

Unterlage 4-4-2

Planfeststellungsverfahren

**Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke
und
Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals
NOK-Km 93,2 – 94,2**

Fledermauswinterquartier
I Populationsuntersuchungen
II Mikroklimatische Untersuchungen

VORHABENTRÄGER:

**WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT KIEL-HOLTENAU
SCHLEUSENINSEL 2
24159 KIEL-HOLTENAU**



VERFASSER:

Chirotec, Diplombiologe Karl Kugelschafter

Stand: 2013

Kurze Erläuterung

Ziel der Untersuchungen sind die für die Fledermäuse in den Brückenwiderlagern artenschutzrechtlichen Randbedingungen der Projektierung. Dabei liegt der Fokus der Untersuchungen auf dem nördlichen Widerlager, der Differenzierung der Nutzergemeinschaft auf Artniveau, die Quantifizierung des Überwinterungsbestandes, die Charakterisierung der saisonalen Nutzungsdynamik durch die verschiedenen Fledermausarten sowie die Erfassung von Daten zur mikroklimatischen Situation im Winterquartier.

Mithilfe der aktuell modernsten in der Fledermauskunde verfügbaren Überwachungstechnik wurden die Daten über einen Zeitraum von 9 Jahren erfasst.

Zur Erfassung der mikroklimatischen Randbedingungen wurden an insgesamt 28 Messstellen außerdem jeweils bis zu 12 Temperatur- und Feuchtesensoren installiert, um Temperatur- und Luftfeuchteverläufe in den Spalten, im Mauerwerk sowie in der Decke des Widerlagers in Abhängigkeit von den außerhalb der Bauwerke herrschenden klimatischen Bedingungen zu erfassen.

Die Ergebnisse der Erfassungen werden in der Unterlage dargestellt und in Bezug auf die geplanten Baumaßnahmen ausgewertet.

Die Unterlage gliedert sich wie folgt:

Bericht

Dem Original des Berichtes ist eine Wechselfestplatte mit den Rohdaten und deren Auswertung zur Dokumentation beigelegt.

Die für das Vorhaben relevanten Daten werden im Gutachten dargestellt. Dementsprechend ist das Beifügen der Rohdaten nicht erforderlich.

Planungsgruppe für den Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals beim
Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
Schleuseninsel 2
24159 Kiel

Fledermauswinterquartier Alte Levensauer Hochbrücke

I. Populationsuntersuchungen

II. Mikroklimatische Untersuchungen



Vorhabensträger:

Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau

Schleuseninsel 2

24159 Kiel-Holtenau

VERFASSER:

Chirotec

Dipl. Biol. Karl Kugelschafter

Hollersgraben 27

35102 Lohra

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	4
1.1 Veranlassung	6
2 Die Alte Levensauer Hochbrücke als Fledermausquartier	7
2.1 Fledermausüberwachungstechnik.....	11
2.2 Auswertung der Lichtschrankenregistrierungen	13
2.3 Fledermausfotoerfassung	14
2.4 Qualität der Lichtschrankendaten.....	18
2.5 Ermittlung des Überwinterungsbestandes auf Basis von Lichtschranken- registrierungen	19
2.6 Visuelle Erfassung des Überwinterungsbestandes	20
3 Ergebnisse	21
3.1 Nachgewiesene Fledermausarten und Status in Schleswig-Holstein.....	21
3.1.1 Großer Abendsegler (<i>N. noctula</i>)	21
3.1.2 Zwerg- bzw. Mückenfledermaus (<i>P. pipistrellus/ pygmaeus</i>)	23
3.1.3 Fransenfledermaus (<i>M. nattereri</i>).....	26
3.1.4 Wasserfledermaus (<i>M. daubentonii</i>)	27
3.1.5 Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>).....	29
3.2 Nutzung des Nordwiderlagers durch Fledermäuse	31
3.2.1 Übersicht.....	31
3.2.2 Aktivität in den Sommer- und Herbstmonaten.....	32
3.2.3 Aktivität im Spätherbst und Frühwinter.....	34
3.3 Nutzung des Südwiderlagers durch die Fledermäuse.....	37
3.3.1 Übersicht.....	37
3.3.2 Aktivität in den Sommer- und Herbstmonaten.....	39
3.3.3 Einwanderungs- und Abwanderungsverlauf.....	40
3.4 Abschätzung des Überwinterungsbestandes	41

3.5	Süd- und Nordwiderlager im ökologischen Kontext.....	44
4	Zur Bedeutung der Alten Levensauer Hochbrücke als Fledermausquartier..	45
4.1	Nutzung der Brücke als Winterquartier	45
4.2	Nutzung der Brücke als Schwarmquartier	49
4.3	Nutzung der Brücke durch Fledermäuse versus Baumaßnahmen.....	51
5	Mikroklimatische Untersuchungen	53
5.1	Veranlassung	53
5.2	Messprogramm	54
5.2.1	Geometrie der Spalten und Erfassung von Fledermausclustern	55
5.2.2	Temperatur von Umgebungsluft und Mauerwerk	56
5.2.3	Feuchtigkeit von Umgebungsluft und Mauerwerk	57
5.3	Ergebnisse	58
5.3.1	Geometrie der Spalten und Erfassung von Fledermausclustern	58
5.3.2	Temperatur von Umgebungsluft und Mauerwerk	61
5.3.3	Empfehlung für Ersatzmaßnahmen.....	63
5.4	Feuchtigkeit von Umgebungsluft und Mauerwerk	65
6	Literatur.....	67
	Anlagen	68
	Abbildungsverzeichnis	69

Zusammenfassung

Das vorliegende Gutachten wurde im Zusammenhang mit der geplanten Verbreiterung des Nord-Ostsee-Kanals und dem Ersatz der Alten Levensauer Hochbrücke in Auftrag gegeben. Ziel war die Untersuchung der durch die Fledermauszönose in der Brücke bedingten artenschutzrechtlichen Randbedingungen der Projektierung. Mit einem maximalen Überwinterungsbestand von 6.088 Fledermäusen, vorwiegend Große Abendsegler und Zwergfledermäusen, steht die Brücke in der nationalen Liste der bedeutendsten Fledermausquartiere Deutschland von 2003 an dritter Stelle.

Der Fokus der Untersuchung lag auf dem nördlichen Widerlager. Ziel war neben der Differenzierung der Nutzergemeinschaft auf Artniveau die Quantifizierung des Überwinterungsbestandes, die Charakterisierung der saisonalen Nutzungsdynamik durch die verschiedenen Fledermausarten sowie – in einem zweiten Schritt - die Erfassung von Daten zur mikroklimatischen Situation im Winterquartier.

