001, HÜBNER 2002, HEISE & BLOHM 2012) und die Diskreditierung eines für verschiedene Arten nachweislich erfolgreichen Schutzinstruments (vgl. Kap. 5.2).

Für den Winter beschriebene Tierzahlen werden in Sommerquartieren nicht erreicht. Nach Berichten von HEISE (1985a), SCHMIDT (1988), ALBRECHT (1992, in GEBHARD & BOGDAOWICZ 2011), GILLE (in lit.) und eigenen Befunden aus anderen uckermärkischen Wäldern sammeln sich im Wochenstubengebiet eintreffende Tiere im April/Mai häufig in großen Gruppen von 50 bis > 100 Tieren. Großgruppen von mehr als 100 Tieren konnten in Carmzow – wegen des Fehlens sehr großer Quartiere – allerdings nie beobachtet werden.

Der Bestandsanstieg im Carmzower Wald im Frühjahr ist sowohl auf die zunehmende Anzahl besiedelter Quartiere als auch auf höhere Tierzahlen pro Quartier zurückzuführen (Abb. 30 und 31). Zum Beginn der Geburtsperiode verteilen sich die Weibchen dann überraschend gleichmäßig, so dass auf einen großen Wochenstubenkasten etwa zwölf bis fünfzehn, auf einen kleinen Wochenstubenkasten etwa zehn bis zwölf adulte Weibchen kommen. Bei diesen Gruppengrößen erreichen die Quartiere zur Zeit des maximalen Platzbedarfs – mit dem Flüggewerden der Jungtiere – ihre Kapazitätsgrenze. Die Weibchen können dies vermutlich schon vor Geburtenbeginn „abschätzen“, denn ihre Zahl bleibt über die Wochenstubenperiode häufig konstant.

Aus alledem lässt sich ableiten, dass es zumindest innerhalb des nordostdeutschen Reproduktionszentrums der Art aus Schutzsicht geboten erscheint, eine ausreichende Anzahl dauerhaft verfügbarer Quartiere zu erhalten bzw. anzubieten. Der Schwerpunkt sollte dabei auf großen Quartieren liegen, die auch zur Jungenaufzucht genutzt werden können (vgl. Kap. 5.2). Daneben besitzen aber auch kleinere Quartiere Bedeutung, insbesondere für Männchen- und Paarungsgruppen sowie im Frühjahr und Herbst, wenn die Tiere den Tag bevorzugt einzeln oder in kleinen Gruppen verbringen (vgl. Kap.4.3.3.4).

4.3.3.4 Reproduktionsgeschehen

Geschlechteranteil und Gruppenzusammensetzung im Jahresverlauf

Die Beobachtung, dass die zuletzt im Wochenstubenwald angetroffenen Tiere fast immer und die zuerst dort eintreffenden häufig Männchen sind, spricht für die bereits in Kap. 4.1.3 diskutierte Annahme, dass diese bei der Entwicklung neuer Zugstrategien eine wesentliche Rolle spielen (vgl. auch KRAVCHENKO et al. 2020). Sie sind bei Überwinterung in Wochenstubennähe in langen strengen Wintern eher von Verlusten betroffen als die nach wie vor in größeren Anteilen ziehenden Weibchen. Allerdings vollzieht sich hier momentan eine zügige Angleichung: Das Geschlechterverhältnis in uckermärkischen Überwinterergemeinschaften ist mittlerweile nahezu ausgeglichen, und diesen Gruppen gehören nachweislich auch Tiere aus regionalen Wochenstubengesellschaften an (BLOHM & HEISE 2008, BLOHM & HEISE unpubl.).

Adulte Männchen traten in der Uckermark noch vor einigen Jahren (in geringer Zahl) fast nur während der Zugzeiten im Frühjahr und Herbst auf (HEISE 1985a), Paarungsvorkommen waren selten und an ihren uckermärkischen Geburtsort zurückkehrende Männchen die absolute Ausnahme (HEISE 1999).

Diese Entwicklung setzte sich auch über den in Kap. 4.1.3 ausgewerteten Zeitraum fort: Bis einschließlich 2019 traten alljährlich adulte Männchen in der Carmzower Gesellschaft auf und bildeten regelmäßig Paarungsgruppen. Ihr Anteil am Alttierbestand pendelte sich – unter Berücksichtigung der Bodenkontrollen und Sommerfänge – bei knapp 10 % ein.

Die Daten zeigen, dass die relative Zahl der Männchen nach wie vor während der Zugzeiten im Frühjahr und Herbst am höchsten ist und viele Frühjahrs-, besonders aber Herbstgruppen überwiegend, nicht selten vollständig, aus Männchen bestehen (vgl. Kap. 4.1.3).

Die Männchenanteile dürften im gesamten Sommerhalbjahr etwas höher sein als in Abb. 32 dargestellt: Zunächst ist als sicher anzunehmen, dass ein nicht genau zu quantifizierender Anteil der markierten Männchen sich nicht das gesamte Sommerhalbjahr im Carmzower Wald aufhält, bei den Sommerfängen also nicht erfasst werden kann. Darüber hinaus ist die Wahrscheinlichkeit,

einzelne in Baumhöhlen übertagende Männchen oder Männchengruppen zu übersehen, größer als bei den Weibchen, die zur Wochenstubenzeit größere Verbände bilden, häufiger ganztägig aktiv bleiben und damit auffälliger sind. Schließlich sind gesellschaftsfremde Tiere in aller Regel unmarkiert und konnten bei Bodenkontrollen keinem Geschlecht zugeordnet werden. Da die Männchenanteile in uckermärkischen Wäldern zu den Zugzeiten erfahrungsgemäß höher sind, dürfte dies auch für die unmarkierten Tiere im Carmzower Wald zutreffen.

Nach alledem kann gegenwärtig von einem Männchenanteil am Alttierbestand von durchschnittlich etwa 15 % ausgegangen werden.

Paarungen

Das Paarungsverhalten heimischer Fledermausarten ist vielfältig. Während Wasserfledermausmännchen (*Myotis daubentonii*) im Winterquartier lautstark mit oft noch halblethargischen Weibchen kopulieren (BLOHM unpubl.), vollführen Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*) ausdauernde Singflüge, um Weibchen auf sich aufmerksam zu machen (LUNDBERG & GERELL 1986, SACHTELEBEN & V. HELVERSEN 2006). Zweifarbfledermäuse (*Vespertilio murinus*) absolvieren zwischen Oktober und Dezember in großer Höhe auch für den Menschen hörbare Balzflüge (WEID 1988), und Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) werben von „Ansitzwarten“ entlang der Flugwege um Weibchen (V. HELVERSEN & V. HELVERSEN VON 1994). Andererseits ist über das Paarungsverhalten häufiger und weit verbreiteter Arten wie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*) bis heute wenig bekannt (HORACEK & DULIC 2011).

Abendseglermännchen verteidigen Quartiere und verlassen diese während der Paarungszeit meist nur für kurze Jagd- und Balzflüge. Große Teile der Nacht verbringen sie „singend“ in den Höhleneingängen und versuchen, Weibchen anzulocken (WEID 1994, GEBHARDT 1997, eigene Befunde).

Dieses Paarungssystem bietet für den fernziehenden Abendsegler bei der räumlichen Separierung der Geschlechter zur Wochenstubenzeit und der hohen Philopatrie der Weibchen Vorteile: Durch die Ansiedlung paarungsbereiter Männchen entlang der Zugwege der Weibchen ist die genetische Durchmischung auf Populationsebene und auch innerhalb der Wochenstuben gesichert (MAYER et al. 2002). Die ziehenden Weibchen finden durch die lockenden Männchen bereits auf ihrem ersten Zug in unbekanntem Regionen geeignete Tagesquartiere (GODMANN & FUHRMANN (1992). Schließlich darf angenommen werden, dass durch die Ansiedlung der Männchen außerhalb des Wochenstubenareals Nahrungskonkurrenz während der Zeit der Jungenaufzucht reduziert wird (MACKIE & RACEY 2007). Die zunehmende Rückkehr der Männchen an ihre Geburtsorte war vor diesem Hintergrund nicht zu erwarten und sollte im o.g. Sinne wenig förderlich sein (siehe dazu auch Kap. 4.1.3).

DIETZ et al. (2016b) erklären die durch Auswertung der Kernsequenzen festgestellte „[...] vollständige genetische Durchmischung auch innerhalb der Wochenstuben [...]“ wie folgt: „Die Ursache liegt darin, dass die Weibchen sich [...] nicht mit in der Kolonie geborenen Männchen paaren.“ Diese Annahme muss auf Grund aktueller Beobachtungen zumindest relativiert werden: Die Rückkehr junger Männchen an ihren Geburtsort ist ebenso belegt wie die Etablierung von Paarungsgruppen mit Weibchen aus ihren Geburtsgesellschaften. Es wäre deshalb interessant, mit Hilfe genetischer Analysen die Verwandtschaftsverhältnisse der Mitglieder der Paarungsgruppen zu untersuchen.

Die Zunahme alter Männchen im Carmzower Wald und in anderen uckermärkischen Wochenstubenwäldern ist belegt (vgl. Abb. 5 und Abb. 33). Allerdings gibt es keine Erklärung dafür, dass sich diese in jährlich stark schwankenden Anteilen an der Paarung beteiligen und der Prozentsatz von „Paarungsmännchen“ nach einem Höhepunkt von 67 % im Jahre 2012 auf durchschnittlich nur etwa 10 % innerhalb der letzten fünf Untersuchungsjahre gesunken ist (Abb. 33).

Die meisten Berichte über das Paarungsverhalten liegen naturgemäß aus den Zug- und Überwinterungsregionen vor, z.B. GEBHARD (1997) für die Nordschweiz, SCHWARTING (1998) für Hessen, OHLENDORF et al. (2000) für Sachsen-Anhalt oder DEVRIENT & WOHLGEMUTH (2002) für Nordrhein-Westfalen. GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) geben nach eigenen Befunden und einer umfassenden Literaturliteraturauswertung den Zeitraum, in dem balzende Männchen gefunden werden, mit „August bis Oktober“ an. Die jahreszeitlich früheren Beobachtungen paarungsbereiter Männchen ab der ersten Julihälfte in der Uckermark können damit erklärt werden, dass sich die ersten Weibchen noch im Wochenstubegebiet paaren. Dies betrifft vermutlich den Großteil der (wenigen) Weibchen, die im betreffenden Jahr keine Jungen aufgezogen oder diese früh verloren haben. Ab Mitte Juli kommen dann Weibchen mit frühen Geburtsterminen hinzu, deren Jungtiere zu diesem Zeitpunkt bereits selbständig sind. Der Abzug der meisten adulten Weibchen erfolgt regelmäßig in der letzten Julidekade. Sie paaren sich vermutlich erst auf dem Zug oder im Überwinterungsgebiet.

Abendseglerweibchen gebären in aller Regel bereits nach ihrer ersten Überwinterung, und vorjährige bringen im Unterschied zu älteren Weibchen meist nur ein Junges zur Welt (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011). GAISLER et al. (1979) fanden Sperma im Uterus zwei- bis dreimonatiger Weibchen. In der Uckermark wurden zwar wiederholt sechs bis zehn Wochen alte Weibchen zusammen mit paarungsbereiten Männchen nachgewiesen. Es ist aber anzunehmen, dass sich die meisten Weibchen dieser Altersgruppe später im Jahr, während des Zuges oder bereits im Überwinterungsgebiet, paaren.

GEBHARD (1997) vermutet für den Raum Basel, dass in der Regel erst mehrjährige Männchen Paarungsquartiere besetzen. Ein bereits im zweiten Jahr singendes Tier betrachtet er als Ausnahme. Wie bereits diskutiert, beginnt das Paarungsgeschehen in der Uckermark nicht nur früher als in der Nordschweiz. Auch die Besetzung der Paarungsquartiere durch einzelne Männchen beginnt bereits zwischen Mitte April und Mitte Juni, im Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2019 am 5. Mai. Zudem ist die Beteiligung vorjähriger Männchen am Paarungsgeschehen nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Nachweislich besetzen und verteidigen sie nicht nur Quartiere, sondern bilden auch Paarungsgruppen.

Nach GLOOR (1991, in GEBHARD & BOGDANOWICZ 2011) bestehen Paarungsgruppen im Raum Zürich mehrheitlich aus einem adulten Männchen und einem bis fünf Weibchen. Dies stimmt gut mit den Carmzower Befunden überein, nach denen knapp drei Viertel der Paarungsgruppen aus einem Männchen und ein bis drei Weibchen bestanden. Mehr als elf Weibchen waren in der Uckermark selten, als Extremwert wurden 16 Weibchen beim mind. zweijährigen Männchen A51532 festgestellt. Ob es sich bei derart großen Gruppen tatsächlich um echte Paarungsgruppen handelt – auch SLUITUER & VAN HEERDT (1966) berichten von maximal 18 Weibchen in einem Balzquartier – muss offenbleiben. Zumindest sind solche Gruppengrößen unüblich. GEBHARD (1997) beschreibt eindrucksvoll die Aktivitäten in den von ihm intensiv beobachteten Paarungsquartieren. Demnach erfolgen die Paarungen in den Morgenstunden, im Abstand von etwa 20 Minuten mit

bis zu sechs verschiedenen Weibchen. Dass in den oben erwähnten Großgruppen tatsächlich alle Weibchen begattet werden, darf also bezweifelt werden.

Nach GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) können Paarungsquartiere eine limitierte Ressource sein, die nur den stärksten Männchen zugänglich ist und die vehement verteidigt wird. Im Unterschied zu Wochenstubenquartieren, bei denen es maßgeblich auf das Höhlenvolumen ankommt, sollte ein optimales Paarungsquartier gut zu verteidigen sein, insbesondere einen kleinen Eingang haben. Dies bestätigte sich auch im Carmzower Wald, wo die kleinvolumigen Worlizek-Kästen und kleinen Wochenstubenkästen regelmäßig die begehrtesten Paarungsquartiere sind. Die Beobachtung, dass in den wenigen regelmäßig als Paarungsquartier genutzten großen Wochenstubenkästen (F156 und F465) über die Jahre die höchsten Weibchenzahlen registriert wurden, steht dazu nicht im Widerspruch: Vermutlich waren die quartierbesitzenden Männchen besonders durchsetzungsstark und konnten selbst große Quartiere mit breiten Eingängen erfolgreich gegen Konkurrenten verteidigen. In diesen großen Quartieren wurden dann auch regelmäßig mehr Weibchen als in den kleineren beobachtet.

Hinweise für eine von V. HELVERSEN et al. (1987) beschriebene Massenbalz – die Autoren fanden Mitte November 1964 in einer Dachrinne des Freiburger Münsters 23 Männchen, davon einige mit erigiertem Penis, und 15 Weibchen – gibt es aus der Uckermark nicht. Grundsätzlich ist diese Form der Balz auch eher aus den traditionellen Überwinterungsgebieten zu erwarten, wo sich vor dem Winter viele Tiere sammeln.

Allerdings verdient die am 26.08.2012 im Carmzower Wald beobachtete Ansammlung von sieben Paarungsgruppen und neun quartierhaltenden, paarungsbereiten Männchen Erwähnung. Eine derartige Konzentration ist nach GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) ungewöhnlich. WEID (1994) führt die von ihm in den Jahren 1985 und 1987 in Nordgriechenland beobachtete hohe Männchendichte in wenigen höhlenreichen Altbäumen auf den Mangel an geeigneten Baumquartieren zurück und nimmt an, dass die Männchen bei „ausreichendem“ Quartierangebot größere Abstände zueinander halten. In Carmzow stand den Tieren kontinuierlich ein Überangebot geeigneter Quartiere zur Verfügung, dennoch wurden so hohe Zahlen aus unbekanntem Gründen nur in wenigen Jahren beobachtet. Möglicherweise ist eine derartige „Arenabalz“ aber besonders attraktiv für Weibchen und stellt eine weitere Ausprägung des Balzgeschehens beim Abendsegler dar.

Geburten

Bereits in den 1930er Jahren erkannte EISENTRAUT (1937), dass Mausohren (*Myotis myotis*) bei niedrigen Umgebungstemperaturen in Torpor gingen und dies zu einer verzögerten Embryonalentwicklung führte. Spätere Untersuchungen an Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*; RACEY 1969, 1973) und der Kleinen Braunen Fledermaus (*Myotis lucifugus*; STONES & WIEBERS 1965, 1967) bestätigten diese Befunde. Die Autoren wiesen im Experiment zudem nach, dass trächtige Weibchen bei unbegrenzt verfügbarer Nahrung auch in kühlen Perioden homiotherm blieben und dadurch eine Verschiebung der Geburtstermine vermieden. GRINDAL et al. (1992) brachten hohe Niederschlagsmengen in British Columbia mit späten Geburten bei *Myotis lucifugus* und *M. yumanensis* in Verbindung und vermuteten, dass ein Teil der Weibchen in sehr nassen Jahren vollständig mit der Reproduktion aussetzt. RANSOME & MCOWAT (1994) fanden in drei vergleichend untersuchten Kolonien der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Großbritannien innerhalb eines Jahres auffallend synchronisierte Geburtszeitpunkte zwischen den

Gesellschaften, in Abhängigkeit von der Witterung aber stark abweichende Geburtszeitpunkte in verschiedenen Jahren: Kalte Frühjahre führten zu späten, warme zu frühen Geburten. EGHBALI & SHARIFI (2019) bestätigten dies für eine iranische Kolonie dieser Art: Länger anhaltende Niederschläge und niedrige Temperaturen führten zu verspäteten Geburten, einer verlängerten Geburtsperiode und geringerem postnatalen Wachstum. LINTON & MACDONALD (2018) wiesen für Fransefledermäuse (*Myotis nattereri*) und Wasserfledermäuse (*Myotis daubentonii*) nach, dass kalte, nasse und windige Perioden sowohl zu späteren Geburten als auch zu einer langsameren Entwicklung der Jungtiere führten. LUCAN et al. (2013) sehen bei der Wasserfledermaus einen Zusammenhang zwischen früheren Geburtsterminen und höheren Apriltemperaturen im Untersuchungszeitraum 1970 bis 2012.

Von maßgeblicher Bedeutung für den Geburtenzeitpunkt im Freiland sind folglich der Temperaturverlauf nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf sowie der Zugang zu Beuteinsekten, der auch in milden Perioden bei anhaltenden und/oder wiederholten nächtlichen Niederschlägen eingeschränkt sein kann. Im beschränkten Umfang können trüchtige Fledermausweibchen Torporphasen durch die Bildung großer Wochenstubengruppen (KULZER 2005) und die Auswahl warmer Wochenstubenquartiere vermeiden (ZAHN 1999, LAUSEN & BARCLAY 2006).

Dass Temperatur und Nahrungsverfügbarkeit den Zeitpunkt der Ovulation und die Trächtigkeitsdauer bestimmen, belegen auch völlig aus dem Rahmen fallende Geburtstermine von Abendseglerweibchen, die während des Winterhalbjahrs in menschliche Obhut gerieten, dadurch keinen oder nur einen kurzen Winterschlaf hielten, warm gehalten und gut gefüttert wurden. So berichtet DITTRICH (1958) von einem Weibchen, das 67 Tage nach Beendigung des Winterschlafs am 21. März Zwillinge zur Welt brachte. Ähnliche Befunde teilen MOHR (1932), KLEIMAN (1969) und RIEDIGER (2000) mit. Gleichwohl bestehen aber offenbar auch erhebliche individuelle Unterschiede, denn bei den sieben von DITTRICH (1958) unter identischen Bedingungen gehaltenen Weibchen variierte der Zeitraum zwischen Ende des Winterschlafs und Geburtstermin zwischen 67 und 100 Tagen.

Im Freiland dokumentierte HEISE (1989) für die Jahre 1986 bis 1989 in der Uckermark einen Geburtenbeginn zwischen dem 5. und 15. Juni (im Mittel 12. Juni). Dies stimmt mit Befunden aus den Niederlanden (SLUITER & VON HEERDT 1966), der ehemaligen Tschechoslowakei (GAISLER et al. 1979), Ostbrandenburg (SCHMIDT 1988) und dem Raum Erlangen (v. HELVERSEN mdl.) überein. Die frühesten Geburtstermine wurden für den Raum Moskau mit Ende Mai / Anfang Juni und für Großbritannien mit dem 2. Juni mitgeteilt (KOZHURINA & MOROZOV 1994, JONES 1995, jeweils in GEBHARDT & BOGDANOWICZ 2011). Einen sehr frühen, durch Rückrechnung ermittelten Geburtenbeginn am 28. Mai ergänzt HEISE (1992) für das Jahr 1990.

Auch etwa 15 Jahre nach den Untersuchungen von HEISE (1989) fiel der Geburtenbeginn in der Uckermark in die erste Junihälfte. Allerdings häuften sich im Verlauf der Untersuchungsperiode frühe Termine, und ab 2009 gebaren die ersten Weibchen ausnahmslos bereits am 7. Juni oder früher, im Jahre 2018 schon am 31. Mai. Dies deckt sich mit Beobachtungen in anderen uckermärkischen Wochenstubenwäldern, nach denen Neugeborene in der jüngsten Vergangenheit wiederholt bereits Ende Mai festgestellt wurden (BLOHM unpubl.).

HEISE (1992) verweist auf eine positive Korrelation zwischen dem Beginn der Geburtsperiode und den Temperaturen der Zugmonate März/April sowie der Ankunftszeit im Wochenstubengebiet.

Zudem schreibt er dem Witterungsverlauf in der vorgeburtlichen Phase im Sommerlebensraum eine Bedeutung zu.

Für den 23jährigen Untersuchungsperiode 1997 bis 2019 zeigt sich tendenziell eine geringe, statistisch aber nicht abgesicherte Abhängigkeit des Geburtenbeginns von den April- und Maitemperaturen im Wochenstubengebiet. Sowohl die Anzahl der Niederschlagstage als auch die Niederschlagsmengen hatten hingegen keinen messbaren Einfluss auf den Geburtenbeginn. Frühe Erstankünfte im Wochenstubengebiet führten nicht zwangsläufig zu einem frühen Geburtenbeginn.

Möglicherweise ist dies damit zu begründen, dass ein großer Teil der Weibchen sich zu Beginn der Trächtigkeit noch in der Überwinterungsregion oder auf dem Zug befand und die dortigen Witterungsbedingungen von denen im Wochenstubengebiet abwichen.

Demgegenüber verschob sich die Geburtenperiode bei ungünstiger Witterung (kalte und / oder niederschlagsreiche Perioden) nach hinten und erstreckte sich über bis zu sechs Wochen, während die Weibchen in trockenen und warmen Jahren früh und synchron gebaren. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von HEISE (1992). So registrierte er im feucht-kühlen Sommer 1987 Geburten über einen Zeitraum von ebenfalls sechs Wochen. Nach dem ungewöhnlich warmen und trockenen Mai 1986 konzentrierten sich die Geburten hingegen auf nur 13 Tage. GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) berichten, dass sich hochträchtige Abendseglerweibchen in Schlechtwetterperioden von der Gruppe absonderten, die ungünstige Zeit in Lethargie verharren und dadurch den Geburtszeitpunkt hinauszögerten. Wie lange sie dies aktiv beeinflussen können, bleibt allerdings offen.

Die jahreszeitlich späteste Freilandbeobachtung erwähnen SCHULTE & VIERHAUS (1994) für Westfalen. Demnach fand LINDENSCHMIDT am 26.08.1977 ein mit zwei 15,5 mm langen Embryonen trächtiges Weibchen. Dieser Fund ist zudem bemerkenswert, da er außerhalb des bekannten Wochenstubenareals der Art liegt (MEINIG & VIERHAUS 2020). GEBHARD & BOGDANOWICZ (2011) erwähnen als späteste Geburtsnachweise für Basel ein Weibchen, das etwa Mitte Juli Jungtiere zur Welt brachte und ein weiteres, das am 3. Juli hochträchtig zwei deutlich fühlbare Embryonen im Bauch hatte. Die Autoren bringen die späte Ovulation beider „Nachzügler“ mit starkem Parasitenbefall und schwachem Allgemeinzustand in Verbindung. Die Mütter der im Carmzower Wald in den Jahren 2004, 2010 und 2013 erst Mitte Juli geborenen Zwillingspaare waren hingegen – wie ihre Jungen – in guter Kondition.

Über den Ablauf der Geburten in Gefangenschaft berichten DITTRICH (1958) und KLEIMAN (1969). KULZER (2005) schließt für die zitierten Arbeiten aber eine Beeinflussung des Geburtsverlaufs durch die Gefangenschaftssituation nicht aus. GEBHARD (1997) konnte die Geburten freifliegender Abendsegler in der Forschungsstation Hofmatt beobachten. Da Freilandbeobachtungen methodisch bedingt sehr selten sind, seien nachfolgend einige Notizen zu drei im Carmzower Wald zufällig beobachteten Geburten mitgeteilt. Um übermäßige Störungen durch das Licht der Taschenlampe zu vermeiden, wurden die Geburtsvorgänge nicht bis zum Ende verfolgt:

1. Zwei Mütter sonderten sich vor Beginn der Geburten von der Gruppe ab und positionierten sich etwa 10 bis 15 cm unterhalb der Traube. Ein Weibchen gebar allein in einem etwa zehn Meter vom Wochenstubenquartier entfernten kleinen Worlizek-Kasten.
2. Alle Weibchen hängten sich mit dem Kopf nach oben und formten mit der bauchwärts korbartig aufgespannten Schwanzflughaut eine Tasche, in die die Neugeborenen glitten (1x Zwillinge im Abstand von 8 Minuten, 2x nur eine Geburt beobachtet).
3. Zwei Geburten erfolgten vormittags, eine nachmittags.

Die Freilandbefunde stimmen somit in den skizzierten Punkten mit den Beobachtungen an gehaltenen Abendseglerweibchen überein und decken sich im Übrigen auch mit den Beobachtungen an anderen Arten (z.B. an Rauhaufledermäusen (*Pipistrellus nathusii*); HEISE 1984).

Besondere Erwähnung verdient die Feststellung, dass wiederholt zum gleichen Zeitpunkt in verschiedenen Quartieren unterschiedlich alte, innerhalb eines Quartiers aber weitgehend gleichaltrige Jungtiere angetroffen wurden. Auf dieses Phänomen wiesen HEISE & BLOHM bereits 1998 hin. Ergänzend ist festzuhalten, dass eine solche „Sortierung“ typisch für Jahre mit langen Geburtsperioden ist, in trocken-warmen Jahren hingegen seltener vorkommt. Aus methodischer Sicht ist dies relevant, um die für viele Untersuchungen typischen, stichprobenartig erfolgenden Kontrollen einzelner Quartiere korrekt zu interpretieren: Wenn beispielsweise im Juli alle am Abend aus einer Höhle ausfliegenden Abendsegler gefangen werden und sich unter den Fänglingen 20 Jungtiere und 10 laktierende Weibchen befinden, darf daraus nicht zwingend eine Reproduktionsrate von 2,0 Jungtieren pro Weibchen abgeleitet werden. Viel wahrscheinlicher ist, dass zufällig ein Quartier mit besonders großen, teilweise bereits selbständigen Jungen kontrolliert wurde, aus dem ein Teil der adulten Weibchen bereits abgewandert ist. Für realistische Ergebnisse sind daher 1. optimale Fangzeitpunkte (unmittelbar vor Auflösung der Wochenstuben) und 2. ein möglichst vollständiger Fang der gesamten, auf verschiedene Quartiere verteilten Gesellschaft notwendig (vgl. auch HEISE et al. 2003). Werden diese Grundprinzipien nicht beachtet, sind die gewonnenen Ergebnisse zwangsläufig fehlerbehaftet.

4.3.4 Zusammenfassung

Vorkommen des Abendseglers sind aus dem nur etwa 45 Hektar großen, isoliert in der intensiv ackerbaulich genutzten nordöstlichen Uckermark gelegenen Carmzower Wald seit Ende der 1970er Jahre bekannt. In den Jahren 1991 und 1992 wurde eine Baumhöhlen bewohnende Wochenstubengesellschaft von etwa 20 adulten Weibchen bestätigt. Ab 1993 besiedelten die Tiere Fledermauskästen, und die Gesellschaft wurde seitdem systematisch untersucht.

Die Kontrollen belegten einen nahezu kontinuierlich verlaufenden Bestandsanstieg von anfangs 20 auf maximal 289 adulte Weibchen im Jahre 2008. Danach pendelte sich die Zahl bei leicht abnehmender Tendenz bei durchschnittlich 228 Tieren ein.

Die Gesellschaft reproduzierte alljährlich erfolgreich und erreichte – maßgeblich durch gesellschaftseigenen Zuwachs – im Jahr 2008 ein Maximum von 775 Tieren (inkl. adulter Männchen).

Der Carmzower Wald ist ein bedeutendes Reproduktions-, Durchzugs- und Paarungsgebiet.

Die ersten Abendsegler wurden in 26 Untersuchungsjahren durchschnittlich am 13. März im Wochenstubengebiet festgestellt, frühestens am 27. Februar und spätestens am 20. April. Lagen die Termine der Erstankunft in der ersten Hälfte der Untersuchungsperiode überwiegend in der zweiten Märzhälfte, teilweise erst im April, kamen die ersten Tiere danach fast ausnahmslos vor dem 10. März, oft bereits zum Monatsbeginn an.

Regelmäßig wurde in der letzten Maidekade ein maßgeblich von Durchzüglern geprägter Bestands Gipfel beobachtet. Parallel zum Abzug dieser Tiere separierten sich zur Monatswende Mai/Juni die Weibchen und Männchen der Carmzower Gesellschaft, und die Geburten setzen ein.

Das Bestandsmaximum wurde alljährlich in der zweiten Julidekade dokumentiert. Bereits in der letzten Julidekade verlassen die meisten adulten Weibchen den Wochenstubenwald, ihnen folgen

später die Jungtiere. Zwischen Mitte August und Mitte September verblieben regelmäßig nur wenige Tiere im Wald, in sieben Jahren gelangen in diesem Zeitraum keinerlei Beobachtungen.

In der zweiten Septemberhälfte war regelmäßig wieder Zuzug zu beobachten. Je nach Witterungsverlauf verließen die meisten Tiere bis Ende Oktober endgültig den Wald. Einzelne Abendsegler waren in neun Jahren noch bis in den Dezember zu beobachten und verschwanden erst mit dem Einbruch anhaltender Frostperioden.

Abendsegler besiedeln im Carmzower Wald sowohl Baumhöhlen als auch Fledermauskästen, letztere werden jedoch deutlich bevorzugt. Von besonderer Bedeutung für die Jungenaufzucht sind großvolumige „Wochenstubenkästen“ (Volumen etwa vier bis fünf Liter), Männchen und Paarungsgruppen besiedeln bevorzugt die kleineren Worlizek-Kästen (Volumen etwa ein Liter).

Zu Beginn der Untersuchungen hielten sich keine, ab 2004 deutlich mehr als zehn und im Jahre 2006 maximal 39 adulte Männchen im Carmzower Wald auf. Ein Teil dieser Tiere besetzte im Spätsommer und Herbst Paarungsquartiere (maximal 16 im Jahr 2012). Paarungsgruppen bestanden aus einem adulten Männchen und 1 bis 16, im Durchschnitt 3,1 Weibchen. 75 % des Quartierbestandes (n= 43) wurde zumindest zeitweise auch zur Paarung genutzt, es gibt jedoch bevorzugte Quartiere. Auf fünf präferierte Kästen entfielen 54,4 % der in Paarungsgruppen registrierten Weibchen (n=614). In großen Kästen etablieren sich größere Paarungsgruppen als in kleinen, letztere werden jedoch häufiger als Paarungsquartier genutzt.

Der Geburtenbeginn fiel zwischen 1997 und 2019 durchschnittlich auf den 6. Juni. Die ersten Jungtiere wurden frühestens am 31. Mai und spätestens am 15. Juni beobachtet, der Geburtenbeginn verlagerte sich innerhalb von 23 Jahren deutlich nach vorn.

Waren die Trächtigkeitsmonate April und Mai kalt und / oder verregnet, wurde das Gros der Jungen später geboren und die Geburtenperiode verlängerte sich auf bis zu sechs Wochen. In warm-trockenen Jahren konzentrierte sie sich auf nur etwa zwei Wochen. Demgegenüber wurde der Geburtenbeginn allenfalls unwesentlich von der Witterung beeinflusst.

Zum Gebären separieren sich die Weibchen von der Gruppe, entweder innerhalb des Quartiers oder durch kurzzeitigen Umzug in benachbarte, leerstehende Quartiere.

Besonders in Jahren mit langen Geburtenzeiträumen wurde regelmäßig eine altersmäßige „Sortierung“ der Jungtiere beobachtet: Während sich in den meisten Wochenstubenquartieren eine Mischung unterschiedlichen Alters fand, konzentrierten sich in einzelnen Quartieren besonders große, in anderen besonders kleine Juvenile.

4.3.5 Summary

Noctules are known from the Carmzower Wald, a 45 ha big forest isolated within an intensively used agricultural landscape in the north-eastern Uckermark district, since 1970. In the years 1991 and 1992 a nursery colony living in tree caves was confirmed counting 20 adult females. Since 1993 noctules have occupied bat boxes. The society was monitored systematically ever since.

The checks verify a nearly continuous population increase from initially 20 up to 289 maximum adult females in the year 2008. After that the population leveled off at approximately 228 animals.

The colony reproduced successfully every year and reached a peak of 775 animals (including adult males) essentially through colony internally generated growth in the year 2008.

The Carmzower Wald is a significant reproduction, migration and mating area.

The first noctules were determined mainly on 13th of March over a time period of 26 years. The earliest date of arrival was February 27th and the latest April 20th. While the arrival dates in the first half of the examination period were mainly registered in the second half of March, later on the first animals arrived, nearly without any exception, before March 10th or even at the beginning of the month.

Within the last May decade a population peak was marked by an essential number of migrating bats. While Carmzow females and males separated themselves at the break of May and June and the birthes began, parallelly those migrating animals left.

The population maximum was documented annually in the second decade of July. Already in the last July decade most adult females leave the nursery forest followed later on by the juveniles. Between August and mid-September only a few animals remain, in seven years the whole nursery forest was left by all animals.

In the second half of September an influx of returning animals was observed. Depending on the weather conditions nearly all animals left the forest completely by the end of October. Single noctules were seen until December in nine years. They disappeared only after the frost-period set in.

Noctules populate treeholes and bat boxes in the Carmzower Wald whereas bat boxes are preferred. Of special importance for rearing juveniles are voluminous nursery boxes. Males and mating groups prefer small Worlizek-boxes.

At the beginning of the examinations no male noctules were observed in the Carmzower Forest. Since 2004 more than 10 males and a considerable number of maximum 39 males in 2006 were present in the Carmzower Wald. Some of these animals occupied mating roosts in summer and autumn (maximum 16 in 2012). Mating groups consisted of one adult male and 1 to 16 females (average 3,1 females). About 75 % of the roosts (n=43) were used at least partially for mating. A preference for certain roosts exists, underlined by the fact that 54,4 % registered females (n=614) in the mating groups concentrated on only five bat boxes. Bigger mating groups establish themselves more likely in larger bat boxes than in small ones. Whereas smaller bat boxes are more often used as mating roosts.

The birthing period averagely started on June 6th between 1996 and 2019. The first juveniles were born May 31st the earliest and June 15th the latest. The beginning of the birthing period shifted within 23 years of examination clearly to an earlier date.

When the pregnancy months April and May were cold and / or rainy, most juveniles were born later. The birthing period expanded up to six weeks. In warm and dry years the birthing period concentrated itself on about two weeks. The beginning of the birthing period was not much influenced by the weather conditions.

For giving birth the females separated themselves from the rest of the group. Sometimes they took up an empty roost nearby for a short time.

Especially in the years with long birthing periods a regular sorting of the juveniles according to their age was to be observed. While most nursery roosts displayed a mix of different ages, particularly young respectively old juveniles concentrated in single quarters.

5. Naturschutzfachliche Schlussfolgerungen

Fledermäuse unterliegen in Deutschland einem umfassenden rechtlichen Schutzregime (ALSLEBEN & STÖCKER 2008, HACKLÄNDER & TROUWBORST 2020).

Neben der „Berner Konvention“, die insbesondere Fang, Tötung und Nutzung reglementiert, enthält die „Bonner Konvention“ Vorgaben für den weltweiten Schutz wandernder wildlebender Tierarten. Durch die Unterzeichnung des Abkommens zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen (Agreement on the Conservation of Populations of European Bats – EUROBATS) hat sich Deutschland zudem verpflichtet, den Schutz der heimischen Arten durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen (BFN 2020, EUROBATS 2020).

Die in der Praxis wichtigsten Schutzinstrumente sind allerdings die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) und das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Alle heimischen Fledermausarten zählen zu den besonders und streng geschützten Arten (§ 7 (2) Ziff. 13 b) aa) bzw. Ziff. 14 b BNatSchG) und unterliegen damit dem strengen Schutzregime des § 44 BNatSchG und der sich aus § 6 BNatSchG i.V.m. Art. 11 FFH-RL ergebenden Monitoringverpflichtung. Die Begriffe „lokale Population“ (§ 44 (1) Ziff. 2 BNatSchG) und „Population“ (§ 45 (7) BNatSchG) haben für Genehmigungsverfahren besondere Bedeutung. Für alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten sind in diesem Zusammenhang zudem die Vorgaben des Art. 16 der FFH-RL zu beachten, die u.a. fordern, dass „die Populationen der betroffenen Arten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet ohne Beeinträchtigung in einem günstigen Erhaltungszustand verweilen“. All dies setzt die Abgrenzung von Populationen und die Ermittlung von Bestandsgrößen voraus.

Der Begriff „Population“ wird bereits in der ökologischen Wissenschaft nicht einheitlich verwendet. SCHWERDTFEGER (1979) definiert sie als „Gesamtheit der Individuen einer Art in einem Raum“ und führt aus, dass es sich nicht zwingend um eine Fortpflanzungsgemeinschaft handeln muss. Ebenso wie SCHWERDTFEGER diskutieren auch BEGON et al. (1991) die Schwierigkeiten, die es aus methodischer Sicht bereitet, Populationen abzugrenzen und ihre konkreten Größen zu bestimmen. Auf Grund des ausgeprägten Wanderverhaltens des Abendseglers und der sich daraus ergebenden genetischen Strukturierung müssten zumindest die Abendsegler aus großen Teilen Europas als „Population“ bezeichnet werden (PETIT et al. 1999).

Im Unterschied zu diesen wissenschaftlichen Betrachtungen hat der juristische Terminus „lokale Population“ unmittelbar schutzrelevante Auswirkungen (z.B. SOBOTTA 2009). Da der Gesetzgeber den unbestimmten Rechtsbegriff ohne hinreichende Definition einführte, entstanden in der Folgezeit zahlreiche Auslegungs- und Interpretationshilfen (z.B. LANDESBETRIEB STRAßENWESEN 2015). Eine zentrale Position nehmen in diesem Zusammenhang nach wie vor die „Hinweise“ der Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA 2010) ein:

Eine lokale Population ist eine Gruppe von Individuen einer Art, die eine Fortpflanzungs- oder Überdauerungsgemeinschaft bilden und einen zusammenhängenden Lebensraum gemeinsam bewohnen. Im Allgemeinen sind Fortpflanzungsinteraktionen oder andere Verhaltensbeziehungen zwischen diesen Individuen häufiger als zwischen ihnen und Mitgliedern anderer lokaler Populationen derselben Art.

Ähnlich äußert sich GELLERMANN (2007) und ergänzt, dass es sich bei lokalen Populationen „gleichermaßen um räumlich abgrenzbare Brut-, Rast- und Überwinterungsbestände“ handeln kann.

Die LANA (2010) unterscheidet weiterführend zwischen lokalen Populationen 1. im Sinne eines gut abgrenzbaren örtlichen Vorkommens und 2. im Sinne einer flächigen Verbreitung. Als Beispiele für „gut abgrenzbare örtliche Vorkommen“ nennt sie u.a. „die Fledermäuse einer Wochenstube“. Diese vordergründig von rechtlichen Überlegungen ausgehende Einordnung trifft jedoch mit Einschränkungen nur für einzelne Fledermausarten und auch bei diesen nur für bestimmte Zeiten im Jahresverlauf zu. Gerade für den Abendsegler, eine hochmobile, wandernde Art, die kopfstärke Überwinterungs- und Fortpflanzungsgemeinschaften bildet und deren Wochenstubengesellschaften sich in wechselnder Zusammensetzung auf zahlreiche Quartiere verteilen, ergeben sich hingegen erhebliche methodische Schwierigkeiten.

Die intensiv untersuchte Gesellschaft des kleinen, höhlenarmen Carmzower Waldes eignet sich gut, um ein Grundverständnis von populationsökologischen Zusammenhängen zu erhalten und daraus Empfehlungen für standardisierte Bestandserfassungen, ein Monitoring und Schutzkonzepte im Wochenstubenareal abzuleiten. Die Ergebnisse aus weiteren, über mehrere Jahrzehnte überwachten uckermärkischen Wochenstubengesellschaften ergänzen diese Daten.

5.1 Reduzierung von Schlagopfern an Windkraftanlagen im Wochenstubengebiet

Abendsegler jagen opportunistisch unter schnellen und weiten Ortswechseln in insektenreichen Gebieten, bevorzugt über eutrophen Flachgewässern, großen Seen, insektenreichem Grünland und ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen sowie auf Freiflächen im Wald. Dabei schöpfen sie lokal, kurzzeitig oder saisonal ergiebige Nahrungsquellen effektiv ab. Diese hohe Flexibilität ermöglicht es der Art, auch in naturfernen Gebieten kopfstärke Gesellschaften zu bilden, wenn in erreichbarer Entfernung zu Quartierzentren über den gesamten Aktivitätszeitraum ergiebige Jagdgebiete existieren (Kap. 4.3.3.1).

Die Gründe für die ungleiche räumliche Verteilung der Geschlechter – Konzentration des Reproduktionsgeschehens in den nördlichen und östlichen Landesteilen sowie Ansiedlung der Männchen entlang der Zugwege und in den Überwinterungsgebieten – wurden in Kap. 4.1 und 4.3 diskutiert. Abgesehen von der genetischen Durchmischung ist es demnach für die migrierenden Weibchen von Vorteil, wenn ihnen balzende Männchen während des Zuges Tagesquartiere in unbekanntem Gebieten „zeigen“. Wiederholt wurde zudem vermutet, dass die räumliche Separierung einer Nahrungskonkurrenz entgegenwirkt und den reproduzierenden Weibchen mit ihrem besonders hohen Energiebedarf die insektenreicheren Regionen weitgehend konkurrenzfrei zur Verfügung stehen. Das Prinzip der Konkurrenzvermeidung beschreiben MACKIE & RACEY (2007) sogar für die lokale Ebene. Demnach sollen reproduzierende Weibchen einer Gesellschaft ergiebiger Jagdgebiete nutzen, während Weibchen ohne Jungtiere eher in insektenarmen Landschaften jagen. Diese Ergebnisse erscheinen logisch, jedoch ist die Methodik der Studie kritisch zu hinterfragen. Nach wie vor bleibt aber offen, warum Abendseglerweibchen nur ausnahmsweise in insektenreichen südlichen Gebieten reproduzieren (Nordschweiz (GEBHARD 1997), Erlangen (v. HELVERSEN mdl.), Hessen (DIETZ & SIMON 2011), die teilweise sogar deutlich anspruchsvolleren Arten wie der Großen Hufeisennase Lebensraum bieten (LBV 2020).