Erhoben wurden die Daten mit der aktuell modernsten in der Fledermauskunde verfügbaren Überwachungstechnik. Bereits im Juli 2002 war im Südwiderlager das erste ChiroTEC-Lichtschrankensystem in der westlichen Fensteröffnung installiert worden. Im Juli 2003 wurde das östliche Fenster ebenfalls mit einer Lichtschranke ausgestattet. Im Juni 2006 folgte der Einbau der Fledermauslichtschranken im Nordwiderlager. Da ein- und ausfliegende Fledermäuse mit dieser Überwachungstechnik sekundengenau dokumentiert werden, erhält man einen detaillierten Einblick in die Nutzung der Alten Levensauer Hochbrücke. Ergänzend zur quantitativen Überwachung wurde im Dezember 2007 an der östlichen Fensteröffnung des Nordwiderlagers eine Digitalkamera installiert, um die einfliegenden Tiere zu fotografieren und die Aktivitäten anschließend auf Artniveau differenzieren zu können. Begleitend dazu wurden im August 2009 im Nordwiderlager Netzfänge durchgeführt, um im Rahmen eines verhaltensexperimentellen Ansatzes zu überprüfen, ob es sich beim Süd- und Nordwiderlager um einen zusammenhängenden Quartierkomplex oder um zwei unabhängige Quartiere handelt. Zur Erfassung der mikroklimatischen Randbedingungen wurden an insgesamt 28 Messstellen außerdem jeweils bis zu 12 Temperatur- und Feuchtesensoren installiert, um Temperatur- und Luftfeuchteverläufe in den Spalten, im Mauerwerk sowie in der Decke in Abhängigkeit von den außerhalb der Bauwerke herrschenden klimatischen Bedingungen zu erfassen.

Die Fledermausaktivität weist im Jahresverlauf einen über die Jahre hinweg nahezu identischen charakteristischen Verlauf auf. Von Mitte April bis Mitte Juni und Ende Dezember bis Anfang März ist die geringste, im Juli/ August die höchste Aktivität an den Einflugöffnungen zu verzeichnen. Die Einwanderung der winterschlafbereiten Fledermäuse beginnt im Oktober und ist, abgesehen von ein paar Nachzügler und von kälteflüchtigen Zwergfledermäusen, Ende Dezember abgeschlossen. Die Abwanderung beginnt in der ersten Märzhälfte. Die letzten Winterschläfer verlassen in der ersten Aprilhälfte ihr Winterquartier.

Regelmäßig genutzt wird die Alte Levensauer Hochbrücke von mindestens 6 Arten. Auf der Basis von knapp 130.000 ausgewerteten Fotos aus dem Zeitraum Juli 2008 bis November 2010 wird das Aktivitätsgeschehen im Nordwiderlager von Zwerg-/ Mückenfledermäusen (*Pip. pipistrellus/ pygmaeus*) mit einem relativen Anteil von 61% dominiert. Es folgen Fran-

senfledermäuse (*M. nattereri*) mit 17,2%, Große Abendsegler (*N. noctula*) mit 11,5%, Wasserfledermäuse (*M. daubentonii*) mit 9,2% und Braune Langohren (*Plec. auritus*) mit 1%.

Der Überwinterungsbestand lag in den vergangenen Jahren zwischen 5.000 und 7.500 Fledermäusen, wobei tendenziell etwas mehr Fledermäuse im Süd- als im Nordlager überwintern. Eine Ausnahme bildete der Winter 2010/ 11, als im Nordlager mit 3.800 Tieren rund 200 Tiere mehr als im Südlager überwinterten.

Die aktuellen Daten lassen darauf schließen, dass die Großen Abendsegler das Nordwiderlager als Überwinterungsstandort deutlich bevorzugen. So konnten bei den visuellen Kontrollen im Nordlager in den Deckenspalten insbesondere auf der Ostseite an mehreren Stellen Abendseglercluster festgestellt werden, während im Südlager im Gegensatz zu den 1990er Jahren nurmehr Einzeltiere nachgewiesen werden konnten.

Exemplarisch untersucht wurde die Zusammensetzung des Überwinterungsbestandes im Frühjahr 2011 an der östlichen Ausflugsöffnung des Nordlagers mittels eines Doppelkammerasystems. Dominiert wird der Überwinterungsbestand im Nordwiderlager von den beiden *Pipistrellus*-Arten mit 60% (2.267 Individuen), gefolgt von Großen Abendseglern mit 28% (1.069 Individuen) und Fransen- bzw. Wasserfledermäusen mit jeweils 6% (238 bzw. 226 Individuen).

Abgesehen von Präferenz der Abendsegler für das Nordlager scheinen die beiden Widerlager aber einen funktional zusammenhängenden Quartierkomplex zu bilden. Unterstrichen wird diese Einschätzung durch die nahezu identische Fledermausaktivität an den beiden Widerlagern. So wurden beispielsweise zwischen dem 16.06.2006 und 22.11.2011 im Südwiderlager 2,1 Millionen Lichtschrankenregistrierungen aufgenommen, im Nordwiderlager 1,6 Millionen Ein- und Ausflugeignisse. Während der relative Anteil an die Gesamtaktivität jedes Widerlagers über die Jahre weitgehend identisch ist, kann der relative Anteil an der nächtlichen Aktivität eines Widerlagers wie auch der relative Anteil einer einzelnen Einflugsöffnungen stark schwanken. Das ist ein Indiz dafür, dass die Verteilung der Fledermausaktivität auf die beiden Widerlager auch von Zufälligkeiten beeinflusst wird.

Dass es sich bei den beiden Widerlagern um einen Quartierkomplex handelt, und die einzelnen Nutzer nicht nur ein, sondern beide Widerlager sehr gut kennen, zeigen auch die Ergebnisse der verhaltensexperimentellen Untersuchung an den beiden *Pipistrellus*-Arten im August 2009. Nach Freilassung einer Gruppe von etwa 35 mittels Knicklichtern markierter Zwergfledermäuse im Nordwiderlager flogen die ersten Tiere bereits nach wenigen Minuten im Südwiderlager ein.

Die größte Bedeutung der Brücke für Fledermäuse liegt sicherlich in ihrer Funktion als Winterquartier. Mit dieser Funktion verbunden ist aber die mehr oder weniger ganzjährige Nutzung als „Schwärmquartier“. Unter diesem Begriff wird eine Nutzungsform zusammengefasst, in der bei den adulten Tieren der Kontakt bzw. bei den Jungtieren das Kennenlernen der Winterquartiere im Mittelpunkt steht, weniger jedoch die Nutzung als Tagesquartier. D.h., die Fledermäuse besuchen in artspezifisch unterschiedlichen Zeiträumen ihre Winterquartiere, um Quartiererfahrungen zu sammeln, auf die sie dann im Winter zurückgreifen können.