Den nordostdeutschen Reproduktionsarealen kommt eine herausragende Bedeutung für den Fortbestand des gesamtdeutschen Bestandes zu. Letztendlich geht die nahezu flächendeckende Verbreitung der Art in Deutschland zu erheblichen Teilen auf diese Tiere und Angehörige osteuropäischer und baltischer Wochenstuben zurück (VOIGT et al. 2012).

Seine hohe Mobilität macht den Abendsegler einerseits zu einer der konkurrenzstärksten Fledermausarten, weil sich die Jungenaufzucht auf überregionaler Ebene in insektenreichen Landschaften konzentriert und er lokalen Nahrungsengpässen in gewissem Maße durch Nutzung entfernter Nahrungsflächen ausweichen kann.

Andererseits können diese auf Grund des Insektenrückgangs in der Landschaft (HALLMANN et al. 2017) möglicherweise zunehmenden weiträumigen Transferflüge zwischen verschiedenen Jagdgebieten und dem Quartierwald (vgl. Kap. 4.2) das Kollisionsrisiko steigern, wenn dabei Windfelder gequert werden müssen.

Der Landkreis Uckermark zählt mit derzeit 0,2 Windkraftanlagen/km² deutschlandweit zu den Gebieten mit der höchsten Anlagendichte (Platz 20 von 294 Landkreisen, IÖR 2020). Der Zuwachs verlief annähernd kontinuierlich, und allein zwischen 2006 und 2019 verdoppelte sich der Bestand auf mehr als 600 Anlagen. Im Umfeld des Carmzower Waldes werden derzeit sogar Werte von mehr als 1,4 Anlagen/km² erreicht. Aber selbst derartige Anlagenkonzentrationen müssen zumindest während der engeren Wochenstubenzeit nicht zwangsläufig mit erhöhten Tierverlusten einhergehen: Im Vergleich zeigte die Carmzower Wochenstubengesellschaft (mit den meisten Windkraftanlagen im Umfeld) den höchsten Bestandeszuwachs im Zeitraum 1996 bis 2008, und Hinweise auf erhöhte Verluste säugender Weibchen fehlten (BLOHM & HEISE 2009a). Zugleich wurde aber auf die grundsätzlich hohe Vulnerabilität von Wochenstubengesellschaften hingewiesen: Langjährige populationsökologische Studien im Carmzower Wald und anderen Wochenstubengesellschaften belegen, dass bereits bei einer um lediglich 3 % erhöhten jährlichen Mortalität der Bestand nach 15 Jahren auf die Hälfte geschrumpft wäre. Stiege die jährliche Weibchensterblichkeit gar um 10 %, wäre die Gesellschaft im betrachteten Zeitraum praktisch erloschen (Abb. 37; BLOHM & HEISE 2009a).

Bei der Zulassung von Windkraftanlagen spielen artenschutzrechtliche Prüfungen eine große und noch zunehmende Rolle. Aktuell werden zumindest in Brandenburg keine Neuanlage und kein Ersatz einer Altanlage (Repowering) ohne entsprechende artenschutzrechtliche Prüfungen zugelassen. Diese beziehen grundsätzlich alle im Gebiet vorkommenden Fledermausarten ein, konzentrieren sich jedoch auf die besonders schlaggefährdeten. Dies sind nach den Zahlen der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg, die das bundesweite Schlagopferregister führt (Stand 07.05.2021: 3.910 dokumentierte Fledermausverluste an Windkraftanlagen) Abendsegler (n=1.252; 32,0 %), Flughörnchen (n=1.115; 28,5 %) und Zwergfledermaus (n=758; 19,4 %). In Brandenburg stellt der Abendsegler mit 45,8 % (n=669) sogar knapp die Hälfte der Schlagopfer (DÜRR in lit. 2021).

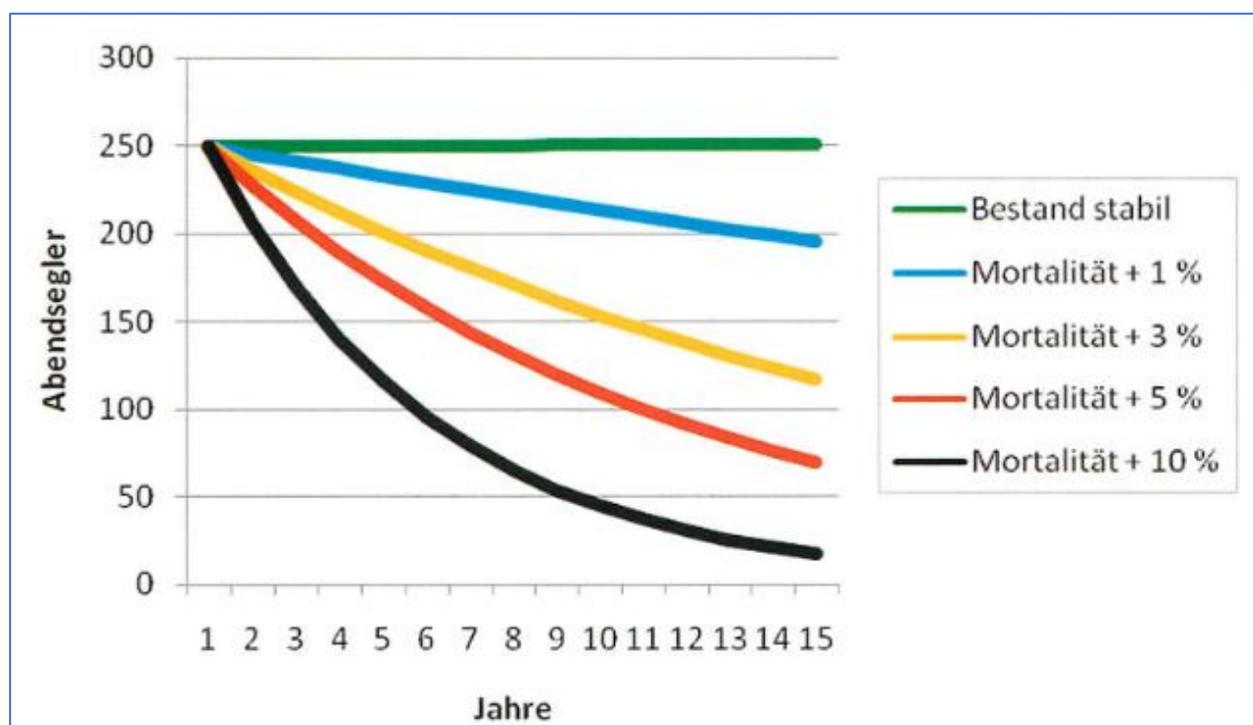


Abbildung 37 15jährige Bestandssimulation einer Abendseglergesellschaft bei unterschiedlichen Mortalitätsraten (stabiler Bestand bei 43 % jährlicher Weibchenmortalität; aus Blohm & Heise 2009a).

Zur Problematik der Fledermausverluste an Windkraftanlagen existiert ein umfangreiches Schrifttum, das sich u.a. mit der Phänologie des Schlaggeschehens (DÜRR 2007), der Berechnung von Schlagopferzahlen (BRINKMANN et al. 2011), der Herkunft der Tiere (VOIGT et al. 2012, LEHNERT et al. 2014), mit Vermeidungsmaßnahmen (BEHR et al. 2015, LINDEMANN et al. 2018), mit populationsökologischen (BEHR et al. 2018, BELLEBAUM 2020) und rechtlichen Aspekten (LUKAS 2016) sowie dem Ablauf von Genehmigungsverfahren (FRITZE et al. 2019) auseinandersetzt oder der Positionierung von Interessengruppen dient (BAG 2012, BWE 2020).

Unstrittig ist, dass Windkraftanlagen als zusätzlicher Mortalitätsfaktor wirken (ZAHN et al. 2014, ARNETT et al. 2016). Inwieweit die eintretenden Verluste populationswirksam sind, wird allerdings kontrovers diskutiert. Die Aussagen sind häufig eher spekulativ, etwa wenn für den „Zusammenbruch“ lokaler Bestände die Errichtung von WKA im Umfeld verantwortlich gemacht wird (KÖNIG & KÖNIG 2009). Erhebliche Unsicherheiten bestehen aber auch bei der Schätzung der Verlustraten: So berechnet DÜRR (in LFU 2020) aus den Fundraten intensiv abgesuchter Anlagen und unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren einen Wert von 3,11 Fledermausschlagopfern je WKA und Jahr, für Brandenburg jährlich etwa 9.330 Tiere. Demgegenüber geht BEHR (in LFU 2020) – ebenfalls für brandenburgische Anlagen – von Schlagopferzahlen von 24,5 Tieren pro Jahr und Anlage aus. Daraus ergäben sich für Brandenburg 80.850 Verluste pro Jahr. Die Werte weichen also um den Faktor 8,7 voneinander ab und können daher nur einen begrenzten Aussagewert haben. Hinzu kommt, dass selbst die Bestandgrößen der bestuntersuchten Arten derzeit auch nicht ansatzweise bekannt sind (vgl. Kap. 5.3).

Auf Grund des Mangels verlässlicher Zahlen sollte bei jedem Windkraftvorhaben versucht werden, Tierverluste zu minimieren. Dazu sind geltende Zulassungskriterien und

Verfahrensabläufe kritisch zu hinterfragen. Nachfolgend sollen Grundsätze und Kriterien der für Brandenburg gültigen Tierökologischen Abstandskriterien (TAK) als Bestandteil des sogenannten „Windkrafterlasses“ (MUGV 2011) betrachtet und Anregungen für Anpassungen gegeben werden. Es sei vorausgeschickt, dass diese brandenburgischen Regelungen im Ländervergleich von Kennern der Materie in verschiedenen Punkten positiv hervorgehoben wurden (BEHR et al. 2015), die Position des Fledermausschutzes in anderen Regionen also noch ungünstiger ist. Die Brandenburger Regelungen unterscheiden zwischen „Schutzbereichen“ (tierökologische Belange stehen der Errichtung von WKA grundsätzlich entgegen) und den weniger strengen „Restriktionsbereichen“ (tierökologische Belange können im Planungsprozess zu Einschränkungen oder Modifikationen führen).

1. Grundsatz „Für die Ausweisung von Windeignungsgebieten sind strukturreiche Landschaftsräume mit Hecken, Alleen und Kleingewässern sowie Laubmischwälder und sehr alte Kiefernbestände ungeeignet.“

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Wälder, die nicht unter die o.g. Kriterien fallen, grundsätzlich für die Errichtung von WKA geeignet sind. Dies ist eine fatale Fehleinschätzung, die nicht nur waldbewohnende Arten, sondern auch typische „Gebäudefledermäuse“ betrifft, die regelmäßig in Wäldern jagen: Anlagenstandorte in Wäldern entwickeln sich zwangsläufig zu Konzentrationspunkten in ohnehin oft fledermausreichen Lebensräumen. Dies ist maßgeblich den innerhalb des Waldes durch den Anlagenbau entstehenden insektenreichen, windgeschützten Freiflächen geschuldet, die über die breiten Zuwegungen an das Umfeld angebunden werden. Die Fledermäuse werden also direkt an die gefährlichen Anlagenstandorte herangeführt. Selbst Arten wie der Abendsegler, die sich üblicherweise abseits von Leitlinien bewegen, nutzen kurz nach dem Flüggewerden häufig Wege, Schneisen, Polterplätze und andere Freibereiche innerhalb des Waldes (BLOHM 2003).

Hinzu kommt, dass Beeinträchtigungen lokaler Fledermauspopulationen in Wäldern vorab kaum mit ausreichender Prognosesicherheit abgeschätzt werden können: Zum Zeitpunkt der Verträglichkeitsuntersuchungen existieren noch keine Freiflächen. Die Verhältnisse vor Errichtung der Anlagen sind also selbst bei aufwendigen Studiendesigns (z.B. Telemetrie, akustische Erfassungen unter Nutzung von Fesselballons oder Gittermasten im Kronenbereich) nicht mit denen beim Betrieb der Anlagen vergleichbar.

Aktuell mangelt es auch an belastbaren Folgeuntersuchungen an Waldstandorten. Die schon heute existierenden Anlagenstandorte in Wäldern liegen meist außerhalb der Hauptreproduktionsgebiete der besonders schlaggefährdeten Arten Abendsegler und Raufhautfledermaus und erlauben daher keine Rückschlüsse auf Verluste im nordostdeutschen Wochenstubenareal. Gleichwohl darf man davon ausgehen, dass schon moderate aber auf das Umfeld einer bestimmten Wochenstubengesellschaft konzentrierte Verluste innerhalb weniger Jahre zu deren Niedergang führen können (Abb. 37), während sich Verluste im Offenland, von denen nach aktuellen Erkenntnissen zumindest in Teilen migrierende Tiere betroffen sind (VOIGT et al. 2012, LEHNERT et al. 2014), auf große Gebiete verteilen.

Schließlich ist die Auffindbarkeit von Schlagopfern im Wald noch geringer als im Offenland.

2. Kriterium „Reproduktionsschwerpunkte in Wäldern mit Vorkommen von > 10 reproduzierenden Fledermausarten“

Die Fledermausfauna des Landes Brandenburg (TEUBNER et al. 2008) zeigt in Abb. 1, S. 49, die nahezu flächige Besiedlung des Landes durch Fledermäuse und dokumentiert nicht (nur)

die tatsächliche Verbreitung der Fledermausarten, sondern auch die „Aktivitätszentren“ der Fledermausspezialisten. Betrachtet man mit diesem Wissen Gebiete, die seit Jahrzehnten systematisch untersucht werden und die nachweislich zu den fledermausreichsten Räumen des Landes zählen, fällt auf, dass selbst dort zehn oder mehr Arten pro Flächeneinheit eher die Ausnahme als die Regel sind. Berücksichtigt man weiterhin, dass die Karte sämtliche Artnachweise pro MTBQ zeigt und nicht die laut TAK für einen Schutzbereich erforderlichen „Reproduktionsschwerpunkte in Wäldern mit Vorkommen von > 10 reproduzierenden Fledermausarten“, wird deutlich, dass dieses Kriterium für einen ernsthaften Schutz der Fledermausbestände ungeeignet ist. Derartige Waldgebiete existieren schlichtweg nicht oder nur in Ausnahmefällen.

3. Kriterium „Fledermauswochenstuben und Männchenquartiere der besonders schlaggefährdeten Arten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Zwergfledermaus, Zweifarb- und Rauhautfledermaus) mit mehr als etwa 50 Tieren“

Die im Erlass genannten „Wochenstubengrößen“ sind für verschiedene Arten ein im Rahmen der heute üblichen Untersuchungen kaum zu fassendes Konstrukt. Während Zwerg-, Zweifarb- und Rauhautfledermäuse üblicherweise durchaus in entsprechend großen Zahlen einzelne Quartiere bewohnen, ist dies bei beiden Abendseglerarten, aber auch bei anderen „Waldfledermäusen“, nicht der Fall. Zumindest im Sommerhalbjahr trifft man nur selten derart große Gruppen in einer Höhle an (vgl. Kap. 4.3). Dies ist aber für die Bewertung der lokalen Population irrelevant. Selbst viele hundert Weibchen umfassende Abendseglergesellschaften, die sich in einem hervorragenden Erhaltungszustand befinden, verteilen sich auf zahlreiche Gruppen von regelmäßig weniger als 50, oft sogar weniger als 30 Individuen. Um diese Verhältnisse realitätsnah im Rahmen von „Verträglichkeitsuntersuchungen“ darzustellen, wäre ein im Rahmen der „üblichen“ Genehmigungsverfahren nicht zu leistender Aufwand erforderlich. Die Bedeutung eines Gebietes für die genannten Arten kann aus diesem Kriterium nur schwer abgeleitet werden.

4. Kriterium „Strukturreiche Laub- und Mischwaldgebiete mit hohem Altholzanteil >100 ha und Vorkommen von mindestens 10 Fledermausarten oder hoher Bedeutung für die Reproduktion gefährdeter Arten“

Das lediglich als Restriktionsbereich benannte Kriterium trägt den populationsbiologisch ableitbaren Schutzerfordernissen nicht in ausreichendem Maße Rechnung. Auf die Artenzahl wurde bereits unter 1. eingegangen. Mehr als 100 ha große strukturreiche Laub- und Mischwaldgebiete mit hohem Altholzanteil sind aus Sicht des Fledermausschutzes natürlich besonders wertvoll, da sie auf großer Fläche sowohl Quartiere als auch Jagdhabitats für verschiedene Arten bieten. Gerade in intensiv agrarisch genutzten Regionen wie der Uckermark sind Waldflächen jedoch häufig deutlich kleiner als 100 ha, können aber trotz ihrer geringen Größe naturschutzfachlich bedeutsam sein. In Bezug auf die Fledermausbesiedlung, gerade der häufig im Offenland jagenden und besonders schlaggefährdeten *Nyctalus*- und *Pipistrellus*-Arten, ist die Größe und Struktur der Wälder von untergeordneter Bedeutung (vgl. Kap. 4.1, 4.2 und 4.3). Maßgeblich ist das Quartierangebot. Und so kann selbst ein Wald von nur 45 ha Größe, dominiert von jungen Kiefernbeständen, bei ausreichendem Quartierangebot von fast 800 Abendseglern besiedelt werden.

5. Kriterium „Hauptnahrungsflächen der besonders schlaggefährdeten Arten mit >100 zeitgleich jagenden Individuen“

Es ist unklar, auf welcher Fläche zeitgleich > 100 Individuen jagen müssen, um einen Schutzbereich laut TAK zu generieren. Abgesehen davon ist es, außer in besonders günstigen Ausnahmefällen, methodisch nahezu unmöglich, entsprechende Tierzahlen zu erfassen, geschweige denn einzelnen Arten zuzuordnen.

Wie die Praxis zeigt, können die Konflikte zwischen Windkraftnutzung und Fledermausschutz mit Hilfe der vorhandenen Planungsinstrumente auf Ebene der Regionalplanung und der projektbezogenen Einzelgenehmigungen nur selten ausgeräumt werden. Unternimmt man diesen Versuch dennoch, ergeben sich zwangsläufig weitere Probleme.

So werden die in den TAK benutzten Begriffe „Hauptnahrungsflächen“, „Jagdgebiete“, „Flugkorridore“ und „Durchzugskorridore“ in der fledermauskundlichen Literatur zwar vielfach verwendet, in der Regel fehlt es aber an verbindlichen Definitionen. Allein diese Tatsache lässt ihre Verwendung für die flächenscharfe und rechtlich verbindliche Abgrenzung von Schutz- und Restriktionsbereichen problematisch erscheinen. Grundsätzlich kann man die Begriffe grob umreißen:

- Hauptnahrungsfläche
Gebiet, das regelmäßig oder zu bestimmten Zeiten ein erheblicher Teil der lokalen Population zur Nahrungssuche nutzt
- Jagdgebiet
Areal, in dem Fledermäuse der Nahrungssuche nachgehen
- Flugkorridor
räumlich abgrenzbare Verbindung von Teillebensräumen (z.B. Quartier – Jagdgebiet oder Jagdgebiet 1 – Jagdgebiet 2)
- Durchzugskorridor
räumlich abgrenzbarer Bereich, in dem sich das Zugeschehen migrierender Arten konzentriert

Das Hauptproblem liegt darin, dass jeder einzelne Begriff für die 18 in Brandenburg vorkommenden Fledermausarten und für den jeweiligen Betrachtungsraum anzupassen wäre. In einigen Fällen wäre dies rein schematisch und mit hinreichender Genauigkeit möglich. So ließe sich für Arten mit kleinen Aktionsräumen ein Radius von wenigen Kilometern um die Wochenstubenquartiere einer Gesellschaft als Hauptnahrungsfläche ausweisen (z.B. Braunes Langohrs *Plecotus auritus*). Mit noch vertretbarer Prognosesicherheit könnte zudem für Arten, die sich häufig an Leitlinien (z.B. Hecken, Fließgewässer, Waldränder) orientieren, ein den Quartierwald und das Jagdgewässer verbindender Flugkorridor definiert werden (z.B. Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*)). Beide Artengruppen treten bundesweit aber kaum als Schlagopfer unter WKA auf (*P. auritus*: 7 Individuen; *M. daubentonii*: 8 Individuen; dies entspricht jeweils 0,2 % aller 3.910 dokumentierten Verluste an WKA; DÜRR in lit. 2021).

Hochmobile, nicht an Leitstrukturen gebundene, in großen Höhen jagende und zwischen weit auseinanderliegenden Jagdgebieten wechselnde Arten wie die Abendsegler und die Rauhaufledermaus lassen sich auf diese schematische Weise aber planerisch nicht „fassen“. Zugleich sind sie am stärksten von Anlagenanflügen betroffen. Die tatsächlichen Wechselbeziehungen könnten gebietsbezogen nur über personal-, zeit- und damit kostenintensive

Telemetrieuntersuchungen beleuchtet werden. Dies ist allerdings nicht vorgesehen (MUGV 2011). Aber selbst derart aufwendige Erhebungen lieferten keine wirklich verlässlichen Aussagen, weil die Tiere in Abhängigkeit von Witterung, Landnutzungsänderungen und Untersuchungszeitpunkt ggf. schon im Folgejahr völlig andere Nahrungsgebiete anfliegen. Unabhängig davon gibt es jedoch tatsächlich „Hauptjagdgebiete“, die wegen ihres Insektenreichtums alljährlich genutzt werden (z.B. eutrophe Flachgewässer, Trockenrasen, Offenlandschaften mit einem reichen Mosaik von Biotoptypen). Solche Flächen können und müssen auf Ebene der Regionalplanung ausgeschieden und von WKA freigehalten werden.

Die Frage der Durchzugskorridore wird seit geraumer Zeit diskutiert. Hierbei wird zumindest für den süddeutschen Raum regelmäßig die Bedeutung von Flusstälern und Auwäldern herausgestellt (z.B. FUHRMANN et al. 2002). Demgegenüber ist für das nordostdeutsche Tiefland von einem Breitfrontenzug auszugehen. So verlassen uckermärkische Abendsegler die Wochenstubegebiete in einem Sektor von etwa 130 °, und jegliche Hinweise auf die Nutzung von „Korridoren“ fehlen (HEISE & BLOHM 2004). Mittlerweile werden diese Befunde durch die Ergebnisse überregionaler Forschungsvorhaben gestützt (MESCHÉDE et al. 2017).

Werden im Rahmen der Regionalplanung also Begriffe wie „Hauptjagdgebiet“ oder „Flugkorridor“ verwendet, müssen diese vorab artspezifisch auf Grundlage fachlich nachvollziehbarer Kriterien definiert werden. Auf die Kategorie „Durchzugskorridor“ sollte gänzlich verzichtet werden, weil derartige Konzentrationsräume zumindest aus Brandenburg nicht bekannt sind und vermutlich auch nicht existieren.

Zielführender als Diskussionen über Begriffe und das Untersuchungsdesign, über Güte und Anwendbarkeit von Modellen und Korrekturfaktoren sowie die Qualität und Vergleichbarkeit verschiedener Erfassungssysteme (z.B. BRINKMANN et al. 2011, BEHR et al. 2015, BEHR et al. 2018) ist die planerische Festsetzung weniger, jedoch entscheidender Schlüsselfaktoren:

- genereller Verzicht auf Anlagenstandorte im Wald
- weitgehende Beschränkung der Anlagenstandorte auf ausgeräumte, strukturarme Agrarflächen
- Offenhalten ausreichend breiter Verbindungskorridore zwischen Waldgebieten mit Vorkommen schlaggefährdeter Arten und Hauptjagdgebieten sowie zwischen diesen Hauptjagdgebieten
- obligatorische Festlegung von Abschaltalgorithmen in Abhängigkeit von der aktuell gemessenen Fledermausaktivität im Umfeld der Anlagen
- verbindliche Vorgabe populationswirksamer Kompensationsmaßnahmen bei jeglichen Zulassungen

Bei Berücksichtigung o.g. Punkte könnten Schlagverluste erheblich vermindert und Zulassungsverfahren gestrafft werden.

Untersuchungen vor Errichtung von WKA und während des Anlagenbetriebs sind auch weiterhin erforderlich, um besonders sensible Standorte zu identifizieren. Problematisch erscheint aber, dass heute obligatorisch aufwendige Erfassungen laufen, ohne dass wenigstens unter den Fachgutachtern Einigkeit über den notwendigen Umfang der Erhebungen sowie die Darstellung und die Bewertung der Ergebnisse besteht (z.B. KIEFER et al. 2017). In der Sache wenig hilfreiche, oft abschließend erst von Verwaltungsgerichten zu klärende Auseinandersetzungen zwischen

Zulassungsbehörden, Anlagenbetreibern und Naturschutzverbänden verzögern Verfahren oft über Jahre (z.B. BVerwG, 7. Januar 2020, Az: 4 B 20/19).

Dem Schutz schlaggefährdeter Fledermausarten wäre eher gedient, wenn mehr Energie in die Planung und Umsetzung wirksamer Kompensationsmaßnahmen investiert würde, statt aufwendige, im Ergebnis aber oft unbefriedigende Untersuchungen durchzuführen. Dies könnte bereits auf Ebene der Regionalplanung beginnen, und obligatorisch sollten in jedem Zulassungsbescheid populationsstützende Maßnahmen beauftragt werden. Hierfür käme in erster Linie die Sicherung quartierreicher Altholzbestände in Frage. Wird dies durch die fachgerechte Einrichtung und langfristige Unterhaltung geeigneter Kastenreviere flankiert (vgl. Kap. 5.2), können die Bestände der besonders schlaggefährdeten *Nyctalus*- und *Pipistrellus*-Arten wirksam gestützt, vermutlich sogar vergrößert werden. So wuchsen allein in den etwa 400 Fledermauskästen des Prenzlauer Stadtwalds zwischen 2002 und 2019 gut 40.000 Abendsegler auf (BLOHM unpubl.). Ein wichtiger Baustein ist zudem der Erhalt und die Optimierung von WKA unbeeinflusster wichtiger Nahrungshabitate.

5.2 Einsatz von Fledermauskästen als bestandsstützende Maßnahme

Quartiere sind für Fledermäuse von essenzieller Bedeutung. Während tropische Vertreter häufig frei in der Vegetation, oft im Kronendach großer Bäume hängen (NEUWEILER 2000), benötigen mitteleuropäische Arten „solide“ Quartiere, die ihnen Schutz vor der Witterung und Feinden bieten. Im Unterschied zu anderen Artengruppen sind Fledermäuse nicht in der Lage, selbst Quartiere zu bauen, sondern nutzen vorhandene Quartiertypen verschiedenster Ausprägung (EISENTRAUT 1937).

Die einzelnen Arten sind unterschiedlich gut daran angepasst, Quartiere zu finden. Neben „Pionieren“ – in Nordostbrandenburg insbesondere Braune Langohren (*Plecotus auritus*) und *Pipistrellus*-Arten – gibt es Arten wie den Abendsegler, die meist länger für das Auffinden neuer Quartiere benötigen oder ursprünglich von konkurrenzschwächeren Arten besetzte Höhlen übernehmen (BLOHM & HEISE unpubl.).

Das Explorationsverhalten konzentriert sich auf die Zeit nach Auflösung der Wochenstuben in den Monaten Juli und August. HEISE (1985b) bezeichnete diesen Zeitraum treffend als „Phase der aktiven Quartiersuche“. Aus populationsökologischer Sicht ist der Spätsommer für die Quartiererkundung besonders günstig, da die Fledermäuse wegen der guten Nahrungsverfügbarkeit nur wenig Zeit für die Jagd benötigen, die Witterungsbedingungen und länger werdende Nächte lange Aktivitätszeiten ermöglichen und Weibchen keine Jungen mehr zu versorgen haben. Wie in Kap. 4.1 und 4.3 gezeigt, gibt es zumindest beim Abendsegler nur ein enges Zeitfenster, in dem sowohl flügge Jungtiere als auch ihre Mütter im Wochenstubenwald unterwegs sind, die Alttiere dem Nachwuchs also tradierte Quartiere „zeigen“ können.

Das oben Gesagte gilt für Sommerquartiere, lässt sich aber grundsätzlich auch auf die Erkundung von Winterquartieren übertragen. So ist bekannt, dass verschiedene *Myotis*-Arten zeitlich versetzte Schwärmphasen an den Winterquartieren zeigen (z.B. REUSCH 2018). Beim Abendsegler verläuft dieser Prozess auf Grund der oft großen räumlichen Entfernung zwischen Sommer- und Winterquartieren und der Vielzahl der Paarungs- und Zwischenquartiere zwischen Abzug aus den Sommerlebensräumen im Juli und Bezug der Winterquartiere im November/Dezember sehr komplex und ist noch nicht abschließend verstanden (v. HELVERSEN 1989, BONTADINA et al. 2017).

Charakteristisch für die Monate Juli und August sind bei verschiedenen Arten nicht nur auffällige Einflüge in Gebäude (z.B. NUSOVA et al. 2019), sondern auch die – meist nur kurzfristige – Besiedlung suboptimaler Quartiere, beim Abendsegler zum Beispiel kleiner Specht- und Faulhöhlen oder Spalten (BLOHM unpubl.). Es dürfte für die Tiere von Vorteil sein, sich eine möglichst vollständige Kenntnis des gesamten Quartierbestandes anzueignen, auch wenn später fast ausschließlich „gute“ Quartiere zur Jungenaufzucht ausgewählt und langfristig besiedelt werden.

An dieser Stelle soll der von verschiedenen Autoren als Schutzmaßnahme diskreditierte Einsatz von Fledermauskästen (z.B. BOYE & DIETZ 2005, BRINKMANN et al. 2012) nicht erneut diskutiert werden. Dies ist bereits an anderer Stelle geschehen (BLOHM et al. 2001, HÜBNER 2002, HEISE & BLOHM 2012). Zusammenfassend ist lediglich festzuhalten, dass selbstverständlich ganz gezielt geeignete Quartierbäume, Altholzparzellen und ungenutzte Waldflächen erhalten und entwickelt werden müssen. Diese bieten nicht nur Fledermäusen, sondern zahlreichen anderen waldbewohnenden Organismengruppen essenziellen Lebensraum. Es kann und darf nicht Ziel des Fledermausschutzes sein, den Verlust von Baumquartieren durch das Anbringen von Fledermauskästen zu legitimieren. Allerdings sollte dieser Grundsatz nicht dazu führen, Fledermauskästen, ein nachweislich wirksames Schutzinstrument, grundsätzlich abzulehnen. Allein im zu 37 % bewaldeten Land Brandenburg (ca. 1,1 Millionen Hektar Waldfläche) sind 68 % der Wälder jünger als 80 und immerhin noch 56 % jünger als 60 Jahre (MLUL 2015). Selbst bei kompletter Nutzungsaufgabe würden auf dem überwiegenden Teil der Waldfläche erst in Jahrzehnten in nennenswertem Umfang geeignete Baumhöhlen entstehen. Es besteht somit ein riesiges Potential, kurzfristig die Quartiersituation für viele Fledermausarten durch das Angebot geeigneter Fledermauskästen zu verbessern.

Im Zentrum wirksamer Schutzkonzepte sollten stets optimale, auf die Bedürfnisse der Zielarten zugeschnittene, von Wochenstubengesellschaften nutzbare, langlebige und wartungsarme Quartiere stehen. Im Ergebnis langjähriger Feldstudien identifizierten HEISE & BLOHM (1998) für den Abendsegler folgende Schlüsselparameter:

- ausreichendes Kastenvolumen von 3.750 bis 5.000 cm³
- 18 mm breiter Einflugspalt, 50 mm langer Bereich in der Mitte auf 25 mm erweitert
- Anbringungshöhe nicht unter 4 Meter
- keine störenden Gehölze in Abflug-/Anflugrichtung

In den Folgejahren wurden die Abendseglerkästen hinsichtlich Akzeptanz (waagerechte Rillung aller Innenwände und des Anflugbretts), Langlebigkeit (Aufhängung über 180 x 40 mm Flachverbinder) und Wartungsfreundlichkeit (herausnehmbare, kotableitende Leiste) weiter optimiert. Bei Bedarf können die Tiere nunmehr schonend und schnell aus diesen Kästen entnommen werden – eine Grundvoraussetzung für systematische populationsökologische Studien.

Die Spezifikationen für einen derartigen Holzkasten sind in Tab. 14 und Abb. 38 zusammengefasst. Während bei Breite und Höhe geringfügige Abweichungen möglich sind, müssen Kastentiefe, Höhe des Anflugbretts und Dimensionierung des Einflugspalts exakt eingehalten werden.

Tabelle 14 Anforderungen Abendsegler-Wochenstubenkasten (Selbstbau).

Kriterium	Anforderung
Material	20 – 25 mm starkes Nadelholz
Aufrauen des Anflugbretts und aller Innenflächen	waagerechte Rillen von 1-2 mm Tiefe und Breite im Abstand von etwa 10 – 15 mm
Aufhängung	verzinkter, in Dach und Rückwand verschraubter Flachverbinder 180 x 40 mm
Schutz	Ummantelung des kompletten Kastens (mit Ausnahme des Anflugbretts) mit Dachpappe (V13) oder Schweißbahn; zusätzlicher Schutz des Daches durch überstehende Blechhaube

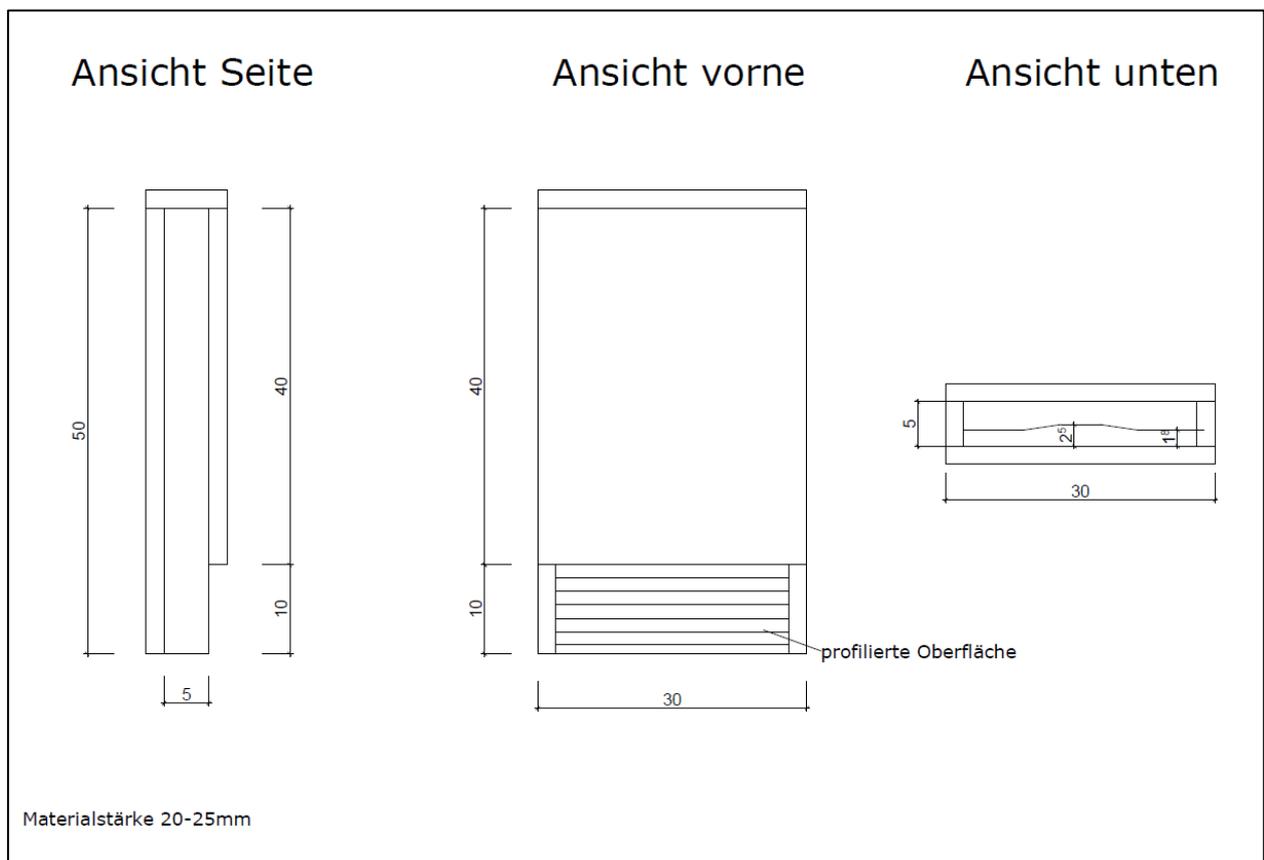


Abbildung 38 Wochenstubenkasten für Abendsegler aus Holz (Skizze: Diplomingenieur Jens Putz; Maßangaben in cm).

Der oben dargestellte Kastentyp hat sich als Wochenstubenkasten hervorragend bewährt. Er kann ohne großen Aufwand und den Einsatz von Spezialwerkzeugen zu geringen Materialkosten nachgebaut werden. Derartige Kästen hängen seit einigen Jahrzehnten und werden alljährlich besiedelt. Aus den ältesten, in den 1970er und 1980er Jahren angebrachten Kästen sind über die Jahre mehr als 700 Jungtiere ausgeflogen.

Eine Schwäche des Kastens ist seine „Verwundbarkeit“ gegenüber Aktivitäten des Buntspechts, der, besonders in Kieferwäldern, bevorzugt die Einflugleiste, teilweise aber auch andere Stellen des Kastens aufschlägt. Selbst wenn sich der Schaden auf eine kleine Erweiterung der Leiste beschränkt, wird das Quartier nur noch ungern von Abendseglern angenommen.

Eine weitere „Gefahr“ beim Holzkasten besteht darin, dass Selbstbauer ohne eigene Erfahrungen dazu neigen, von der Bauskizze in Abb. 38 und den Angaben in Tab. 14 abzuweichen. Je nach Art der Abweichung entstehen dann nur eingeschränkt nutzbare oder völlig unbrauchbare Kästen (BLOHM unpubl.).

In Zusammenarbeit mit einem professionellen Hersteller von Nist- und Fledermauskästen wurde vom Verfasser zudem ein dem bewährten Wochenstubenkasten aus Holz nachempfunder Holzbetonkasten mit einer Auskleidung aus krallenschonenden „Heraklithplatten“ entwickelt (Modell FSK-TB-AS; Abb. 39). Er hat sich mittlerweile in der Praxis bewährt. Damit steht auch für naturschutzrechtliche Kompensationsmaßnahmen ein über den Fachhandel vertriebenes, langlebiges und uneingeschränkt empfehlenswertes Produkt zur Verfügung.



Abbildung 39 Wochenstubenkasten für Abendsegler FSK-TB-AS aus Holzbeton (Foto: Hasselfeldt Nistkästen).

5.3 Bestandserfassung / Monitoring

Für verschiedene Artengruppen gibt es seit geraumer Zeit Empfehlungen zur Ermittlung von Bestandsgrößen und -dichten. So liefern standardisierte Kartierungen von Singvögeln derart akkurate Ergebnisse, dass die Methodik im Laufe der Zeit nur unwesentliche Anpassungen erfuhr (z.B. GNIELKA 1990, SÜDBECK et al. 2005). Die recht gleichmäßige Verteilung vieler Singvögel in geeigneten Habitaten ermöglicht bei ausreichender Stichprobengröße realitätsnahe Modellierungen von Bestandsgrößen für Regionen (z.B. NEHLS et al. 2018), Bundesländer (z.B. EICHSTÄDT et al. 2006), Staaten (z.B. GEDEON et al. 2006) und sogar Kontinente (z.B. HAGEMEIJER & BLAIR 1997).

Gegenüber vielen Singvögeln sind zahlreiche Fledermausarten, in besonderem Maße auch der Abendsegler, zeitlich und räumlich sowie nach Geschlecht und Alter ungleichmäßig verteilt (vgl. u.a. Modellierung in MESCHEDE et al. 2017).

Wiederholt wurde versucht, Abendseglerbestände und -dichten zu ermitteln. So berechnete SCHMIDT (1988), ausgehend von Höhlenwechseln und einem allerdings nach heutigen Erkenntnissen (z.B. BLOHM 2003) als deutlich zu gering angesetzten „Jagdflugradius“ von nur zwei Kilometern, Siedlungsdichten von 0,4 bis 3,8 Tieren je km² (ohne adulte Männchen). KRONWITTER (1988) nennt als Ergebnis einer Telemetriestudie an einer im Sommer ausschließlich aus adulten Männchen bestehenden bayerischen Teilpopulation eine Dichte von 3,3 Individuen/km². Aus Ungarn berichtet BIHARI (2004) von Siedlungsdichten bis zu 2.400 Individuen/km². Bezugsgröße war hier jedoch ein lediglich einen Quadratkilometer großer Siedlungsbereich mit zahlreichen Gebäude- und Baumquartieren.

Die umfangreiche Zusammenstellung in KORNER & NAGY (2018) verdeutlicht, dass Dichte- und Bestandsangaben bei Fledermäusen allein durch die Wahl der räumlichen Bezugsgröße um Größenordnungen differieren. Hinzu kommt, dass in verschiedenen Publikationen keine oder nur ungenaue Berechnungsgrundlagen angegeben werden.

Beispielhaft sind in Tab. 15 die Daten der Carmzower Gesellschaft für das Jahr 2019 angegeben (vgl. auch Kap. 4.3): 1. für den unmittelbaren Quartierbereich, 2. für den Waldteil, in dem sich bekannte Quartiere befinden, 3. für den gesamten Wochenstubenwald und 4. für Jagdflächen der Gesellschaft im Umland des Waldes.

Tabelle 15 Abendseglerdichten der Gesellschaft Carmzower Wald für das Jahr 2019 (Mindestsommerbestand 605 Ex.).

Bezugsgröße	Spezifikation	Dichte (Individuen je km ²)
unmittelbarer Quartierbereich	31 Quartiere a 1 m ²	19.516.129
Waldbereich mit Quartieren	10 ha	6.050
Wochenstubenwald	45 ha	1.344
Wochenstubenwald und Umland	61.575 ha (14 km Radius)	0,98

Während die beiden ersten Kategorien grundsätzlich recht verlässlich und die dritte mit Einschränkungen einer bestimmten Fortpflanzungsgemeinschaft zugeschrieben werden können, werden ergebnisreiche Jagdgebiete von Angehörigen mehrerer Wochenstubengesellschaften genutzt (BLOHM

2003). Dichteberechnungen sind deshalb nur sinnvoll, wenn in einem größeren Landschaftsausschnitt alle Wochenstubengesellschaften bekannt sind und ihre Größe zumindest geschätzt werden kann.