Dominiert wird das Geschehen im Frühsommer von den beiden *Pipistrellus*-Arten sowie einem geringen Anteil Wasserfledermäuse. In der zweiten Julihälfte kommen dazu noch Große Abendsegler. Anfang August tauchen die ersten Wasserfledermäuse an der Brücke auf. Im

Laufe des Septembers gewinnen die Fransenfledermäuse immer mehr an Bedeutung, während Zwergfledermäuse und Große Abendsegler weitgehend verschwunden sind. Erst im November tauchen im Zusammenhang mit der Nutzung der Brücke als Winterquartier wieder Große Abendsegler auf. Im Dezember folgen die Zwergfledermäuse, während die Langohrfledermäuse vorwiegend im Frühjahr, in der Abwanderungsphase der Überwinterungsgäste, in Erscheinung treten. Die geringste Aktivität mit z.T. nur einzelnen Registrierungen im Verlaufe einer ganzen Nacht ist in der Zeit von Mitte April bis Anfang Juni zu verzeichnen.

Zur Überwinterung genutzt werden in erster Linie die Deckenspalten. Während die Großen Abendsegler vorwiegend oberflächennah zu überwintern scheinen, ziehen sich die Zwerg- bzw. Mückenfledermäuse deutlich tiefer in die Spalten zurück. D.h., Abendsegler sind als Überwinterer visuell vergleichsweise leicht nachweisbar, während sowohl Zwerg- als auch Wasser- und Fransenfledermäuse mehr oder weniger unsichtbar sind. Dass die beiden letztgenannten Arten in größerer Anzahl in der Brücke überwintern, konnte deshalb auch erst mittels Fotofallen nachgewiesen werden.

Die Überwinterungsbedingungen in den Spalten sind geradezu optimal für Fledermäuse. Im Laufe des Winters nähert sich die Spalttemperatur immer mehr der Null-Grad-Grenze. Doch selbst bei Außentemperaturen von -10°C sinken die Temperaturen in den Spalten nicht unter 0°C . Darüber hinaus sind die Spalten zerklüftet und bieten den Tieren sicheren Halt. Mit max. 8 cm Breite und einer Tiefe von bis zu einem Meter im Nordwiderlager und 2,40 m im Südwiderlager sind die Spalten außerdem zugluftgeschützt und bieten zusammen mit dem dicken Backsteinmauerwerk den Winterschläfern ein stabiles Temperatur- und Feuchte-regime.

1 Einleitung

Winterquartiere mit mehreren hundert überwinternden Fledermäusen zählen in Deutschland zu den Raritäten, Winterquartiere mit einigen tausend Fledermäusen bilden die große Ausnahme. In GEIGER (2003) sind sieben Winterquartiere mit Überwinterungsbeständen von >1.000 Fledermäuse aufgelistet sowie 44 Quartiere mit Beständen zwischen 100 und 1.000 Winterschläfern. Mit der Kalkberghöhle in Bad Segeberg (13.595 – Platz 1) und der Alten Levensauer Hochbrücke (6.088 – Platz 3) wird die Liste von zwei Schleswig-Holsteiner Winterquartieren angeführt.

20.000 Fledermäuse <2010>: Kalkberghöhle (Naturhöhle, Bad Segeberg, Schleswig-Holstein, GÖTTSCHE, KUGELSCHAFTER & LÜDERS unveröffentl.)

Visuell: 600 Fledermäuse (GÖTTSCHE 2010 mdl.)

7.400 Fledermäuse <2011>: Alte Levensauer Hochbrücke (beide Widerlager, aktuelle Zahlen)

7.000 Fledermäuse <2010>: Brunnen Meyer (Brunnenschacht, Nordrhein-Westfalen, MEIER unveröffentl.)

Keine Zählungen möglich

6.000 Zwergfledermäuse <2009>: Rittersaalkeller (Kellergewölbe, Marburg, Hessen, KUGELSCHAFTER unveröffentl.)

Visuell: seit Mitte der 1990 Jahre keine Zählungen mehr, damals ca. 250 Zwergfledermäuse

4.000 Fledermäuse <2010>: Mauerstollen (Grubenfeld Mayen, Rheinland-Pfalz; KUGELSCHAFTER 2010).

Der „Mauerstollen“ ist Teil eines großen Quartierkomplexes mit mindestens einem halben Dutzend mehr oder weniger weitläufigen Stollensysteme, die sich auf eine Fläche von etwa 1-2 Hektar verteilen. Insgesamt überwintern im Grubenfeld Mayen vermutlich mehrere zehntausend Fledermäuse.

3.000 Fledermäuse <2010>: Hörre (Schieferstollen, Bad Berleburg, Nordrhein-Westfalen, FREDE & KUGELSCHAFTER unveröffentl.).

Abb. 1: Zusammenstellung der bedeutendsten mittels ChiroTEC- Lichtschrankensystemen ermittelten Fledermausüberwinterungsbestände in Deutschland. Integriert in diese Auflistung sind die aktuellen Bestandsdaten der Alten Levensauer Hochbrücke aus dem Winter 2010/ 2011.

Die zunehmende Verbreitung der Fledermauslichtschranken hat in den letzten Jahren die „Hitliste“ von 2003 zur Makulatur werden lassen (s. Abb. 1). Im Gegensatz zu den traditionellen Quartierkontrollen, bei denen die Winterquartiere visuell auf winterschlafende Tiere abgesehen werden, werden bei der automatisierten Bestandserfassung die Einflugöffnungen mit speziellen Fledermauslichtschranken, z.T. gekoppelt mit Digitalkameras, ausgestattet und alle Ein- und Ausflugeignisse einzeln dokumentiert, so dass Überwinterungsbestände entsprechend bilanziert werden können (KUGELSCHAFTER 2010).

Wie aus den großen Differenzen zwischen den visuell erhobenen Daten und den mittels automatischer Zählung erhobenen Daten zu folgern ist, verbringen offensichtlich die meisten Fledermäuse ihren Winterschlaf in mehr oder weniger unzugänglichen und nicht einsehbaren Hohlräumen – eine naheliegende, aber bislang in ihrer Bedeutung und ihrer Konsequenz für die traditionelle Erfassungsmethode weitgehend unterschätzte Verhaltensstrategie.