So ist für den waldarmen, gut untersuchten 1.112 km² großen Altkreis Prenzlau (Gebiet nach der Kreisgebietsreform mit den Ämtern/Gemeinden Prenzlau, Nordwestuckermark, Uckerland, Brüssow und Gramzow) ein Mindestbestand von 4.150 adulten Weibchen belegt (BLOHM & HEISE unpubl.). Daraus ergibt sich eine rechnerische Dichte von 3,7 adulten Weibchen pro km². Zählt man pro Weibchen 1,5 Jungtiere (n=6.225) und – vorsichtig geschätzt – 200 adulte Männchen hinzu, ergibt sich nach dem Flüggewerden der Jungtiere Mitte Juli eine Abendseglerdichte von 9,5 Ind./km² (10.575 Tiere auf 1.112 km²). Allerdings sind auch dies nur rechnerische Werte, da Regionen mit hohen Beständen (Gemeinde Nordwestuckermark und Amt Gramzow) dünner besiedelte Gebiete gegenüberstehen (Gemeinde Uckerland) und Grenzeffekte nicht betrachtet werden.

Die Dichteberechnungen für die Uckermark basieren auf Quartierzählungen, überwiegend Kästenkontrollen, und sind als Mindestwerte anzusehen. Demgegenüber konnten Erfassungen jagender Abendsegler keine belastbaren Daten für die Abschätzung von Populationsgrößen liefern (EICHSTÄDT 1995, BLOHM 2003, ROELEKE et al. 2016, ROELEKE et al. 2020). Dies liegt insbesondere an der opportunistischen Form des Nahrungserwerbs mit jahreszeitlich, oft sogar täglich wechselnden Jagdgebieten und der gleichzeitigen Nutzung bestimmter Gebiete durch Angehörige verschiedener Gesellschaften. Bei genauer Betrachtung sind Befunde anderer Autoren ähnlich einzuordnen (KRONWITTER 1988, SCHWARZ 1988). Folgerichtig schätzen auch DIETZ et al. (2016b) ein, dass selbst bei genauer Erfassung der in einem Gebiet jagenden Fledermäuse nicht auf die Populationsdichte oder -größe im betreffenden Raum geschlossen werden kann. Überlegungen wie die von POLAKOWSKI et al. (2014), die, ausgehend von zwei Zählungen an einem Stausee in Ostpolen im Juli 2012, Abendseglerdichten berechnen, sind deshalb zurückzuweisen.

Systematische Zählungen an Konzentrationspunkten des Durchzuges – insbesondere an großen, nahrungsreichen und gut zu überschauenden Gewässern – können durchaus Indizien zu Bestandsfluktuationen, zur Phänologie und – mit Einschränkungen – sogar zu Zuggeschwindigkeiten liefern (WEID 2002, MEINEKE 2014). Allerdings hängen die Ergebnisse stark von der Beobachtungsintensität und -qualität ab und sind in erheblichem Maße zufallsbehaftet. Absehbar kann deshalb auch das seit 2019 laufende „Abendseglerzählprojekt“ des BUNDESVERBANDES FÜR FLEDERMAUSKUNDE (2020) kaum belastbare Zahlen liefern.

DIETZ et al. (2016a) wagen auf Grundlage eines Verbreitungsmodells und nach Auswertung von Literaturangaben und Expertenbefragungen zu Bestandsdichten des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*), der ebenfalls vergleichsweise gut untersuchten Schwesternart, eine exemplarische Hochrechnung für den gesamtdeutschen Bestand. Die enorme Spannweite von minimal 8.934 bis maximal 185.030 Individuen – mithin eine Abweichung um den Faktor 20 – kann nicht befriedigen. Die Autoren verweisen darauf, dass gegenwärtig bei vielen Arten nicht einmal die genaue Verbreitung der Wochenstubengebiete bekannt ist, allenfalls wenige, ggf. fehlerbehaftete Dichteangaben für kleine Untersuchungsräume vorliegen und die in den wenigen Langzeitstudien ermittelten Populationsparameter (z.B. SCHMIDT (1994a und 1994b) für die Rauhaufledermaus, HEISE & BLOHM (2003) für den Abendsegler, SCHORCHT et al. (2009) für den Kleinen Abendsegler) möglicherweise nicht repräsentativ für Gesamtdeutschland sind. Als eine Alternative schlagen Sie in Anlehnung an ROCHE et al. (2011), ROCHE et al. (2012) und MARQUES et al. (2013) eine

akustische Datenerhebung für gut zu bestimmende Fledermausarten – u.a. den Abendsegler – und auf diesen Daten basierende Trendanalysen vor.

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) hat die Vorgaben für das FFH-Monitoring einheimischer Fledermausarten in den vergangenen Jahren wiederholt angepasst (SCHNITTER et al. 2006, SACHTELEBEN & BEHRENS 2010, PAN & ILÖK 2010, BFN & BLAK 2017). Im Falle des Abendseglers blieb es als Standardmethode zur Ermittlung der Populationsgröße bei der – ohne weitere Vorgaben (z.B. entsprechend Tab. 16) unbrauchbaren – einmaligen Ausflugszählung adulter Weibchen am Quartier vor dem Flüggerwerden der Jungtiere. Im aktuellen Bewertungsschema werden zwar ergänzend Kastenkontrollen benannt, allerdings ohne spezifische methodische Vorgaben. Deren Ergebnisse können daher ebenso fehlerhaft sein wie die einmaligen Ausflugszählungen an Baumhöhlen, andererseits aber durchaus auch eine hohe Genauigkeit aufweisen. Leider verlieren selbst realitätsnahe Erfassungen für einzelne Gesellschaften (Kap. 4.3) ihren Wert, wenn alle bundesweit ermittelten Zahlen – unabhängig von ihrer Qualität – vom BfN gesammelt, aggregiert und dann auf dieser Grundlage Bestandstrends und -größen für die atlantische und die kontinentale biogeografische Region berechnet werden. Für die alpine Region beschränkt man sich gar vollständig auf „Expertenschätzungen auf Landesebene“ (BFN & BLAK 2017). Selbst wenn die Zusammenführung der Daten und ihre statistische Auswertung methodisch einwandfrei erfolgen, müssen die Ergebnisse auf Grund der unzulänglichen Ausgangsdaten unbefriedigend bleiben. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass einige grobe fachliche Fehler der ersten „Leitfäden“ (SCHNITTER et al. 2006, PAN & ILÖK 2010) hinsichtlich populationsökologischer Kenngrößen (HEISE 2012) mittlerweile zwar gestrichen wurden, die aktuelle Version den für verschiedene Arten durchaus guten Wissensstand aber noch immer nicht wiedergibt.

THIENEMANN, Pionier der Vogelzugforschung, konstatierte 1931: „Die lokale Beobachtung genügt nicht. Auf lokalen Beobachtungen allein kann man keine großen Schlüsse aufbauen, weil man sich immer in bangen Zweifeln nach dem fragen muß, was man nicht gesehen hat, was aber unbedingt vor sich gegangen ist.“ Im gleichen Zusammenhang verweist er auf die Notwendigkeit, für Freilanduntersuchungen geschultes Personal und standardisierte Erfassungsmethoden einzusetzen, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten (THIENEMANN 1931). Wenngleich seitdem bald ein Jahrhundert vergangen ist, gelten diese Grundaussagen für freilandbasierte Forschungen unverändert.

DIETZ et al. (2016a) und KORNER & NAGY (2018) legten kürzlich umfangreiche Überlegungen zur Ermittlung von Populationsparametern einheimischer Fledermäuse vor. Der Abendsegler zählt demnach zu den am besten untersuchten Arten, wobei die Aussagen maßgeblich auf den Ergebnissen der uckermärkischen Langzeitstudien basieren. Nachvollziehbar argumentieren die Autoren, dass sich diese Erkenntnisse nicht ohne Weiteres auf Gesamtdeutschland übertragen lassen. Leider fordern sie nicht konsequent die Einführung dieses bewährten Studiendesigns in repräsentativer Zahl und in angemessener räumlicher Verteilung über das Bundesgebiet. Dies soll deshalb in den folgenden Abschnitten geschehen.

Am Beispiel des Carmzower Waldes wurde in den vorausgehenden Kapiteln dieser Arbeit gezeigt, wie eine effiziente Überwachung von Reproduktionsgesellschaften des Abendseglers erfolgen kann (Kap. 3, 4.1 und 4.3). Zwar ist die Carmzower Gesellschaft die am intensivsten untersuchte in der Uckermark, sie steht jedoch nur stellvertretend für weitere, in denen mit vergleichbarer Methodik Wochenstubengesellschaften „aufgebaut“ und die Entwicklung der Bestände

dokumentiert wurden (BLOHM & HEISE unpubl.). So reproduzieren im Prenzlauer Stadtforst alljährlich zwischen 1.600 und 1.800 Abendseglerweibchen allein in Fledermauskästen (BLOHM unpubl.).

Folglich ist es möglich, zwei Monitoringprogramme unterschiedlicher Erfassungstiefe zu entwickeln. Beim „Standardprogramm“ wird lediglich die Anzahl reproduzierender Weibchen ermittelt. Bereits damit ist den Anforderungen des FFH-Monitorings Rechnung getragen. Der Aufwand ist geringer, die Aussageschärfe hingegen höher als bei den gegenwärtigen Bestanderhebungen. Beim „Intensivprogramm“ werden ergänzend populationsökologische Parameter (insbesondere Reproduktionserfolg, Reproduktionsbeteiligung, Geschlechteranteil der Jungtiere, Mindestüberlebensraten, Altersstruktur) erhoben, die frühzeitig Veränderungen des Erhaltungsgrades der „Population“ erkennen lassen.

Beide Monitoringprogramme sollten zwingend den nachfolgenden Grundsätzen folgen, da selbst unbedeutend erscheinende Abweichungen dazu führen, dass die Kästen nicht oder nur eingeschränkt angenommen werden. Das auf Dauer angelegte Konzept wurde aufwands- und kostenoptimiert.

1. Anzahl und Verteilung der Wochenstubenwälder

Die Hauptreproduktionsgebiete des Abendseglers liegen im Osten und Norden Deutschlands, hauptsächlich in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und im östlichen Schleswig-Holstein. Regelmäßige Reproduktion ist zudem aus Berlin sowie aus Teilen Sachsen-Anhalts, Sachsens und Thüringens bekannt. In Bayern, Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen sind Wochenstuben sehr selten (Zusammenstellung in BOYE & DIETZ 2004). Entsprechend der Lage der bundesdeutschen Reproduktionszentren sollten die Kastenreviere wie folgt verteilt werden: Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg: je 20; Schleswig-Holstein: 10; Sachsen und Sachsen-Anhalt: je 5; Berlin und Thüringen: je 3; gesamt: 66.

In verschiedenen Bundesländern existieren bereits seit geraumer Zeit Reproduktionsvorkommen in Kastenrevieren, die entsprechend nachstehender Empfehlungen in ein langfristiges Monitoring eingebunden werden könnten.

2. Größe der Wochenstubenwälder

Für den Abendsegler sind Wälder in erster Linie „Quartiergeber“. Die Individuenzahl einer Wochenstubengesellschaft ist primär nicht von der Waldgröße, sondern von der Anzahl geeigneter Quartiere und der Kapazität der in erreichbarer Entfernung gelegenen Jagdgebiete abhängig. Folglich sollten kleine, leicht und schnell zu kontrollierende Waldgebiete mit einer Größe von nicht mehr als 50 ha ausgewählt werden.

3. Eigenschaften der Wochenstubenwälder

Abendsegler unterscheiden nicht zwischen natürlichen und künstlichen, sondern zwischen geeigneten und ungeeigneten Quartieren. In altholz- und höhlenreichen Wäldern entsteht daher ein zusätzlicher Aufwand für die (aufwendige) Erfassung der Baumhöhlenbewohner.

Die Monitoringflächen sollten deshalb in jungen, auch in den nächsten Jahrzehnten höhlenarmen Wäldern angelegt werden. Das Vorhandensein kleiner Quartiere (z.B. Buntspechthöhlen, Spaltenquartiere) ist für das Monitoring unerheblich, da diese beim Vorhandensein optimaler Großhöhlen kaum als Wochenstubenquartiere genutzt werden.

Schließlich sind der dauerhafte Erhalt der Kastenbäume und die langfristige privatrechtliche Gestattung der Untersuchungen ebenso sicherzustellen wie die Erreichbarkeit der

Kastenreviere mit dem Pkw. Sollte dies im Einzelfall fraglich sein, ist bevorzugt auf Waldflächen der öffentlichen Hand zurückzugreifen.

4. Zeitlicher Horizont

Monitoringflächen sollten bevorzugt in bereits vom Abendsegler bewohnten Wäldern eingerichtet werden. Die Art besiedelt neue Quartiere häufig erst nach einigen Jahren. Oft nutzt sie das „Explorationsverhalten“ anderer Arten, u.a. Brauner Langohren (*Plecotus auritus*), um Quartiere zu „finden“ und dann dauerhaft zu übernehmen. Es ist daher erforderlich, eine Vorlaufzeit von etwa fünf Jahren einzuplanen. Bei schnellerer Etablierung von Wochenstubengesellschaften in den Kästen reduziert sich diese „Vorlaufzeit“ entsprechend.

Unabhängig davon führt das Angebot zahlreicher geeigneter Wochenstubenquartiere erwiesenermaßen zu einem Bestandsanstieg bis zum Erreichen der örtlichen „Nahrungsgebietskapazität“. Hierfür ist ein Zeitraum von 12 bis 15 Jahren vorzusehen. Danach können Bestandsveränderungen grundsätzlich als „quartierunabhängig“ angesehen werden.

5. Kastentyp

Für ein standardisiertes und effizientes Monitoring wird ein als Wochenstubenquartier geeigneter, selbstreinigender, vom Boden aus zu kontrollierender, langlebiger, mikroklimatisch günstiger und „spechtbeständiger“ Kasten benötigt. Für das Intensivprogramm ist es darüber hinaus erforderlich, dass die Tiere schnell und schonend entnommen werden können. Diese Anforderungen erfüllt das Modell FSK-TB-AS aus Holzbeton (vgl. Kap. 5.2).

Um die Besiedlung der Fledermauskästen durch Meisen zu verhindern, ist am Kastenbaum, an der dem Fledermauskasten gegenüberliegenden Stammseite, ein specht- und weitgehend prädatorsicherer Meisenkasten aus Holzbeton anzubringen. (Meisen bevorzugen i.d.R. die Vogelkästen gegenüber den Fledermauskästen. Da sie ihr Revier verteidigen, entfällt die Vogelkonkurrenz in den Fledermauskästen).

6. Anzahl Kästen

Abgesehen von der Anzahl geeigneter Wochenstubenquartiere wird die Bestandsgröße maßgeblich von der Nahrungsverfügbarkeit im Umfeld der Wochenstubenwälder limitiert (Kap. 4.3). Unverhältnismäßig hohe Kastenzahlen bringen folglich keine Verbesserung der Datengenerierung, sondern steigern lediglich den Aufwand für Begründung, Kontrolle und Wartung der Kastenreviere. Ein Bestand von 25 Fledermauskästen und 25 als „Schutzkästen“ fungierenden Meisenkästen stellt einen guten Kompromiss zwischen ausreichender Datengenerierung und Aufwandsminimierung dar. Die Quartierkapazität liegt bei Besiedlung aller Fledermauskästen bei etwa 300 adulten Weibchen pro Revier.

7. Anbringung

Abendsegler sind schmalflügelige, schnellfliegende Fledermäuse mit eingeschränkter Manövrierfähigkeit. Sie bevorzugen daher gut anzufliegende Quartiere ohne störenden Unterwuchs in nicht zu geringer Höhe. Werden die Kästen in einer Höhe von vier bis fünf Metern an regelmäßig befahrenen, zugleich aber nicht übermäßig von Waldbesuchern frequentierten Wegen angebracht, sind alle vorgenannten Kriterien erfüllt. Überdies ist eine effiziente Anbringung, Kontrolle und Wartung langfristig gewährleistet.

8. Untersuchungsprogramm

Die Zählung adulter Weibchen in den Wochenstubengesellschaften reicht zur Ermittlung von Bestandsgrößen aus (Standardprogramm). Besiedelte Baumhöhlen sind einzubeziehen. Um Veränderungen populationsökologischer Parameter frühzeitig zu erkennen, sollten in 20 % der überwachten Gesellschaften (n=13) zusätzliche Daten erhoben werden (Intensivprogramm).

Die nachfolgenden zeitlichen Empfehlungen beziehen sich auf Nordostbrandenburg und einen mehr als vierzigjährigen Erprobungszeitraum. In Abhängigkeit vom Witterungsverlauf sind geringfügige jährliche Anpassungen erforderlich. Für andere Regionen ist zu prüfen, ob grundsätzliche zeitliche Verschiebungen notwendig sind.

a. Standardprogramm

- Zählung/Schätzung adulter Weibchen (Bodenkontrollen) am
 - 1. Juni,
 - 12. Juni und
 - 25. Juni
- Bestandsschätzung durch Mittelwert aus den drei o.g. Kontrollen

b. Intensivprogramm

- Weibchenzählung/-schätzung wie oben
- Komplettfang der Gesellschaft am 15. Juli
 - Beringung unmarkierter Tiere
 - Kontrolle der Ringträger
 - Ermittlung des Reproduktionsstatus der Weibchen
- Wiederholung des Erstfangs nach 7 bis 10 Tagen

Die Anforderungen werden in Tab. 16 zusammengefasst.

Das Konzept hat den Nachteil, dass uneingeschränkt aussagekräftige Daten im ungünstigsten Fall erst nach 15 bis 20 Jahren vorliegen. Ab diesem Zeitpunkt können sie aber dauerhaft, standardisiert und mit geringem Aufwand erhoben werden.

Methodisch bedingt kann ein auf Kastenkontrollen basierendes Monitoring keine Aussagen zum Quartierangebot in den untersuchten Wäldern liefern. Hierzu sind ergänzende Informationen, beispielsweise aus der Bundeswaldinventur oder aus Probeflächenerhebungen, auszuwerten.

Auch beim vorgeschlagenen Untersuchungsansatz bleiben absolute Bestandsgrößen für größere räumliche Einheiten unbekannt. Im Unterschied zu den heutigen äußerst ungenauen Erfassungen gibt es jedoch beständig zuverlässige Daten aus zahlreichen, hinsichtlich der „Ressource Quartier“ nicht limitierten Fortpflanzungsgemeinschaften. Diese Daten lassen frühzeitig erkennen, wenn sich Änderungen auf Grund der ansonsten kaum zu quantifizierenden Faktoren Nahrungsverfügbarkeit, Mortalität und Natalität ergeben.

Nicht übersehen werden darf, dass die Arbeiten fast ausnahmslos tagsüber erfolgen können und – abgesehen von der Anbringung der Kästen und vom ergänzenden Intensivprogramm – für die Feldarbeiten lediglich ein Bearbeiter erforderlich ist. Dies ist mit erheblichen Vorteilen hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs und des Arbeitsschutzes verbunden (vgl. WILHELM & MÜNCH 1996).

Tabelle 16 Anforderungen an ein Monitoring auf Basis von Kastenkontrollen (Standardprogramm / Intensivprogramm).

Nr.	Kriterium	Anforderung
1.	Anzahl und Verteilung der Wochenstubenwälder	66 Kastenreviere in 7 Bundesländern
2.	Größe der Wochenstubenwälder	max. 50 ha
3.	Eigenschaften der Wochenstubenwälder	<ul style="list-style-type: none"> • jung • höhlenarm • gute Erreichbarkeit • langfristige Zugänglichkeit und Erhalt der Kastenbäume
4.	zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlaufzeit ca. 5 Jahre • uneingeschränkt nutzbare Daten 12 bis 15 Jahre nach Besiedlungsbeginn
5.	Kastentyp	<ul style="list-style-type: none"> • Fledermauskasten FSK-TB-AS aus Holzbeton • specht- und weitgehend prädatorensichere Meisenkästen aus Holzbeton
6.	Anzahl Kästen pro Monitoringfläche	<ul style="list-style-type: none"> • 25 Fledermauskästen • 25 Meisenkästen
7.	Anbringung	<ul style="list-style-type: none"> • entlang regelmäßig befahrener, von Waldbesuchern wenig frequentierter Waldwege • Anbringungshöhe 4-5 m • freier Anflug
8.	Untersuchungsprogramme a. Standardprogramm (66 Reviere) b. Intensivprogramm (13 Reviere)	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung der Anzahl adulter Weibchen durch drei Junizählungen/-schätzungen • Weibchenzählungen/-schätzungen analog Standardprogramm • Erfassung reproduktionsbiologischer Parameter bei zwei Julifängen

Schließlich verbessert der vorgeschlagene Monitoringansatz – im Unterschied zu allen heute angewandten und diskutierten Erfassungsmethoden – massiv und dauerhaft das Quartierangebot innerhalb des Reproduktionsareals. Nach vorsichtigen Schätzungen dürften alljährlich mehr als 15.000 Jungtiere in den Kastenrevieren des Monitoringnetzes flügge werden.

Für Einrichtung, Wartung und Datenerhebung (Feldarbeit) kann pro Kastenrevier mit folgendem Zeitaufwand kalkuliert werden (Tab. 17, ohne Anreisezeiten):

Tabelle 17 Aufwand für Begründung, Wartung und Kontrolle eines Kastenreviers (25 Fledermaus- und 25 Meisenkästen); ¹: einmal 2 Personen a 4 h; ²: 2 Personen a 8 h je Kontrolle.

Position	Turnus	Summe Arbeitsaufwand (h)
Anbringung	einmalig	8 ¹
Wartung / Säuberung	1x jährlich	2
Kontrollen Standardprogramm	3x jährlich	3
Kontrollen Intensivprogramm	2x jährlich	32 ²

Beim Standardprogramm beschränkt sich der Aufwand somit auf (einmalig) acht Arbeitsstunden zur Anbringung der Kästen und jährlich fünf Stunden für Wartung und Datenerhebung. Beim Intensivprogramm kommen jährlich 32 Stunden Feldarbeit hinzu.