Nach anfänglicher Skepsis unter den Fledermauskundlern finden die modernen Erfassungsmethoden, zu denen neben den in der Alten Levensauer Hochbrücke eingesetzten Lichtschrankensystemen und Digitalkameras auch verschiedene automatische Lautaufzeichnungssysteme zählen, heute vor allem bei den professionellen Gutachtern zunehmend Verbreitung. Zurückzuführen ist dies auf die gewachsenen wissenschaftlichen Ansprüche, aber auch auf die Forderung der Fachbehörden und Verwaltungsgerichte nach belastbaren Daten.

Stichprobenerhebungen, wie sie bis in jüngste Vergangenheit auch im Gutachterbereich Praxis waren, spiegeln Momentaufnahmen wieder. Selbst bei systematischer Vorgehensweise sind die so gewonnenen Erkenntnisse von Zufälligkeiten geprägt. Im Vergleich dazu verschafft die Dauerüberwachung einen detaillierten und auch im Rückblick nachvollziehbaren Einblick in das Nutzergeschehen.



Abb. 2: Alte (im Vordergrund) und Neue Levensauer Hochbrücke (im Hintergrund).

Die Alte Levensauer Hochbrücke zählt zusammen mit der Kalkberghöhle in Bad Segeberg zu den Pionierstandorten der automatisierten Winterbestandserfassung. Im Gegensatz zur Kalkberghöhle, in der die Fledermäuse aufgrund der kleinen Einflugöffnungen bereits Anfang der 90iger Jahre mit Fledermauslichtschranken gezählt werden konnten, wurden im Rahmen der Untersuchung im Südwiderlager der Alten Levensauer Hochbrücke im Frühjahr 1994 die ausfliegenden Fledermäuse zunächst mit der sich gerade erst entwickelnden IR-Videoüberwachungstechnik dokumentiert und anschließend am Monitor ausgezählt (KUGELSCHAFER 1994). Erst Anfang 2002 wurde damit begonnen, die Einflugöffnungen mit Fledermauslichtschranken auszustatten.

1.1 Veranlassung

Auf der Grundlage des Gutachtens von KUGELSCHAFTER (1994) zählt die Alte Levensauer Hochbrücke zu den bedeutendsten Fledermauswinterquartieren in Deutschland. Aktuellere Daten, abgesehen von den Erhebungen des ehrenamtlichen Quartierbetreuers C. HARRJE, liegen keine vor. Im Zusammenhang mit dem Ersatzneubau der Brücke ergibt sich deshalb aus artenschutzrechtlichen Gründen die zwingende Notwendigkeit, die Datenlage zu aktualisieren und vorhandene Erkenntnislücken zu schließen. Es galt deshalb, möglichst umfassend die verschiedenen Aspekte der Nutzung der beiden Widerlager durch Fledermäuse zu erfassen und gleichzeitig die für das Überleben der Fledermäuse in der Brücke wesentlichen Faktoren zu charakterisieren. Im Einzelnen galt es, nachfolgende Fragen zu klären:

- Von welchen Fledermausarten wird die Brücke genutzt?
- Gibt es artspezifische Unterschiede in der Art und Weise der Quartiernutzung?
- Welche Arten überwintern in der Brücke?
- Sind südliches und nördliches Widerlager als Teile eines einzigen Quartiers anzusehen oder sind sie eigenständige Quartiere mit voneinander unabhängigen Fledermäusegesellschaften?
- Welche klimatischen Faktoren ermöglichen das erfolgreiche Überwintern der Fledermäuse in der Alten Levensauer Hochbrücke?

2 Die Alte Levensauer Hochbrücke als Fledermausquartier

Zwischen 1887 und 1895 erbaut, verbindet der Nord-Ostsee-Kanal die Ostsee auf Höhe der Kieler Förde über die Tideelbe bei Brunsbüttel mit der Nordsee. Durch die Wegverkürzung für die Schifffahrt gegenüber der Fahrt um Skagen zählt der Nord-Ostsee-Kanal neben dem Suez- und Panamakanal zu den wichtigsten Weltverkehrsstraßen. Bedeutung hat der Kanal insbesondere für die Anrainerstaaten und den deutschen Küstenverkehr.

Da der Nord-Ostsee-Kanal vorhandene Wegeverbindungen durchschnitt, wurde nach dem Ausbau des Eiderkanals und dem Abriss der alten Eiderkanalbrücke die Levensauer Hochbrücke etwa 5 km entfernt von der Ostseemündung errichtet. Am 24. Juni 1894 wurde bei Suchsdorf von Kaiser Wilhelm II. der Grundstein für diese mit 163 Metern Spannweite größte Bogenbrücke Deutschlands gelegt. Und bereits am 3. Dezember 1894, nach einer Rekordbauzeit von knapp sechs Monaten, wurde die Brücke eingeweiht und für den Verkehr freigegeben (KN v. 30.11.94). Die für die damalige Zeit enormen Ausmaße von 42 Metern zwischen Wasseroberfläche und Brückenunterkante waren notwendig, um auch den größten damals im Einsatz befindlichen Schiffen der Kaiserlichen Marine die Passage zu ermöglichen.



Abb. 3: Postkartenzeichnung mit Alter Levensauer Hochbrücke

Bereits seit 1971 ist bekannt, dass Große Abendsegler (*N. noctula*) in den Widerlagern der Alten Levensauer Hochbrücke bei Kiel überwintern (PIEPER in HARRJE 1990). Erste konkrete Bestandszahlen datieren aus dem Jahr 1977. Bei ihrer Begehung am 18.02.1977 schätzten PIEPER & HINRICHSEN den damaligen Überwinterungsbestand auf ca. 150 Individuen (HINRICHSEN 1990). Ebenfalls auf 150 Große Abendsegler (Nord- und Südweiterlager zusammengefasst) schätzte HARRJE den Bestand im Winter 1988. Hinzu kamen 104 frisch- und

alttote Tiere. Am 21.11.1989 zählte HARRJE im Südwinterlager 698 sowie im Nordwinterlager 274 Große Abendsegler. Bei einer weiteren Begehung, die er am 27.02.1990 durchführte, ermittelte HARRJE einen Bestand von 7 Abendseglern und 70 Zwergfledermäusen im Südwinterlager sowie 58 Abendsegler und 17 Zwergfledermäuse im Nordwinterlager. Ein Jahr später lag der Überwinterungsbestand bei 629 Abendseglern im Südwinterlager sowie 372 Abendsegler im Nordwinterlager (29.01.1991).

Bei der letzten visuellen Erfassung am 05.01.2006 kam HARRJE auf einen Bestand von 272 Großen Abendseglern im Süd- und 338 Tieren im Nordwinterlager (komplette Darstellung der Bestandserfassungen durch C. HARRJE im Anhang). Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Zahlen einen Mindestbesatz wiedergeben, da eine genaue Zählung der Tiere aufgrund der schlechten Einsehbarkeit der Deckenspalten nicht möglich ist.

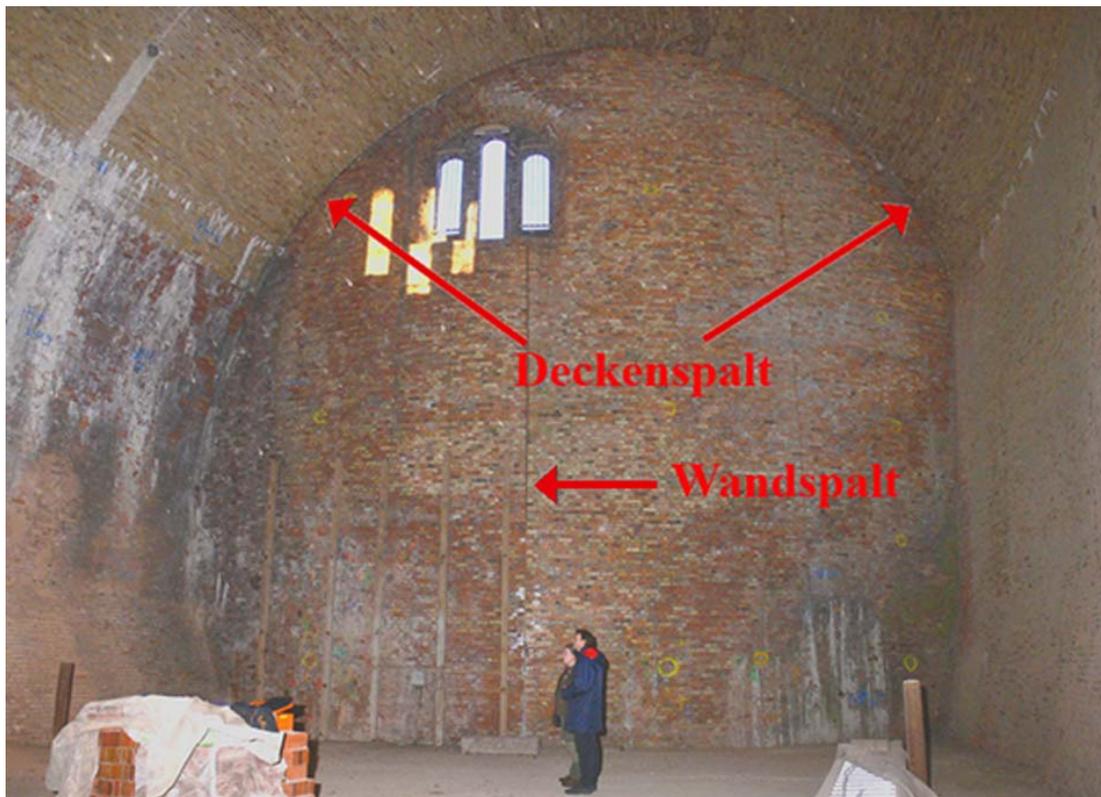


Abb. 4: Südliches Winterlager, Blick auf die östliche Ausflugsöffnung. Der Deckenspalt zieht sich auf beiden Seiten jeweils über die gesamte Breite des Winterlagers. Die Pfeilspitzen markieren Beginn bzw. Ende der Spalte. Der Wandspalt zieht sich auf beiden Seiten des Winterlagers bis unter die Fensteröffnung.

Als Überwinterungsstandort genutzt werden von den Fledermäusen in erster Linie die horizontal verlaufenden Deckenspalten. Vereinzelt werden insbesondere von Zwergfledermäusen aber auch die beiden vertikalen Wandspalten genutzt (s. Abb. 4). Selbst mit Fernglas und einem leistungsstarken Handscheinwerfer kann von den in etwa 14 m Höhe winterschlafenden Tieren nur die erste Reihe gezählt werden. Hinzu kommt die Geometrie der Spalten. Die Deckenspalten sind zwischen wenigen Millimetern und ca. 8 cm breit und stark zerklüftet, wie auch auf der Aufnahme winterschlafender Abendsegler vom 17.11.2009 zu sehen ist (s. Abb. 5). Die seitliche Tiefe der Deckenspalten beträgt im südlichen Winterlager bis 2,40 m, im nördlichen Winterlager bis ca. 1,30 m, ihre Tiefe am Scheitelpunkt beträgt in beiden Winterlagern etwa 1 m.



Abb. 5: Winterschlafende Große Abendsegler im östlichen Deckenspalt des Südwiderlagers (Aufnahme vom 26.12.1995). Meist hängen die Tiere dicht gepackt neben- und z.T. auch übereinander. Zählbar ist deshalb i.d.R. nur die erste „Reihe“.

Konkrete Bestandszahlen konnten erst im Rahmen eines Videoüberwachungsprojektes im Frühjahr 1994 im Südwiderlager ermittelt werden. Auftraggeber war das Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung in Schleswig-Holstein. Auf Basis der Videodaten ermittelte KUGELSCHAFTER (1994) an der überwachten westlichen Fensteröffnung insgesamt 2.700 ausfliegende Fledermäuse (die östliche Fensteröffnungen war in dieser Untersuchung nicht überwacht worden) und schätzte den Gesamtbestand daraufhin für das Südwiderlager auf mindestens 5.000 Große Abendsegler.

Der methodische Aufwand zur Datengewinnung war jedoch enorm, da insgesamt mehrere hundert Stunden Videobänder ausgewertet werden mussten. So blieb es dann auch bei dieser einmaligen Aktion. Alternativen etwa in Form einer automatischen Fledermauszählanlage, wie sie Anfang der 1990er Jahre zur Überwachung der Einflugöffnungen in der Kalkberghöhle entwickelt worden war, standen damals noch nicht zur Verfügung. Die naheliegende Überlegung eines identischen Nachbaus war nicht umsetzbar, weil die Rahmenbedingungen sich stark unterschieden. Die Fledermauseinflugöffnungen zur Kalkberghöhle sind mit einer Öffnungsweite von 90 cm x 20 cm geradezu winzig im Vergleich zu den über 3 m hohen Fensteröffnungen in den Widerlagern der Alten Levensauer Hochbrücke. Eine Reduzierung der Öffnungen auf die Maße der Segeberger Lichtschanke stand nicht zur Diskussion, weil eine Entwertung des Winterquartiers befürchtet wurde.