Gemäß aktueller Preisliste belaufen sich die Anschaffungskosten für die Kästen eines Reviers auf 2.125 € (25 Fledermauskästen: 1.500 €, 25 Meisenkästen: 625 €).

Für das gesamte Monitoring (66x Standard-, zusätzlich 13x Intensivprogramm) sind somit anzusetzen:

einmalig

- Erwerb Kästen: 140.250 €
- Anbringung: 528 Stunden

jährlich

- Wartung und Säuberung (jährlich): 132 Stunden
 - Datenerhebung Standardprogramm (jährlich): 198 Stunden
 - Datenerhebung Intensivprogramm (jährlich): 416 Stunden
- 746 Stunden

6. Synopse

Die Uckermark liegt inmitten des nordostdeutschen Reproduktionszentrums des Abendseglers, das sich auf Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Teile der angrenzenden Bundesländer konzentriert. Dies bot günstige Voraussetzungen für systematische Untersuchungen zur Reproduktionsökologie der Art, die seit Beginn der 1970er Jahre ununterbrochen laufen.

In der Intensität und über den langen Zeitraum wurden die Forschungen erst durch die Entwicklung und den Einsatz als Wochenstubenquartier geeigneter und gut angenommener Fledermauskästen möglich (Kap. 5.2), die einen störungsarmen Zugriff auf die Tiere und damit ein standardisiertes Untersuchungsprogramm ermöglichten. Die aus den Monitoring-Verpflichtungen der FFH-Richtlinie resultierenden bundesweiten Bestandserfassungen sind nach wie vor mit fachlichen und organisatorischen Problemen verbunden. Die Interpretation der heterogenen Daten aus den einzelnen Bundesländern berücksichtigt das vorliegende Wissen über die Reproduktionsbiologie der Art gegenwärtig nur unzureichend. Daher wird in Kap. 5.3 ein alternatives Konzept für ein langfristiges Bestandsmonitoring vorgestellt und sowohl hinsichtlich der anfallenden Kosten als auch der notwendigen Arbeitszeit kalkuliert. Es basiert auf der Einrichtung von 66 über sieben Bundesländer verteilten Kastenrevieren. Mittelfristig kann dieser Monitoring-Ansatz mit moderatem Aufwand Daten zur Bestandsentwicklung in den untersuchten Wochenstubengesellschaften liefern (3 Zählungen pro Jahr = Standardprogramm). Das vorgeschlagene Intensivprogramm (zusätzlich zum Standardprogramm Ermittlung reproduktionsbiologischer Parameter in 20 % der Kastenreviere; n=13) liefert ergänzende Informationen zu Natalität und Mortalität und erleichtert sowohl die Interpretation der im Standardprogramm ermittelten Daten als auch deren Übertragbarkeit auf die landesweite Bestandsentwicklung.

Unabhängig von diesem Forschungs- und Monitoring-Ansatz leisten die in vielen Waldgebieten des Altkreises Prenzlau ausgebrachten Kästen einen bedeutenden populationsstützenden Beitrag. So wurden allein in den etwa 400 Kästen des Prenzlauer Stadtwaldes zwischen 2002 und 2019 gut 40.000 Abendsegler flügel (Kap. 5.1). Allein dies entspricht dem Vielfachen aller bislang dokumentierten Schlagopfer unter Windkraftanlagen in ganz Deutschland (n=1.252; allerdings ohne Berücksichtigung einer unbekannteren Dunkelziffer!). Kap. 5.1 und 5.2 befassen sich damit, wie die Verluste an Windkraftanlagen durch Anpassung der aktuellen Zulassungsregularien vermindert und unvermeidbare Schädigungen durch wirksame populationsstützende Maßnahmen zumindest in Teilen kompensiert werden können.

Abendseglerweibchen zeigen einen hohen Grad an Philopatry. Während sie nicht nur regelmäßig in ihren Geburtswald, sondern sogar in ihr Geburtsquartier und dessen nähere Umgebung zurückkehren, siedelten sich Männchen in der Vergangenheit bevorzugt entlang der Zugwege und in den Überwinterungsregionen an. Seit Mitte der 1990er Jahre kehren aber zunehmend auch Männchen an ihre Geburtsorte zurück oder verlassen diese auch im Winter nicht. Sie begründen hier auch Paarungsgruppen (Kap. 4.1 und 4.3.2.4). Vermutlich steht diese Entwicklung im Zusammenhang mit der Folge ungewöhnlich warmer Winter im Untersuchungsgebiet seit den 1990er Jahren (Kap.4.1.3.1).

Der Männchenanteil am Alttierbestand stieg im Untersuchungsgebiet von null bis auf aktuell etwa fünfzehn Prozent (Kap. 4.3.3.4), und etwa acht Prozent der Männchen werden in Folgejahren wieder an ihrem Geburtsort kontrolliert (Kap. 4.1.2.1). Sie beteiligen sich jährlich zu

unterschiedlichen Anteilen an den Paarungen (zwischen acht und 100 %). Die Maximalzahl von 16 adulten Männchen, die im Carmzower Wald Paarungsgruppen gründeten oder Paarungsquartiere besetzten, wurde im Jahr 2012 beobachtet. Gründe für die starken jährlichen Schwankungen sind nicht erkennbar (Kap. 4.3.3.4).

Die Ansiedlung der Männchen in den Wochenstubenwäldern führte während des Untersuchungszeitraums nicht zu einem Rückgang der Weibchenzahlen (Kap. 4.3.2.1). Es ist zu vermuten, dass hierfür neben einem ausreichenden Quartierangebot das für die hochmobile Art (noch) ausreichende Nahrungsangebot im Umfeld der untersuchten Wochenstubenwälder verantwortlich war (Kap. 4.3.3.1).

Unter diesen Voraussetzungen konnten sich auch in waldarmen, intensiv ackerbaulich genutzten Regionen kopfstärke Fortpflanzungsgesellschaften aufbauen. So wuchs die Carmzower Gesellschaft durch die massive Erhöhung des Quartierangebots von anfangs etwa 20 adulten Weibchen zu Beginn der 1970er Jahre auf maximal 289 adulte Weibchen im Jahre 2008 (Gesamtbestand 775 Tiere, Kap. 4.3.2.1).

Abendsegler legen regelmäßig Entfernungen von zehn und mehr Kilometern zwischen Quartieren und Jagdgebieten zurück (Kap. 4.2.3.3.). Somit ist anzunehmen, dass die opportunistisch jagende Art weniger stark durch den großflächigen Insektenrückgang beeinträchtigt wird als obligatorisch quartiernah und/oder spezialisiert jagende Arten, da sie in der Lage ist, auch weiter entfernte insektenreiche Lebensräume zu erreichen. Zwischen 1996 und 2006 wurden die Flügel, maßgeblich durch die stetige Verlängerung der Unterarme bei nahezu gleichbleibender Länge der 5. Finger, relativ schmaler und länger. Schmale und lange Flügel sind als Anpassung an weite Flugstrecken zu werten (Kap. 4.2.3.4). Dies gilt sowohl beim Vergleich verschiedener Arten (z.B. hochmobiler schmalflügeliger Abendsegler vs. quartiernah jagendes breitflügeliges Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)) als auch innerhalb einer Art (So haben ziehende Teilpopulationen der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) längere und schmalere Flügel als nichtziehende oder Kurzstreckenzieher). In den untersuchten Abendseglergesellschaften verkürzten sich aber die Zugstrecken zwischen Sommer- und Winterlebensräumen parallel zur Verschmälerung/Verlängerung der Flügel. Die gegenteilige Entwicklung wäre zu erwarten gewesen. Die veränderte Flügelmorphologie kann daher nicht als Anpassung an ein verändertes Zugverhalten interpretiert werden. Möglicherweise stellt sie eine Adaption an seltener werdende und folglich weiter voneinander und von den Quartieren entfernte ergiebige Jagdgebiete dar. Schmalflügelige Tiere könnten auf längeren Transferflügen begünstigt werden (Kap. 4.2.3.4).

Eine unerwartet schnelle Anpassungsfähigkeit zeigt die Art auch hinsichtlich phänologischer Kennwerte: Heute kommen die ersten Individuen im Frühjahr deutlich früher im Wochenstubenwald an als in den 1980er und 1990er Jahren und verlassen den Wald nach der Wochenstubenzeit deutlich später, im Extremfall erst am Jahresende (Kap. 4.3.3.2). In paralleler Entwicklung begannen die Geburten zum Ende des Untersuchungszeitraums regelmäßig Ende Mai/Anfang Juni, während dies in den 1990er Jahren regelmäßig erst Mitte Juni der Fall war (Kap. 4.3.3.4).

Während sich Erst- und Letztbeobachtungen sowie der Geburtenbeginn nahezu kontinuierlich und weitgehend unabhängig von der aktuellen Witterung veränderten, korrelierten die finalen Größen der Tiere positiv mit der Temperatur in den Monaten Juni und Juli und negativ mit der Anzahl der Regentage in diesem Zeitraum. Warme und/oder trockene Sommer führten zu durchschnittlich

besonders großen, kalte und feuchte zu durchschnittlich besonders kleinen Tieren (Kap. 4.2.3.2). Überdies beeinflussen die mikroklimatischen Unterschiede zwischen verschiedenen Wochenstubenwäldern das Größenwachstum: In sonnendurchfluteten, warmen Kiefernwäldern wuchsen regelmäßig größere Tiere heran als in dunkleren und kühleren Buchen-dominierten Wäldern (Kap. 4.2.3.3).

Obwohl Größenunterschiede zwischen den einzelnen Jahren (Kap. 4.2.2.2) und den zwischen den drei untersuchten Wochenstubengesellschaften nachgewiesen wurden (Kap. 4.2.2.3), hatten diese keinen erkennbaren Einfluss auf den Reproduktionserfolg der Weibchen. Zumindest wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum pro Weibchen etwa 1,5 Jungtiere und Jahr flügge. Diese stabilen Reproduktionszahlen sicherten zunächst einen Aufbau großer Wochengesellschaften (Kap. 4.3.3.1) und ermöglichten nach Erreichen des Bestandsmaximums im Jahr 2008 vermutlich die „Freisetzung“ überschüssiger Tiere, die sich – wahrscheinlich durch das begrenzte Nahrungsangebot limitiert – nicht mehr im Geburtswald ansiedelten.

Beobachtungen aus dem Carmzower Wald sprechen dafür, dass Geburten in der Natur ähnlich erfolgen, wie die von Gefangenschaftstieren beschriebenen: Die adulten Weibchen separieren sich innerhalb des Quartiers von der Gruppe oder verlassen das Wochenstubenquartier, um zu gebären (Kap. 4.3.3.4).

Die seit nunmehr vier Jahrzehnten laufende systematische Überwachung ausgewählter Wochenstubengesellschaften soll fortgesetzt werden. Ergänzend sollen künftig folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- Inwieweit beeinträchtigt das veränderte Zug- und Ansiedlungsverhalten der Männchen (Bildung von Paarungsgruppen im Geburtswald und damit ggf. Paarungen zwischen näher verwandten Individuen) die bislang gesicherte genetische Durchmischung der mitteleuropäischen Population?
- Kann die regionale Herkunft von Abendseglern mit Hilfe der Wasserstoffisotopenanalyse und durch Untersuchung von Mikrosatelliten hinreichend genau bestimmt werden (systematische Verschneidung von Beringungsergebnissen, Beobachtungen zum Fellwechsel, Isotopenanalyse und genetischen Untersuchungen an gut untersuchten Wochenstubengesellschaften)?
- Beeinflusst der Ausbau von Windparks im Umfeld der Wochenstubenwälder langfristig die Bestandsentwicklung der betreffenden Wochenstubengesellschaften?
- Hält die dokumentierte Veränderung von Flügelproportionen weiter an, werden die Tiere künftig also noch schmalflügeliger?
- Erreichen Angehörige weiter östlich lebender Wochenstubengesellschaften (stärkerer kontinentaler Einfluss) noch größere Körpermaße und bleiben Angehörige weiter westlich bzw. nordwestlich lebender Wochenstubengesellschaften (stärkerer ozeanischer Einfluss) kleiner als uckermärkische Tiere?
- Welche Mechanismen beeinflussen die Zusammensetzung von Abendseglergruppen innerhalb der Wochenstubengesellschaften und wie läuft der „Wissenstransfer“ innerhalb der Wochenstubengesellschaften ab?

7. Literaturverzeichnis

- ANTHONY, E. L. P. (1988): Age Determination in Bats. In: KUNZ, T.-H.: Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., London.
- ARNETT, E. B., BAERWALD, E. F., MATHEWS, F., RODRIGUES L., RODRIGUEZ-DURAN, A., RYDELL, J., VILLEGAS-PATRACA, R. & VOIGT, C. C. (2016): Impacts of wind energy development on bats: A global perspective. In: VOIGT, C. C. & KINGSTON, T.: Bats in the Anthropocene. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- ARNOLD, A., BRAUN, M., HÄUSSLER, U., HEINZ, B., NAGEL, A., & RIETSCHEL, G. (1997): Rheinbrücke bei Mannheim als Fledermausfalle. *Carolinea* 55, 81-93.
- ALSLEBEN, C. & STÖCKER, U. (2008): Ausgewählte Rechtsgrundlagen des Fledermausschutzes – eine Einführung unter besonderer Berücksichtigung des brandenburgischen Landesrechts. In: TEUBNER, JE., TEUBNER, JA., DOLCH, D. & HEISE, G.: Die Säugetiere des Landes Brandenburg – Teil 1: Fledermäuse. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 17, (2, 3), 60-68.
- BAG (2012): Ergebnisse des Expertenworkshops „Windkraft und Fledermäuse“. <http://www.fledermausschutz-rlp.de/expertenpapier.pdf>, abgerufen am 04.10.2020.
- BELLEBAUM, J. (2020): Biologische Maßstäbe für das artenschutzrechtliche Tötungsverbot – Stand und Anwendungsmöglichkeiten. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52, 24-30.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. (1991): Ökologie – Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- BEHR, O., BRINKMANN, R., KORNER-NIEVERGELT, F., NAGY, M., NIERMANN, I., REICH, M. & SIMON, R. (2015): Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). *Umwelt und Raum* 7, 1-368.
- BEHR, O., BRINKMANN, R., HOCHRADEL, K., MAGES, J., KORNER-NIEVERGELT, F., REINHARD, H., SIMON, R., STILLER, F., WEBER, N., NAGY, M. (2018): Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis (RENEBAT III). <http://windbat.techfak.fau.de/Abschlussbericht/renebat-iii.pdf>, abgerufen am 04.10.2020.
- BERTHOLD, P. (2000): Vogelzug – Eine aktuelle Gesamtübersicht. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- BFN (2020): Bonner Konvention. <https://www.bfn.de/themen/artenschutz/regelungen/wandernde-tierarten/eurobats.html>, abgerufen am 04.04.2020.
- BFN & BLAK (2017): Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring – Teil I: Arten nach Anhang II und IV der FFH-Richtlinie (mit Ausnahme der marinen Säugetiere). BfN-Skripten 480.
- BIHARI, Z. (2004): The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. *Mammalia* 68, 329-336.

- BLOHM, T.** (1992): Zur Wirbeltierfauna des Carmzower und des Cremzower Waldes sowie des Cremzower Oses einschließlich des Cremzower Sees. Unveröffentlichte Projektarbeit am Städtischen Gymnasium Prenzlau.
- BLOHM, T.** (2003): Ansiedlungsverhalten, Quartier- und Raumnutzung des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*, Schreber 1774) in der Uckermark. *Nyctalus* (N. F.) 9, 123-157.
- BLOHM, T.** (2012): Zu Ansiedlungsverhalten, Ortstreue und Alter uckermärkischer Abendseglermännchen *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 128, 81-106.
- BLOHM, T. & HEISE, G.** (2004): Bemerkenswerte Wiederfunde uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). *Mitteilungen des LFA Säugetierkunde Brandenburg-Berlin* 12, 10-12.
- BLOHM, T. & HEISE, G.** (2008): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). In: TEUBNER, JE., TEUBNER, JA., DOLCH, D. & HEISE, G.: Die Säugetiere des Landes Brandenburg – Teil 1: Fledermäuse. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*. 17 (2, 3), 153-160.
- BLOHM, T. & HEISE, G.** (2009a): Windkraftnutzung und Bestandsentwicklung des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), in der Uckermark. *Nyctalus* (N.F.) 14, 14-26.
- BLOHM, T. & HEISE, G.** (2009b): Nachweis eines 10jährigen Abendseglers in der Uckermark (Nordostbrandenburg). *Nyctalus* (N.F.) 14, 171.
- BLOHM, T. & HEISE, G.** (2010): Zweiter Nachweis eines 10jährigen und Erstnachweis eines 11jährigen Abendseglers *Nyctalus noctula* in der Uckermark. *Mitteilungen des LFA Säugetierkunde Brandenburg-Berlin* 18, 9.
- BLOHM, T., HEISE, G., HERMANN, U., MATTHES, H., POMMERANZ, H. & SCHMIDT, A.** (2001): Positionen zur Broschüre „Fledermäuse im Wald – Informationen und Empfehlungen für den Waldbewirtschafter“. *Nyctalus* (N.F.) 8, 10-16.
- BOHLKEN H. & REICHSTEIN, H.** (1992): Mammalia. In: SCHAEFER, M.: Brohmer – Fauna von Deutschland. Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.
- BONTADINA, F., BLOHM, T., LÖRCHER, F., SCHORCHT, W. TRESS, C. & MESCHEDÉ, A.** (2017): Erstmaler Einsatz von Geolokatoren (geolocator) bei Fledermäusen zur Erforschung der Migration. In: MESCHEDÉ, A., SCHORCHT, W., KARST, I., BIEDERMANN, M., FUCHS, D. & BONTADINA, F.: Wanderrouten der Fledermäuse. *BfN-Skripten* 453, 153-174.
- BOYE, P. & DIETZ, M.** (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). In: PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BLESS, R., BOYE, P., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A.: Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000, Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 2: Wirbeltiere. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*: 69 (2), 529-536.
- BOYE, P. & DIETZ, M.** (2005): Development of good practice guidelines for woodland management for bats. *English Nature Research Reports* 661. English Nature, Peterborough.
- BRAMER, H.** (1974): Beiträge zur physischen Geographie des Kreises Prenzlau. Greifswald.

- BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & REICH, M. (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen – 2007–2009 (RENEBAT I). Cuvillier Verlag, Göttingen.
- BRINKMANN, R., BIEDERMANN, M., BONTADINA, F., DIETZ, M., HINTEMANN, G., KARST, I., SCHMIDT, C., SCHORCHT, W., EIDAM, T. & LINDNER, M. (2012): Planung und Gestaltung von Querungshilfen für Fledermäuse – Ein Leitfaden für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen. SMWA, Dresden.
- BTHK (2018): Bat Roosts in Trees – A Guide to Identification and Assessment for Tree-Care and Ecology Professionals. Pelagic Publishing, Exeter.
- BUNDESVERBAND FÜR FLEDERMAUSKUNDE (2020): Abendseglerzugzählung. <https://sites.google.com/prod/view/abendseglerzugzaehlung/startseite>, abgerufen am 02.08.2020.
- BURLAND, T. M., ENTWISTLE, A. C. & RACEY, P. A. (2006): Social and population structure in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*. In: ZUBAID, A., MCCRACKEN, G. F. & KUNZ, T. H.: Functional and evolutionary ecology of bats. Oxford University Press, Oxford. 185-198.
- BWE (2020): Positionen und Vorschläge zur Ermittlung und Bewertung des signifikant erhöhten Tötungsrisikos gemäß § 44 BNatSchG. https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/arbeitskreise/naturschutz/BWE_Positionen_und_Vorschlaege_Toetungsverbot_und_Signifikanz_072020__002_.pdf, abgerufen am 04.10.2020.
- CURRY-LINDAL, K. (1982): Das große Buch vom Vogelzug. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- DEVRIENT, I. & WOHLGEMUTH, R. (2002): Erste Ergebnisse der Beringung von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) im Kreis Unna, Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71, 225-232.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2021): Klimaüberwachung. <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html?nn=344886#buehneTop>, abgerufen am 15.01.2021.
- DIETZ, C. (2007): Aspects of ecomorphology in the five European horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) in the area of sympatry. Dissertation Eberhard Karls Universität Tübingen.
- DIETZ, C., DIETZ, I. & SIEMERS, B. M. (2006): Wing Measurement Variations in the Five European Horseshoe Bat Species (Chiroptera : Rhinolophidae). Journal of Mammalogy 87, 1241-1251.
- DIETZ, C., DIETZ, I. & SIEMERS, B. M. (2007): Growth of horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) in temperate continental conditions and the influence of climate. Mammalian Biology 72, 129-144.
- DIETZ, C., DIETZ, I., HARTMANN, S., HURST, J., KOHNEN, A., STECK, C. & BRINKMANN, R. (2016a): Identifizierung von Schlüsselparametern für die Entwicklung von Populationsmodellen bei Fledermäusen. In: HURST, J., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., KARST, I., KRANNICH, E., PETERMANN, R., SCHORCHT, W. & BRINKMANN, R.: Fledermäuse und Windkraft im Wald. Naturschutz und Biologische Vielfalt 153, 353-396.