Es dauerte deshalb einige Jahre, bis ein funktionsfähiger Prototyp entwickelt war. Entscheidend dafür war, dass Bingolotto auf Antrag von C. HARRJE entsprechende Finanzmittel zum Kauf einer Lichtschranke zur Verfügung gestellt hatte. Am 06. Juli 2002 wurde eine Liba-4S in der mittleren östlichen Fensteröffnung installiert. Wegen der laufenden Sanierungsmaßnahmen konnte die westliche Fensteröffnung erst am 20. Juli 2003 mit einer Lichtschranke ausgestattet werden. In die beiden äußeren Fensteröffnungen wurden im Abstand von etwa 10 cm Weidezaunbänder mit einer Breite von 6 cm vertikal verspannt. Mit „sanftem“ Druck sollten die Fledermäuse veranlasst werden, die mittlere Öffnung zu nutzen, wobei die „Hartnäckigen“ aber weiterhin die anderen Öffnungen nutzen konnten. In der Folgezeit wurden die visuellen Bestandskontrollen weitgehend eingestellt, in der Annahme, dass die Lichtschranken validere Daten liefern würden.



Abb. 6: C. HARRJE beim Einbau der Liba-4S . Die Strahlenpaare liegen bei diesem Modell ca. 8 cm auseinander. Insbesondere Zwergfledermäuse können deshalb die Strahlenvorhänge passieren, ohne die korrekte Unterbrechungsabfolge einzuhalten. Da außerdem die Reichweite bei diesem Modell noch nicht ausreichte, um die gesamte Öffnung zu überspannen, wurde das Mastermodul etwa 30 cm über der Fensterbank eingebaut. Normalerweise werden die Lichtschranken mit horizontaler Strahlenausrichtung eingebaut, nur ausnahmsweise, wie hier in der Brücke, werden sie mit vertikaler Strahlenausrichtung installiert.

Am 16.05.2004 wurden die beiden zunächst installierten Lichtschranken gegen ein überarbeitetes Modell mit etwas höherer Reichweite ausgetauscht. Am 18.12.2004 wurden diese gegen zwei Liba-16TS-Modelle ausgetauscht, die wiederum am 05.02.2011 gegen zwei Liba-16TSn ausgetauscht wurden.

In den ersten drei Jahren nach Einbau der neu entwickelten Lichtschranken gehörten Ausfälle zum Technikalltag. Vor allem Tauben stellten eines der auftretenden Probleme dar. Sie setzten sich auf die Lichtschranke und koteten auf die Dioden. Verschiedene Maßnahmen, die Tauben von den Lichtschranken fernzuhalten, hatten keinen Erfolg. Erst nachdem Anfang September 2005 ein Draht quer über das untere Lichtschrankenmodul gespannt und

gleichzeitig der Taubensitzplatz über dem Slavemodul beseitigt worden war, war das Problem behoben.

Am 16.06.2006 wurde auch das nördliche Widerlager mit Lichtschranken (Liba-16TS) ausgestattet. Dazu wurden im nördlichen Widerlager die Gitter in den beiden mittleren Fensteröffnungen entfernt. Nach Aussagen des damals zuständigen Brückenwärters Bruhn waren diese Mitte der 80iger Jahre installiert worden, um die Tauben aus dem Widerlager fernzuhalten. Am 01.11.2010 wurde die Liba-16TS gegen das Nachfolgemodell Liba-16TSn ausgetauscht.

Erste Versuche zur Artdifferenzierung der ein- und ausfliegenden Fledermäuse wurden im Dezember 2007 unternommen. Die ersten Feldeinsätze der von ChiroTEC neu entwickelten Fledermausfotoerfassung hatten im Herbst 2007 im Grubenfeld Mayen einige überraschender Erkenntnisse zur Nutzung des dortigen Stollensystems durch die verschiedenen Fledermausarten geliefert (KUGELSCHAFTER 2007). Erkenntnisse, die letztlich auch dazu führten, die damalige Einschätzung bezüglich der Nutzung der Alten Levensauer Hochbrücke durch Fledermäuse zu hinterfragen.

2.1 Fledermausüberwachungstechnik

Die derzeit im Handel verfügbaren Techniken zur automatischen Bestandsüberwachung von Fledermauskolonien wurden allesamt von der Fa. ChiroTEC in Lohra entwickelt. Nach rund 20jähriger Entwicklung umfasst die derzeit von ChiroTEC angebotene Produktpalette neben verschiedenen Lichtschrankensystemen zur Zählung ein- und ausfliegender Fledermäuse eine elektronische Wägeeinheit zur automatischen Gewichtserfassung ein- und auskrabbelnder Fledermäuse (KUGELSCHAFTER ET AL 2009b), eine in das Überwachungssystem eingebundene Transponderleseeinheit sowie auch eine spezielle Fledermausfotoerfassung.

Begonnen wurde mit der Entwicklung der Lichtschrankensysteme im Frühjahr 1991 im Rahmen eines Untersuchungsauftrages des NABU, Bad Segeberg. Auf Initiative von Alfred Ortman, dem damaligen Vorsitzenden der NABU-Ortsgruppe, sollte der Fledermausüberwintungsbestand in der Kalkberghöhle ermittelt werden (KUGELSCHAFTER 1993). Im Arbeitskreis Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V. fand sich in der Folgezeit unter der Leitung von K. Kugelschafter ein kleines Entwicklerteam zusammen, das im Laufe von zwei Jahren zunächst einen funktionsfähigen Prototyp einer Fledermauszählanlage entwickelte (KUGELSCHAFTER ET AL 1995). 1995 schlossen sich T. Horvath, T. Volk und K. Kugelschafter zu einer GbR zusammen mit dem Ziel, ein mobiles Überwachungssystem für Fledermausquartiere zu entwickeln. Nach mehreren Umstrukturierungen fungiert das ursprüngliche Team, ergänzt durch weitere freie MitarbeiterInnen, seit Frühjahr 2001 als Arbeitsgemeinschaft unter der Firmenbezeichnung ChiroTEC.

Im Laufe der Jahre wurden für unterschiedliche Gegebenheiten unterschiedliche Lichtschrankensysteme entwickelt. Bei der Levensauer Hochbrücke bestand die Herausforderung darin großen Öffnungen von 3,5 m zuverlässig zu überwachen. Anfang 2000 wurde mit der Entwicklung eines solchen Systems begonnen. Zuerst wurde die Liba-4S bzw. Liba-4TS mit einer Reichweite von 3 bzw. 3,5 m entwickelt. Danach kam die Liba-16TS mit einer größeren Strahlendichte zum Einsatz. Das derzeit dort eingesetzte Lichtschrankensystem Liba-16Sn

ist in der Lage zuverlässig Ein- und Ausflugereignisse über eine Entfernung von 7 m zu registrieren.