- DIETZ, C., NILL, D. & HELVERSEN, O. VON (2016b): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Kosmos, Stuttgart.
- DIETZ, M. & HÖRIG, A. (2010): Ersatzneubau: Alte Levensauer Hochbrücke (HB Lev 1) – Machbarkeitsuntersuchung eines Fledermausersatzhabitates. Gutachten im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Gonterskirchen.
- DIETZ, M. & SIMON, M. (2011): Bundesstichprobenmonitoring 2011 von Fledermausarten (Chiroptera) in Hessen – Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). Gutachten im Auftrag von Hessen-Forst.
- DITTRICH, L. (1958): Haltung und Aufzucht von *Nyctalus noctula* Schreb.. Zeitschrift für Säugetierkunde 23, 99-107.
- DÜRR, T. (2007): Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windkraftanlagen – Ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung. *Nyctalus* (N.F.) 12, 108-114.
- EGHBALI, H., & SHARIFI, M. (2019): Birth synchrony and postnatal growth in *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera: Rhinolophidae) in two successive dry (2015) and wet year (2016) in a nursing colony in Kerend cave, western Iran. *Ecological Research* 34, 765-781.
- EICHSTÄDT, H. (1995): Ressourcennutzung und Nischengestaltung einer Fledermausgemeinschaft im Nordosten Brandenburgs. Dissertation Technische Universität Dresden.
- EICHSTÄDT, W. & EICHSTÄDT, H. (1989): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber). In: Die Säugetiere des Kreises Pasewalk. Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern 27, 33-34.
- EICHSTÄDT, W., SCHELLER, W., SELLIN, D., STARKE, W. & STEGEMANN, K.-D. (2006): Atlas der Brutvögel in Mecklenburg-Vorpommern. Steffen Verlag, Friedland.
- EISENRAUT, M. (1937): Die deutschen Fledermäuse – eine biologische Studie. Verlag Dr. Paul Schöps, Leipzig.
- EISENRAUT, M. (1957): Aus dem Leben der Fledermäuse und Flughunde. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHER C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.
- ENCARNACAO, J. A. & BECKER, N. I. (2019): Seminatürliche Fledermaushöhlen FH1500 als kurzfristig funktionale Interimslösung zum Ausgleich von Baumhöhlenverlust. *Jahrbuch Naturschutz in Hessen* (18), 86-91.
- ESTOK, P. (2007): Seasonal changes in the sex ratio of *Nyctalus* species in north-east Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 53, 89-95.
- EUROBATS (2020): Eurobats – Agreement Text. https://www.eurobats.org/official_documents/agreement_text, abgerufen am 04.04.2020.
- DFBK (2021): Digitales Feldblockkataster Brandenburg. https://maps.brandenburg.de/WebOffice/?project=DFBK_www_CORE, abgerufen am 08.08.2021.

- FRICK, W. F., REYNOLDS, D. S. & KUNZ, T. H. (2010): Influence of climate and reproductive timing on demography of little brown myotis *Myotis lucifugus*. *Journal of Animal Ecology* 79, 128-136.
- FUHRMANN, M., GODMANN, O., KIEFER, A., SCHREIBER, C. & TAUCHERT, J. (2002): Untersuchungen an Waldfledermäusen im nördlichen Oberrheingraben. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 71, 19-35.
- GAISLER, J., HANAK, V. & DUNGE, J. (1979): A contribution to the population ecology of *Nyctalus noctula* (Mammalia: Chiroptera). *Acta scientiarum naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae* 13, 1-38.
- GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhäuser Verlag, Basel.
- GEBHARD, J. (o. J.): Das Fledermausbrevier – Handaufzucht von Jungtieren, Zucht und Auswilderungsstrategien, Fledermäuse in der Forschung und Öffentlichkeitsarbeit.
- GEBHARD, J. & BOGDANOWICZ, W. (2011): *Nyctalus noctula* (Schreber 1774) – Großer Abendsegler. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F.: Die Fledermäuse Europas. Aula-Verlag, Wiebelsheim.
- GEDEON, K., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A., SUDFELDT, C., EICKHORST, W., FISCHER, S., FLADE, M., FRICK, S., GEIERSBERGER, I., KOOP, B., BERND, KRAMER, M., KRÜGER, T., ROTH, N., RYSLAVY, T., STÜBING, S., SUDMANN, S. R., STEFFENS, R., VÖKLER, F. & WITT, K. (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten – Atlas of German Breeding Birds. Herausgegeben von der Stiftung Vogelmonitoring und dem Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.
- GELLERMANN, M. (2007): Die „Kleine Novelle“ des Bundesnaturschutzgesetzes. *Natur und Recht* 29, 783-789.
- GIERK, M. & JUNGFER E. (o. J.): Das Trockenjahr 1992 im Land Brandenburg. Märker, Potsdam.
- GNIELKA, R. (1990): Anleitung zur Brutvogelkartierung. *Apus* 7, 145-239.
- GODMANN, O. & FUHRMANN, M. (1992): Einsatz eines Lockkastens für Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), während der Migrationszeit im Rhein-Main-Gebiet. *Nyctalus* (N.F.) 4, 293-301.
- GÖRNER, M. & HACKETHAL, H. (1987): Säugetiere Europas. Neumann Verlag, Leipzig, Radebeul.
- GRIMMBERGER, E. (1969): Beitrag zur Haltung und Aufzucht der Zwergfledermaus, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber 1774), in Gefangenschaft. *Nyctalus* (N.F.) 1, 313-326.
- GRIMMBERGER, E., RUDLOFF, K. & KERN, C. (2009): Atlas der Säugetiere Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. NTV-Verlag, Münster.
- GRINDAL, S. D., COLLARD, T. S., BRIGHAM, R. M. & BARCLAY, R. M. R. (1992): The influence of precipitation on reproduction by *Myotis* bats in British Columbia. *The American Midland Naturalist* 128, 339-344.
- HACKETHAL, H. (1995): Fledermäuse. In: SENGLAUB, K., HANNEMANN, H.-J. & KLAUSNITZER, B. (Hrsg.): Erwin Stresemann – Exkursionsfauna von Deutschland Bd. 3 (Wirbeltiere). Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.

- HACKLÄNDER, K. & TROUWBORST, A. (2020): Management of European Mammals. In: HACKLÄNDER, K. & ZACHOS, E. (HRSG.): Handbook of the Mammals of Europe. Springer, Cham.
- HAGEMEIJER, E. J. M. & BLAIR, M. J. (1997): The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T. & A. D. Poyser, London.
- HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENANNS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & DE KRON, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12: e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone0185809>.
- HARRJE, C. (1994): Fledermaus-Massenwinterquartier in der Levensauer Kanalhochbrücke bei Kiel. *Nyctalus (N.F.)* 5, 274-276.
- HARZER, C. (2003): Nisthöhlenbewohnende Fledermäuse in drei verschiedenen Waldgebieten bei Freising. Diplomarbeit Technische Universität München.
- HÄUSSLER, U. & BRAUN, M. (1989): Sammlung einheimischer Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe – Teil I. *Carolina* 47, 117-132.
- HÄUSSLER, U. & NAGEL, A. (2003): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F.: Die Säugetiere Baden-Württembergs – Band 1 (Allgemeiner Teil, Fledermäuse). Ulmer, Stuttgart.
- HEIM, O., SCHRÖDER, A., ECCARD, J., JUNG, K. & VOIGT, C.C. (2016): Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (233), 130-139.
- HEISE, G. (1982): Nachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Kreis Prenzlau, Uckermark. *Nyctalus (N.F.)* 1, 449-452.
- HEISE, G. (1984): Zur Fortpflanzungsbiologie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*). *Nyctalus (N.F.)* 2, 1-15.
- HEISE, G. (1985a): Zu Vorkommen, Phänologie, Ökologie und Altersstruktur des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. *Nyctalus (N.F.)* 2, 133-146.
- HEISE, G. (1985b): Zur Erstbesiedlung von Quartieren durch „Waldfledermäuse“. *Nyctalus (N.F.)* 2, 191-197.
- HEISE, G. (1989): Ergebnisse reproduktionsbiologischer Untersuchungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. *Nyctalus (N.F.)* 3, 17-32.
- HEISE, G. (1992): Ergebnisse populationsökologischer Untersuchungen am Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). Dissertation Martin-Luther-Universität Halle.
- HEISE, G. (1993): Zur postnatalen Entwicklung des Abendseglers *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), in freier Natur. *Nyctalus (N.F.)* 4, 651-665.
- HEISE, G. (1994): Zur Bedeutung der Witterung in der postnatalen Phase für die Unterarmlänge des Abendseglers *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). *Nyctalus (N.F.)* 5, 292-296.

- HEISE, G. (1999): Zur sozialen Organisation des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), in der Uckermark. Säugetierkundliche Mitteilungen 43, 175-185.
- HEISE, G. (2005): Zur Tageslethargie gravider und laktierender Fledermausweibchen. *Nyctalus* (N.F.) 10, 37-40.
- HEISE, G. (2012): Anmerkungen zur Einschätzung des Erhaltungszustandes von Fledermauspopulationen in Deutschland. *Nyctalus* (N.F.) 17, 3-8.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (1998): Welche Ansprüche stellt der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) an das Wochenstubenquartier?. *Nyctalus* (N.F.) 6, 471-475.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2003): Zur Altersstruktur weiblicher Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Uckermark. *Nyctalus* (N.F.) 9, 3-13.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). *Nyctalus* (N.F.) 9, 249-258.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2012): Arbeit mit Fledermauskästen – sinnvoll oder nicht?. *Nyctalus* (N.F.) 17, 226-239.
- HEISE, G., BLOHM, T. & Hauf, H. (2003): Zur Ermittlung des Reproduktionserfolgs bei Fledermäusen mittels künstlicher Quartiere am Beispiel des Abendseglers *Nyctalus noctula*. *Methoden feldökologischer Säugetierforschung* 2, 275-280.
- HEISE, G. & SCHMIDT, A. (1979): Wo überwintern im Norden der DDR beheimatete Abendsegler? *Nyctalus* (N.F.) 1, 187-189.
- HEISE, G. & SCHMIDT, A. (1988): Beiträge zur sozialen Organisation und Ökologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). *Nyctalus* (N.F.) 2, 445-465.
- HELVERSEN, O. VON (1989): Schutzrelevante Aspekte der Ökologie einheimischer Fledermäuse. *Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz* 92, 7-17.
- HELVERSEN, O. VON, ESCHE, M., KRETZSCHMAR, F. & BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* (N.F.) 14, 409-475.
- HELVERSEN, O. VON & Helversen, D. VON (1994): The „advertisement song“ of the lesser noctule bat (*Nyctalus leisleri*). *Folia zoologica* 43, 331-338.
- HENZE, O. (1966): Unterschieden sich die beiden nassen Sommer 1965 und 1966 in ihrer Einwirkung auf waldbewohnende Fledermausarten? *Myotis* 4, 25.
- HILL, J. E. & SMITH, J. D. (1984): *Bats – A Natural History*. University of Texas Press, Austin.
- HOFMANN, G. & POMMER, U. (2005): *Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin*. Hendrik Bäbeler Verlag, Berlin.
- HORACEK, I. & DULIC, B. (2011): *Plecotus auritus* Linnaeus, 1758 – Braunes Langohr. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F.: *Die Fledermäuse Europas*. Aula-Verlag, Wiebelsheim.
- HOYING, K. M. & KUNZ, T. H. (2006): Variation in size at birth and post-natal growth in the insectivorous bat *Pipistrellus subflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Zoology* 245, 15-27.

- HÜBNER, G. (2002): Fledermauskästen als Ersatzquartiere: Möglichkeiten und Grenzen. Berichte der ANL 26, 151-161.
- HURTIG, T. (1957): Physische Geographie von Mecklenburg. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migration in Europe – A Review of Banding Data and Literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt 28.
- IBANEZ, C., GUILLEN, A., AGIRRE-MENDI, P T., JUSTE, J., SCHREUR, G., CORDERO, A. I. & POPALISSEANU, A. G. (2009): Sexual segregation in Iberian noctule bats. Journal of Mammalogy 90, 235-243.
- IÖR (2020): Windkraftanlagendichte in Deutschland. <https://monitor.ioer.de>, abgerufen am 03.10.2020.
- KERTH, G., WAGNER, M., WEISSANN, K. & KÖNIG, B. (2002): Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71, 99-108.
- KIEFER, A., TRENZ, M., LÜTTMANN, J. & VEITH, M. (2017): Zur Praxis der Konfliktbewertung in Fledermausfachgutachten zu WEAs im BImSchG-Verfahren. Vortrag auf der 13. Fachtagung des Bundesfachausschusses Fledermäuse am 08.04.2017 in Wetzlar.
- KLAFS, G. & STÜBS, J. (1987): Die Vogelwelt Mecklenburgs. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KLEIMAN, D. G. (1969): Maternal care, growth rate and development in the noctule (*Nyctalus noctula*), pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), and serotine (*Eptesicus serotinus*) bats. Journal of Zoology 157, 187-211.
- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (2009): Rückgang des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Nordpfalz. Nyctalus (N.F.) 14, 103-109.
- KORNER, P. & NAGY, M. (2018): Populationsbiologische Kennzahlen von Fledermäusen aus der Literatur. In: BEHR, O., BRINKMANN, R., HOCHRADEL, K., MAGES, J., KORNER-NIEVERGELT, F., REINHARD, H., SIMON, R., STILLER, F., WEBER, N. & NAGY, M.: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis – Endbericht des Forschungsvorhabens (Förderkennzeichen 0327638E), Erlangen, Freiburg, Ettiswil.
- KRAVCHENKO, K. A., VLASCHENKO, A. S., LEHNERT, L. S., COURTIOL, A., & VOIGT, C. C. (2020): Generational shift in the migratory common noctule bat: first-year males lead the way to hibernacula at higher latitudes. Biology letters 16: 20200351. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2020.0351>.
- KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radiotracking. Myotis 26, 23-85.
- KROPFBERGER, J., REITER, G. & SCHMOTZER, I. (2015): Quartier- und Lebensraumnutzung der Bechsteinfledermaus im Naturpark Obst-Hügel-Land. Öko-L 37/3, 21-27.

- KUGELSCHAFTER, K. (2017): Abendseglermonitoring im Wald bei Füssingen. AGFH-News 16, 4-7.
- KUGELSCHAFTER, K., HARRJE, C., GÖTTSCHE, M., JUNGE, F. & LINDNER, G. (2013): Zur Nutzung der Alten Levensauer Hochbrücke durch Fledermäuse. Vortrag auf der 11. Fachtagung der Bundesarbeitsgruppe Fledermausschutz und Fledermausforschung am 23.03.2013 in Rostock.
- KULZER, E. (2005): Handbuch der Zoologie – Teilband 62 – Chiroptera. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- LANA (2010): Hinweise zu zentralen unbestimmten Rechtsbegriffen des BNatSchG, abgerufen am 27.04.2020.
- LANDESBETRIEB STRAßENWESEN (2015): Hinweise zur Erstellung des Artenschutzbeitrags (ASB) bei Straßenbauvorhaben im Land Brandenburg (Hinweise ASB), Leipzig.
- LANDKREIS UCKERMARK (2019): Bevölkerungsentwicklung 1990-2019. <https://www.uckermark.de/index.phtml?La=1&ffsn=false&object=tx,1897.170.1&kat=&kuo=2&sub=0>, abgerufen am 03.10.2020.
- LANU (2008): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. Schriftenreihe LANU-SH-Natur 13.
- LAUSEN, C. L. & BARCLAY, R. M. R. (2006): Benefits of living in a building: big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in rocks versus buildings. *Journal of Mammalogy* 87, 362-370.
- LBV (2020): Tagebuch der Großen Hufeisennasen. <https://www.lbv.de/naturschutz/life-naturprojekte/life-projekt-grosse-hufeisennase/tagebuch/>, abgerufen am 04.10.2020
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIERMANN, I. & VOIGT, C. C. (2014): Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE* 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106.
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., TEIGE, T., HOFFMEISTER, U., POPA-LISSEANU, A., BONTADINA, F., CIECHANWSKI, M., DECHMANN, D. K. N., KRAVCHENKO, K., PRESETNICK, P., STARRACH, M., STRAUBE, M., ZOEPHEL, U. & VOIGT, C. C. (2018): Variability and repeatability of noctule bat migration in Central Europe: evidence for partial and differential migration. *Proceedings of the Royal Society B* 285: 20182174. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.2174>.
- LFU (2020): Zentrale Fundkartei über Anflugopfer an Windenergieanlagen (WEA). <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.321381.de>, abgerufen am 29.08.2020.
- LGBR (2019a): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1:300.000. <http://www.geo.brandenburg.de/lbgr/bergbau>, abgerufen am 21.04.2019.
- LGBR (2019b): Geologische Karten 1:25.000 (GÜK25), Blatt 2648 (Dedelow), Blatt 2747 (Boitzenburg), Blatt 2748 (Hindenburg). www.geo.brandenburg.de/gk25, abgerufen am 21.04.2019.

- LINDEMANN, C., RUNKEL, V., KIEFER, A., LUKAS, A. & VEITH, M. (2018): Abschaltalgorithmen für Fledermäuse an Windenergieanlagen – Eine naturschutzfachliche Bewertung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 50, 418-425.
- LINTON, D. M., & MACDONAD, D. W. (2018): Spring weather conditions influence breeding phenology and reproductive success in sympatric bat populations. *Journal of Animal Ecology* 87, 1080-1090.
- LUNDBERG, K. & GERELL, R. (1986): Territorial Advertisement and Mate Attraction in the Bat *Pipistrellus pipistellus*. *Ethology* 71, 115-124.
- LUCAN, R. K., WEISER, M. & HANAK, V. (2013): Contrasting effects of climate change on the timing of reproduction and reproductive success of a temperate insectivorous bat. *Journal of Zoology* 290, 151-159.
- LUKAS, A. (2016): Vögel und Fledermäuse im Artenschutzrecht – Die planerischen Vorgaben des § 44 BNatSchG. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 48, 289-295.
- MACKIE, I. J. & RACEY, P. A. (2007): Habitat use varies with reproductive state in noctule bats (*Nyctalus noctula*): Implications for conservation. *Biological Conservation* 140, 70-77.
- MARQUES, T. A., THOMAS, L., MARTIN, S. W., MELLINGER, D. K., WARD, J. A., MORETTI, D. J., HARRIS, D. & TYACK, P. L. (2013): Estimating animal population density using passive acoustics. *Biological Reviews* 88, 287-309.
- MAYER, F. (1997): Multiple Vaterschaften und Spermienkonkurrenz beim Abendsegler *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Mammalia) – Eine molekulargenetische Analyse mit Hilfe von Mikrosatelliten. Dissertation Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.
- MAYER, F. & PETIT, E. (1997): Genetische Strukturierung von Wochenstuben des Abendseglers (*Nyctalus noctula*). *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 90.1, 246.
- MAYER, F., PETIT, E. & HELVERSEN, O. VON (2002): Genetische Strukturierung von Populationen des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Europa. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 71, 267-278.
- MEINEKE, T. (2014): Phänologie und Verhalten flugaktiver Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) im südlichen Niedersachsen in den Jahren 2000 bis 2014. *Säugetierkundliche Informationen* 9, 403-428.
- MEINIG, H. & VIERHAUS, H. (2020): Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). In: AG Säugetierkunde NRW — Online-Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens, abgerufen von saeugeratlas-nrw.lwl.org am 29.05.2020.
- MEISE, W. (1951): Der Abendsegler. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig.
- MESCHEDÉ, A. & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 66.
- MESCHEDÉ, A., SCHORCHT, W., KARST, I., BIEDERMANN, M., FUCHS, D. & BONTADINA, F. (2017): Wanderrouten der Fledermäuse. *BfN-Skripten* 453.
- MLUL (2015): Wälder Brandenburgs – Ergebnisse der ersten landesweiten Waldinventur. LGB, Potsdam.

- MOHR, E. (1932): Haltung und Aufzucht des Abendseglers (*Nyctalus noctula* Schreb.). Zoologischer Garten (N.F.) 5, 106-120.
- MUGV (2011): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen – Erlass des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 01. Januar 2011. https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/land_bb_test_02.a.189.de/Windkrafterlass-BB.pdf, abgerufen am 29.08.2020
- NACHTIGALL, W. (1987): Vogelflug und Vogelzug. Rasch und Röhning, Hamburg.
- NEHLS, W., NEUMANN, R., SCHULZ, A. & VIETH, M. H. (2018): Die Brutvögel der Hansestadt Rostock. Ornithologischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 48, Sonderheft 2.
- NEUWEILER, G. (2000): The biology of bats. Oxford University Press, New York.
- NORBERG, U. M. (1986): On the evolution of flight and wing forms in bats. In: NACHTIGALL, W.: Bat flight – Fledermausflug. Gustav Fischer, Stuttgart, New York.
- NUSOVA, G., UHRIN, M. & KANUCH, P. (2019): Go to the city: urban invasions of four pipistrelle bat species in eastern slovakia. European Journal of Ecology 5, 23-26.
- OHLENDORF, B., BUSSE, P., LEUTHOLD, E., HECHT, B. & LEUPOLD, D. (2000): Reproduktion des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Sachsen-Anhalt. Nyctalus (N.F.) 7, 279-286.
- O'MARA, M. T., BAUER, K., BLANK, D., BALDWIN, J. W. & DECHMANN, D. K. N. (2016): Common noctule bats are sexually dimorphic in migratory behaviour and body size but not wing shape. PLoS ONE 11(11): e0167027. doi:10.1371/journal.pone.0167027.
- PAN & ILÖK (2010): Bewertung des Erhaltungszustandes der Arten nach Anhang II und IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Deutschland – Überarbeitete Bewertungsbögen der Bund-Länder-Arbeitskreise als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz – FKZ 805 82 013.
- PETIT, E., EXCOFFIER, L. & MAYER, F. (1999): No evidence of bottleneck in the postglacial recolonization of Europe by the noctule bat (*Nyctalus noctula*). Evolution 53, 1247-1258.
- PETIT, E. & MAYER, F. (1999): Male dispersal in the noctule bat (*Nyctalus noctula*): where are the limits?. Proceedings of the Royal Society B 266, 1717-1792.
- PETIT, E. & MAYER, F. (2000): A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). Molecular Ecology 9, 683-690.
- PETIT, E., BALLOUX, F. & GOUDET, J. (2001): Sex-biased dispersal in a migratory bat: a characterization using sex-specific demographic parameters. Evolution 55, 635-640.
- POLAKOWSKI, M., BRONISZEWSKA, M. & RUCZYNSKI, I. (2014): Local concentration of foraging noctule bats (*Nyctalus noctula*) as a possible tool to assess the density of bats in large forest complexes. Turkish Journal of Zoology 38, 254-256.
- RACEY, P. A. (1969): Diagnosis of pregnancy and experimental extension of gestation in the pipistrelle bat, *Pipistrellus pipistrellus*. Journal of Reproductive Fertility 19, 465-474.
- RACEY, P. A. (1973): Experimental factors affecting the length of gestation in heterothermic bats. Journal of Reproductive Fertility Suppl. 19, 175-189.