Lichtschrankensysteme Liba-4S bzw. Liba-4TS: Die Richtungserkennung basiert auf zwei antiparallel ausgerichteten und hintereinander geschalteten Strahlenvorhängen aus jeweils 4 Einzelstrahlen. Öffnungsweite: 36 cm x 300 bzw. 350 cm.

Lichtschrankensysteme Liba-16TS bzw. Liba-16TSn: Die Richtungserkennung basiert auf zwei antiparallel ausgerichteten und hintereinander geschalteten Strahlenvorhängen aus jeweils 16 Einzelstrahlen. Öffnungsweite: 36 cm x 350 bzw. 700 cm.

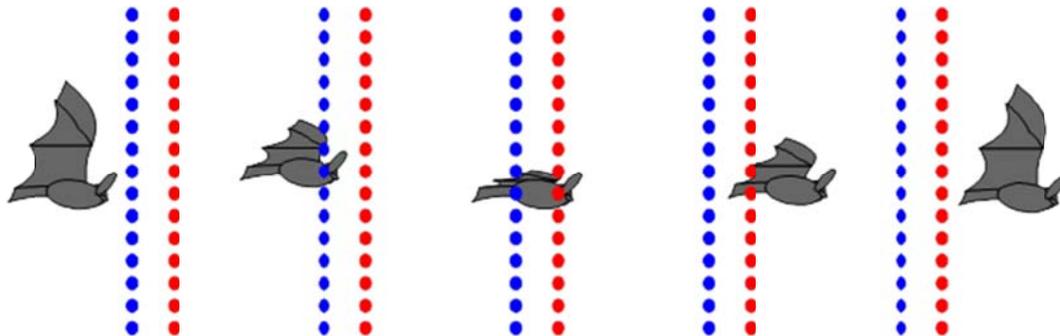


Abb. 7: Schematische Darstellung des Passiervorganges (aus KUGELSCHAFTER et al. 1995). Nur bei korrekter Unterbrechungsabfolge wird die Fledermaus registriert.

Tricorder 9006 bzw. Tricorder 9008e: Dokumentationszentrale ist der Tricorder, wobei die Auswertung von Ein- und Ausflügen mittels eines Softwarefilters erfolgt. Wird ein Strahlengang unterbrochen, wird dies zunächst entweder als Unterbrechung des äußeren oder aber des inneren Strahlenvorhangs vom Datenlogger registriert. Als Durchflug dokumentiert werden jedoch nur vollständige logische Unterbrechungsabfolgen, wie sie einem Ein- bzw. einem Ausflug zugrunde liegen, unabhängig davon, wie lange ein einzelner Strahlenvorhang unterbrochen wird. D.h., wenn ein Tier von außen kommend zunächst im Strahlengang sitzen bleibt und erst nach einigen Minuten weiterfliegt, wird dies trotzdem als Einflug sekundengenau dokumentiert. Um eine komplette Aus- bzw. Einflugsequenz auslösen zu können, müssen „Objekte“ jedoch mindestens 3,5 cm groß sein. Nur dann können sie gleichzeitig beide Strahlenvorhänge abdecken. Damit wird verhindert, dass kleine Objekte wie Mücken und kleine Nachfalter als Aus- bzw. Einflug registriert werden.

Der Tricorder 9008e ist eine Weiterentwicklung des Tricorders 9006. Er verfügt neben einem deutlichen schnelleren Prozessor vor allem über einen größeren Speicher sowie über diverse Sonderoptionen. Hierzu zählen u.a. zwei programmierbare Schaltausgänge sowie die Option zum Anschluss von 16 Sensorknoten mit insgesamt 96 Temperatursensoren und 32 Feuchtesensoren. Aufgrund der höheren Abfragegeschwindigkeit kann mit dem Tricorder 9008e die theoretische maximale zeitliche Auflösung der eingesetzten Lichtschranken, die bei einer Geschwindigkeit von etwa 30 m/sec. liegt, auch ausgereizt werden. Seit Frühjahr 2008 wird der Tricorder 9008e im Nordwiderlager parallel zum Tricorder 9006 eingesetzt. Wie ein Vergleich der Ergebnisse zeigt, sind die Unterschiede zwischen den beiden Modellen minimal. Offensichtlich passieren nur relativ wenige Fledermäuse die Lichtschranke mit Geschwindigkeiten von deutlich über als 2 m/sec, der maximalen Auflösung des Tricorders 9006.

2.2 Auswertung der Lichtschrankenregistrierungen

Die Einzelereignisse werden als Datenblock unter dem aktuellen Datum und mit einem Ortscode versehen auf einen PC übertragen. Hier werden sie mit der Auswertesoftware ChiroGraph ausgewertet und als Histogramm dargestellt (KUGELSCHAFTER 1999). Die beiden wichtigsten Optionen im Zusammenhang mit der Auswertung der Fledermausdaten aus der Levensauer Brücke sind die Modi "Registrierung", mit dem Aktivitätsverläufe dargestellt werden und "Summen", mit dem die Überwinterungsbestände ermittelt werden.

Beim Auswertemodus "Tagesregistrierungen" werden die aufgezeichneten Datensätze in Halbstundenintervallen nach Ein- und Ausflügen getrennt aufsummiert. Sichtbar wird damit die Aktivität in der Ausflugsöffnung. Bei der Darstellung längerer Zeiträume werden die Daten auf der Basis von Einzeltagen zusammengefasst.

Beim Auswertemodus "Tagessummen" werden die Ein- und Ausflüge in Halbstundenintervallen bilanziert. Sichtbar wird damit die Anzahl ins Widerlager eingewanderter bzw. abgewanderter Fledermäuse. Bei der Darstellung längerer Zeiträume werden die Daten ebenfalls auf der Basis von Einzeltagen zusammengefasst.

2.3 Fledermausfotoerfassung

Herzstück der Bestandsüberwachung von Fledermausquartieren, die von einem gemischten Artenspektrum genutzt werden, ist die ChiroTEC-Fledermausfotoerfassung. Ergänzt wird die Lichtschranken-/ Loggereinheit bei dieser Erfassungsmethode durch eine schnelle Digitalkamera.