- RACEY, P. A. (1991): Noctule *Nyctalus noctula*. In: CORBET, G. B. & HARRIS, S.: The handbook of British mammals. Blackwell Science, Oxford.
- RAHN, P. (1980): Einige Erfahrungen über die Haltung von Fledermäusen in Gefangenschaft. Bongo 4, 63-72.
- RANSOME, R. D. & MCOWAT, T. P. (1994): Birth timing and population changes in greater horseshoe bat colonies (*Rhinolophus ferrumequinum*) are synchronized by climatic temperature. Journal of the Linnaean Society 112, 337-351.
- RATZKE, U., STANG, E. & WEINERT, R. (1980): Die natürlichen Standortbedingungen der Pflanzenproduktion im Bezirk Neubrandenburg. Wissenschaftliches Zentrum für Nahrungsgüterwirtschaft des Rates des Bezirkes Neubrandenburg, Hohenzieritz.
- REUSCH, C. (2018): Potential costs, benefits and constraints of responses to recent climate change in bats. Dissertation Universität Greifswald.
- RIEDIGER, N. (2000): Erfahrungen bei der Pflege eines flugunfähigen Abendsegler-Weibchens (*Nyctalus noctula*) und bei der Aufzucht seines in Menschenhand geborenen Jungtieres. Nyctalus (N.F.) 7, 373-382.
- RIESEN, J. VON & DOLCH, D. (2003): Ergebnisse einer Langzeitstudie an einer Reproduktionsgemeinschaft des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus* L., 1758) in einem Fledermauskastenviereck in Nord-Brandenburg. Nyctalus (N.F.) 8, 427-435.
- ROCHE, N., LANGTON, S., AUGNEY, T. (2012): Car-based bat monitoring in Ireland 2003-2011. Irish Wildlife Manual 60, National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland.
- ROCHE, N., LANGTON, S., AUGNEY, T., RUSS, J.M., MARNELL, LYNN, F. & CATTO, C. (2011): A car-based monitoring method reveals new information on bat populations and distributions in Ireland. Animal Conservation 14, 642-651.
- ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y. & VOIGT, CC. (2016): Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. Scientific Reports 6, 28961. doi10.1038/srep28961.
- ROELEKE, M., BLOHM, T., HOFFMEISTER, U., MARGGRAF, L., SCHLÄGEL, U. E., TEIGE, T. & VOIGT, C. C. (2020): Landscape structure influences the use of social information in an insectivorous bat. Oikos 129: 912-923.
- ROER, H. (1977): Über Herbstwanderungen und Zeitpunkt des Aufsuchens der Überwinterungsquartiere beim Abendsegler, *Nyctalus noctula*, in Mitteleuropa. Säugetierkundliche Mitteilungen 25, 225-228.
- ROER, H. (1982): Zum Herbstzug des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) im europäischen Raum. Myotis 20, 53-57.
- RYBERG, O. (1947): Studies on bats and bat parasites. Svensk Natur, Stockholm.
- SACHTELEBEN, J. & BEHRENS, M. (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. BfN-Skripten 278.

- SACHTELEBEN, J. & HELVERSEN, O. VON (2006): Songflight behaviour and mating system of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus*) in an urban habitat. *Acta Chiropterologica* 8, 391-401.
- SCHLUND, W. (1996): Vergleich von Siebenschläferpopulationen (*Myoxus glis* L.) in zwei unterschiedlichen Waldgebieten. Dissertation Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- SCHMEIL, O. (1905): Lehrbuch der Zoologie. Verlag Erwin Nägele, Stuttgart, Leipzig.
- SCHMIDT, A. (1980): Unterarmlänge und Körpermasse von Abendseglern, *Nyctalus noctula* (Schreber 1774) aus dem Bezirk Frankfurt/O.. *Nyctalus* (N.F.) 1, 246-252.
- SCHMIDT, A. (1985): Zu Jugendentwicklung und phänologischem Verhalten der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), im Süden des Bezirkes Frankfurt/O.. *Nyctalus* (N.F.) 2, 101-108.
- SCHMIDT, A. (1987): Zum Einfluß des kalten Sommers 1984 auf Lebensweise und Entwicklung der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839). *Nyctalus* (N.F.) 2, 348-358.
- 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. (1991): Beobachtungen zum Ansiedlungsverhalten junger Männchen der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839). *Nyctalus* (N.F.) 4, 88-96.
- SCHMIDT, A. (1994a). Phänologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839), in Ostbrandenburg – Teil 1. *Nyctalus* (N.F.) 5, 77–100.
- SCHMIDT, A. (1994b). Phänologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839), in Ostbrandenburg – Teil 2. *Nyctalus* (N.F.) 5, 123–148.
- SCHMIDT, A. (1996): Abendsegler – *Nyctalus noctula*, Schreber 1774. unveröffentlichtes Manuskript für eine ehemals geplante Säugetierfauna der östlichen Bundesländer.
- SCHMIDT, A. (1997): Zu Verbreitung, Bestandsentwicklung und Schutz des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Brandenburg. *Nyctalus* (N.F.) 6, 365-371.
- SCHMIDT, A. (2000): 30jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung von Rauhhaufledermaus, (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). *Nyctalus* (N.F.) 7, 396-422.
- SCHMIDT, A. (2006): Die Körpermasse von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) aus Ostbrandenburg vor und nach dem Winterschlaf unter besonderer Berücksichtigung des Nachwinterschlafs 2004. *Nyctalus* (N.F.) 11: 19-32.
- SCHMIDT, A. (2007): Zur Variabilität der Körpermasse von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) aus Ost-Brandenburg. *Nyctalus* (N.F.) 12: 36-51.

- SCHNITTER, P., EICHEN, C., ELLWANGER, G., NEUKIRCHEN, M. & SCHRÖDER, E. (2006): Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 2/2006.
- SCHOBER, W. & GRIMMBERGER, E. (1998): Die Fledermäuse Europas. Kosmos Verlag, Stuttgart.
- SCHOLZ, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. Pädagogisches Bezirkskabinett, Potsdam.
- SCHORCHT, W., BONTADINA, F. & SCHAUB, M. (2009). Variation of adult survival drives population dynamics in a migrating forest bat. *Journal of Animal Ecology* 78, 1182–1190.
- SCHRADE, W. & KEMPERT, A. (1998): Am Anfang und am Ende kalt und insgesamt zu trocken – Das Jahr 1996 von der Wetterseite her betrachtet. *Heimatkalender Prenzlau* 41, 97-101.
- SCHULTE, G. & VIERHAUS, H. (1984): Abendsegler *Nyctalus noctula*. In: SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H.: Die Säugetiere Westfalens, Münster.
- SCHWARTING, H. (1998): Zum Migrationsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) im Rhein-Main-Gebiet. *Nyctalus (N.F.)* 6, 492-502.
- SCHWARZ, J. (1988): Untersuchungen zum Jagdverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*, Schreber 1774). Diplomarbeit Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- SCHWERDTFEGER, F. (1979): Ökologie der Tiere – Demökologie. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse – Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- SLUITER, J. W. & VAN HEERDT, P. F. (1966): Seasonal habits of the Noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Archives Neerlandaises de Zoologie* 16, 423-439.
- SOBOTTA, C. (2009): Artenschutz in der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs. *Laufener Spezialbeiträge* 1/09, 7-16.
- SORG, M., SCHWAN, H., STENMANS, W. & MÜLLER, A. (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013. *Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld* (1), 1-5.
- SPEAKMAN, J. R. & RACEY, P. A. (1987): The energetics of pregnancy and lactation in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*. In: FENTON, M. B., RACEY, P. A. & RAYNER, J. M. V.: *Recent Advances in the Study of Bats*. Cambridge University Press, Cambridge.
- STAPELFELDT, B. (2020): Einfluss von Wetterbedingungen auf die Fitness von Fransenfledermäusen. Vortrag auf dem 7. Kolloquium des LFA Fledermausschutz und -forschung Mecklenburg-Vorpommern am 22.02.2020 in Neu Sammit.
- STEBBINGS, R. E. (1968): Measurements, composition and behaviour of a large colony of the bat *Pipistrellus pipistrellus*, *Journal of Zoology* 156, 15-33.
- STEFFENS, R., ZÖPHEL, U. & BROCKMANN, U. (2004): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. *Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege – Sonderheft*.

- STONES, R. C. & WIEBERS, J. E. (1965): A review of temperature regulation in bats (Chiroptera). *The American Midland Naturalist* 74, 155-167.
- STONES, R. C. & WIEBERS, J. E. (1967): Temperature regulation in the little brown bat, *Myotis lucifugus*. In: FISHER K. C., SCHOENBAUM, E., SOUTH, F. E.: Mammalian hibernation III. Oliver & Boyd, Edinburgh, 97-109.
- STRELKOV, P. P. (1969): Migratory and stationary bats (Chiroptera) of the European part of the Soviet Union. *Acta Zoologica Cracoviensia* 14, 393-440.
- SÜDBECK, P. H., ANDRETTZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K. & SUDFELDT, C. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. DDA, Radolfzell.
- TEUBNER, J., TEUBNER, J., DOLCH, D. & HEISE, G. (2008): Die Säugetiere des Landes Brandenburg – Teil 1: Fledermäuse. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 17 (2, 3).
- THIENEMANN, J. (1931): Vom Vogelzuge in Rositten. Reprint 1996 der Ausgabe Melsungen, Neumann-Neudamm, 1931, 1. Auflage. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- TRAPPMANN, C. (2005): Die Fransenfledermaus in der Westfälischen Bucht. Laurenti-Verlag, Bielefeld.
- TRAPPMANN, C. & RÖPLING, S. (1998): Bemerkenswerte Winterquartierfunde des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), in Westfalen. *Nyctalus (N.F.)* 6, 114-120.
- VOIGT, C. C., POPA-LISSEANU, A. G., NIERMANN, I. & KRAMER-SCHADT, S. (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153, 80-86.
- WAUTERS, L. A. & DHONDT, A. A. (1989): Variation in length and body weight of the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in two different habitats. *Journal of Zoology* 217, 93-106.
- WEID, R. (1988): The distribution of *Vespertilio murinus* in Greece and some observations on its display behaviour. *Myotis* 26, 117-128.
- WEID, R. (1994): Sozialrufe männlicher Abendsegler. *Bonner zoologische Beiträge* 45, 33-38.
- WEID, R. (2002): Untersuchungen zum Wanderverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Deutschland. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 71, 233-257.
- WEIDNER, H. (2001): Fransenfledermäuse, *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817), im Zeitraum zwischen der Auflösung der Wochenstuben und der Überwinterung – eine Analyse der Quartiergesellschaften von 1999. *Nyctalus (N.F.)* 8, 77-93.
- WEIDNER, H. (2016): Herbstmigration des Großen Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), zwischen 2012 und 2015 in fünf Waldgebieten Ostthüringens (Mammalia: Vespertilionidae). *Mauritiana* 30, 320-333.
- WIESER, H., GÜNTHER, L., MAYER, F. & RIPPERGER, S. (2018): Temperaturprofile künstlicher und natürlicher Fledermausquartiere in einem städtischen Waldhabitat (Königsheide, Berlin). *Nyctalus (N.F.)* 19, 124-135.
- WILHELM, M. (1989): Zwei interessante Ringfunde vom Abendsegler, *Nyctalus noctula*, im sächsischen Elbsandsteingebirge. *Nyctalus (N.F.)* 2, 538-540.

- WILHELM, P. & MÜNCH, S. (1996): Arbeitsbelastung und Risiken bei säugetierkundlichen Gutachten. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 46, 153-158.
- WINTER, O. & HELVERSEN, O. VON (1998): The energy cost of flight: do small bats fly more cheaply than birds? *Journal of Comparative Physiology B* 168, 105-111.
- WICKRINGHAMASIGHE, L., HARRIS, S., JONES, G. & VAUGHAN, N. (2003): Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology* 40, 984-993.
- ZAHN, A. (1999): Reproductive success, colony size and roost temperature in attic-dwelling bat *Myotis myotis*. *Journal of Zoology* 247, 275-280.
- ZAHN, A. & HAMMER, M. (2017): Zur Wirksamkeit von Fledermauskästen als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme. *Anliegen Natur* 39 (1), 1-9.
- ZAHN, A., LUSTIG, A., & HAMMER, M. (2014): Potenzielle Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen. *Anliegen Natur* 36, 21-35.
- ZAHN, A., MESCHEDÉ, A. & RUDOLPH, B.-U. (2004): Abendsegler *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). In: MESCHEDÉ, A. & RUDOLPH, B.-U. (HRSG.): Fledermäuse in Bayern. Ulmer, Stuttgart.

8. Dank

Herrn Prof. Dr. RAINER BUCHWALD (Oldenburg) danke ich für die Möglichkeit, das Promotionsthema an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zu bearbeiten und für die Betreuung der Arbeit. Herrn Prof. Dr. MICHAEL STUBBE (Hausneindorf) sei für die Erstellung des Zweitgutachtens herzlich gedankt.

Prof. Dr. OTTO VON HELVERSEN (†), meinem leider viel zu früh verstorbenen ersten Doktorvater, bin ich tief verbunden für fachliche Diskussionen, kritische Fragen zu den ersten Manuskriptteilen und letztendlich die Ermutigung, neben dem beruflichen und familiären Alltag eine externe Promotion zu wagen.

Herr Dr. FRIEDER MAYER (Berlin) gab Hinweise zu einem frühen Entwurf von Kap 4.1, Herr Prof. Dr. THOMAS FARTMANN (Osnabrück) unterstützte das Promotionsvorhaben wiederholt.

Herr HEINO HAUF (Prenzlau) trug durch viele Stunden gemeinsamer Feldarbeit und die Optimierung unserer Beringungsdatenbank zum Gelingen der Arbeit bei.

Frau Dipl.-Biol. DAGMAR BROCKMANN und Herrn Dr. ULRICH ZÖPHEL (beide Dresden) von der Fledermausmarkierungszentrale der ostdeutschen Bundesländer sei für die stets angenehme, verlässliche und vertrauensvolle Zusammenarbeit gedankt.

Die in Kap. 4.1 genannten Melder uckermärkischer Abendsegler ermöglichten letztendlich erst eine langfristige Fernfundauswertung. Stellvertretend möchte ich mich bei Frau IRMGARD DEVRIENT und Herrn REINHARD WOHLGEMUTH (beide Holzwickede) für interessante Diskussionen, lange Telefonate und ihre Gastfreundschaft bedanken.

Den vielen Förstern, Waldeigentümern und Jägern, die meine Untersuchungen über Jahrzehnte duldeten, interessiert begleiteten und förderten, gebührt ebenfalls Dank.

Frau Dr. WIEBKE ULLMANN (Potsdam) unterstützte mich bei der statistischen Auswertung, Herr Dipl. Ing. JENS PUTZ (Dauer) steuerte den Bauplan für den Abendseglerkasten bei (Abb. 38), und Frau JOSEPHINE BERNICKEL (Meichow) verfasste die Summaries zu den Kapiteln 4.2 und 4.3. Frau MELANIE WILLEN (Oldenburg) unterstützte mich bei meinen seltenen und kurzen Aufenthalten in Oldenburg in vielfacher Weise und wird mir als das sympathische und freundliche Gesicht der Arbeitsgruppe „Vegetationskunde und Naturschutz“ in Erinnerung bleiben.

Die Herren KLAUS HASSELFELDT und KARSTEN KOCK setzten geduldig die Vorschläge zum Bau und zur Optimierung des Abendseglerwochenstubenkastens FSK-TB-AS um, verbesserten das Modell und leisteten damit einen wichtigen Beitrag für den Artenschutz.

Meine Großmutter ELLI BLOHM (†) weckte mit Johannes Breitmeiers „Amsel, Drossel, Fink und Star“ – ihrem Geschenk zu meinem neunten Geburtstag – das Interesse für die Naturwissenschaften, und mein Vater, HANS-JOACHIM BLOHM, machte mich während langer Fahrradtouren mit den heimischen Gehölzen vertraut. Erst im Rückblick wird mir bewusst, wie sehr mich meine Mutter, GUDRUN BLOHM, geliebt haben muss, als sie während meines langen Krankenhausaufenthaltes im Jahre 1988 – vermutlich auch damals nicht ganz gesetzeskonform – Vögel für mich beringte und damit für ununterbrochene Datenreihen sorgte. Überhaupt bin ich meiner Familie für das Verständnis und die Geduld für ein zeitraubendes Hobby, den Verzicht auf viele gemeinsame Stunden und die Unterstützung meines beruflichen Werdegangs unendlich dankbar.

Von Dr. KNUT ARENDT (†) lernte ich, dass Naturschutzarbeit erst dann wirklichen Wert gewinnt, wenn man sie den Menschen nahebringt. Ich denke noch heute an gemeinsame Exkursionen und bin froh, dass ich mit ihm zusammenarbeiten durfte.

Herrn Dr. GÜNTER HEISE (Fürstenwerder) lernte ich in der Mittelstufe der Prenzlauer „Kaderschmiede“ – der Diesterwegschule – über den Fund einer mexikanischen *Solanum*-Art in der Uckermark kennen. Er wurde zu meinem wissenschaftlichen Mentor und väterlichen Freund. Die Fledermausforschung in der Uckermark geht auf ihn zurück, und ich hoffe auf viele weitere gemeinsame Jahre.

Meiner Frau CHRISTINE danke ich, dass es sie gibt.

9. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Torsten Blohm
Geburtsdatum	13.11.1974
Geburtsort	Prenzlau
Familienstand	verheiratet seit dem 21.05.2006 mit Christine H. Wothe

Schulbildung

1981 – 1990	Besuch der Diesterwegschule Prenzlau (Polytechnische Oberschule)
1990 – 1993	Abitur am Städtischen Gymnasium Prenzlau

Freiwilliges Ökologische Jahr

1993 – 1994	Zentrum für Naturschutz und Umwelterziehung Prenzlau
-------------	--

Studium

1994 – 1999	Studium an der Fachhochschule Eberswalde im Fach „Landschaftsnutzung und Naturschutz“ – Spezialisierungsrichtung „Landschafts- und Schutzgebietsmanagement“
1995 – 1996	Studienpraktikum beim U.S. Fish and Wildlife Service, Kalifornien (Auswilderungsprojekt Kalifornischer Kondor)
1997	Studienpraktikum an der Technischen Universität Dresden, Institut für Forstbotanik und Forstzoologie (Fledermaustelemetrie in Brandenburg und Schleswig-Holstein, Brutvogelkartierung in Mecklenburg-Vorpommern)

Beschäftigung

1999	Förderverein Naturschutz Prenzlau e.V. (Geschäftsführer)
2000	Stiftung Europäisches Naturerbe – EURONATUR (Deutsch-Polnisch-Tschechisches Projekt „Fledermausquartiere beiderseits der Oder“)
2000 – 2001	Biosphärenreservat „Schorfheide-Chorin“ (Sachbearbeiter Biotop- und Artenschutz)
seit 2001	Landkreis Uckermark, Untere Naturschutzbehörde (Sachbearbeiter Biotop- und Artenschutz)

Promotion

2017 – 2021	externe Promotion an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (Institut für Biologie und Umweltwissenschaften) bei Prof. Dr. Rainer Buchwald
-------------	--

10. Erklärung

Gemäß § 12 Absatz 2b) der Gemeinsamen Promotionsordnung der Fakultät II - Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (für ihr Department für Informatik), der Fakultät V – Mathematik und Naturwissenschaften und der Fakultät VI – Medizin und Gesundheitswissenschaften der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg für die Verleihung der Doktorgrade „Doktor der Naturwissenschaften“ (Dr. rer. nat.), „Doctor of Philosophy“ (Ph. D.), „Doktor der Philosophie“ (Dr. phil.) oder „Doktor der Ingenieurwissenschaften“ (Dr.-Ing.) vom 05.09.2014

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbständig verfasst und alle verwendeten Quellen und Hilfsmittel angegeben habe.

Den mir bekannten Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg bin ich gefolgt.

Im Zusammenhang mit dem Promotionsvorhaben habe ich keine kommerziellen Vermittlungs- oder Beratungsdienste in Anspruch genommen.

Die bereits veröffentlichten Teile der Arbeit sind gekennzeichnet.

Die Dissertation wurde weder in ihrer Gesamtheit noch in Teilen einer anderen wissenschaftlichen Hochschule zur Begutachtung in einem Promotionsverfahren vorgelegt.

Ich strebe eine Promotion zum Dr. rer. nat. mit dem Grad eines Doktors an.

Oldenburg, August 2021

.....

Torsten Blohm