Die Auslösung der Kamera erfolgt kabelgebunden über den Fernauslöseeingang. Bis zum Sommer 2009 war dazu eine spezielle Fotoauslöseelektronik zwischen Lichtschranke und Tricorder 9006 eingeschleift. Inzwischen werden die Kameras über die Steuerausgänge des Tricorders 9008e ausgelöst. Abhängig von der lokalen Situation kann der Auslöseimpuls bereits bei Unterbrechung des zweiten Strahlenvorhangs oder aber erst auf Basis eines vollständigen Durchfluges erfolgen. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde die Kamera in Verbindung mit der Panasonic DMC-FZ50 zunächst einmal auf den zweiten Strahlenvorhang getriggert. Im Vergleich zur Triggerung auf komplette Durchflüge erfolgt damit der Auslöseimpuls etwa 20-30 cm früher. Nach Umstellung auf das Nachfolgemodell DMC-G1 wurde der Auslöseimpuls auf komplette Durchflüge umgestellt und gleichzeitig eine Sperrzeit von 0,5 Sekunden programmiert, in der weitere Unterbrechungen nicht ausgewertet werden.

Jeder Auslöseimpuls wird vom Tricorder 9008e mit der genauen Uhrzeit aufgezeichnet, so dass sich auf Basis der Uhrzeit von Kamera und Triggersignal jedes einzelne Foto zuordnen lässt.

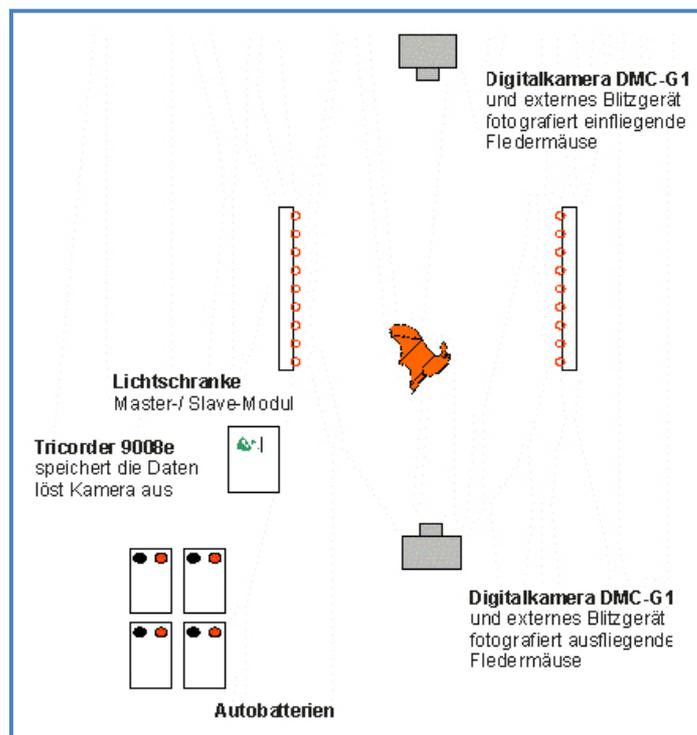


Abb. 8: Schematische Darstellung der ChiroTEC-Fledermausfotoerfassung. Nicht dargestellt sind in diesem Schema die Kabelverbindungen zwischen den einzelnen Modulen. Die Batterien sind in der Levensauer Brücke durch einen Netzanschluss ersetzt (aus KUGELSCHAFTER 2010).

Digitalkameras und Blitzgeräte: Von Dezember 2007 bis November 2008 wurden die einfliegenden Fledermäuse an der östlichen Einflügöffnung des Nordlagers mit einer DMC-FZ50 fotografiert. Die Auslöseverzögerung bei diesem Modell liegt bei etwa 0,7 Sekunden. Ab Dezember 2008 wurde auf das Nachfolgemodell DMC-G1 umgestellt. Bei der G1 handelt es sich um eine Vertreterin einer neuen Kameraklasse, der sogenannten „EVIL“-Kameras (= Electronic Viewfinder, Interchangeable Lens = Elektronischer Sucher, Wechselobjektiv), einer spiegelreflexähnlichen Kamera mit Wechselobjektiven und einer Auflösung von 12,1 Megapixel. Die Auslöseverzögerung der G1 liegt bei etwa 0,2 Sekunden.

Um die Bewegungsunschärfe der fotografierten Fledermäuse zu minimieren, wurde die Leistung der drei Metzblitze 44 MZ-2 auf 1/8 reduziert, wodurch die Blitzdauer auf 1/1.500 Sekunde verkürzt wurde. Da bei dieser geringen Blitzleistung nur ein kleiner Teil der gespeicherten Energie abgeblitzt wird, ist das Blitzgerät sofort wieder in Bereitschaft. Aus diesem Grund ist auch möglich, mit einer Latenzzeit von 0,5 Sekunden zu arbeiten. Selbst zwei im Abstand von einem halben Meter hintereinander ausfliegende Fledermäuse können so dokumentiert werden.



Abb. 9: Blick auf die östliche Fensteröffnung des Nordwiderlagers mit Kamera und Zusatzblitzgerät. Rechts in der Bauhütte befindet sich das Büro mit Internet- und Telefonanschluss. Im Dezember 2007 war die Kamera zunächst auf der Bauhütte aufgebaut, getrennt von den Blitzgeräten, die an einem Galgen am Fensterrahmen installiert waren. Später wurde die Kamera auf der in Mitte des Bildes befindlichen Blechhütte aufgebaut. Nach Umstellung auf die neuen Blitzgeräte und der Verwendung eines Zoomobjektives wurde die Kamera auf dem Boden aufgebracht. Vorteil war vor allem die Zugänglichkeit der Kamera beim Kartenwechsel und der Scharfstellung des Objektivs.

Um genügend Speicherreserven für die Bildaufzeichnung zu haben, wurden 16 bzw. 32 GB-SDHC-Karten eingesetzt. Die Speicherkapazität bei der G1 liegt damit entweder bei 2.700 bzw. 5.400 Fotos. Bei den Kontrollen werden die Speicherkarten ausgetauscht und die Daten anschließend auf einen PC übertragen. Die Auswertung der Bilder erfolgt mit der Software FledermausLabel in Kombination mit Excel 97, die Erstellung der Graphiken mit Origin (KUGELSCHAFTER et al. 2009a).

Installiert war die Fotofallenkamera zunächst nur an der östlichen Ausflugsöffnung des Nordwiderlagers mit dem Ziel, einen Einblick in das Artenspektrum einfliegender Fledermäuse zu bekommen (= „Einflugskamera“). Im September 2009 wurde vorübergehend eine weitere Kamera im Südlager installiert. Nach den positiven Erfahrungen mit der neu entwickelten und mittlerweile auch an anderen Standorten erprobten Fotofallenmethode war das nächste Ziel, den Überwinterungsbestand nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ zu erfassen (KUGELSCHAFTER 2010). Aus diesem Grund wurde am 10. März 2011 zusätzlich zur Einflugskamera am östlichen Fenster des Nordlagers auf der Fensterbank eine zweite Kamera installiert, um auch die ausfliegenden Tiere zu erfassen (= „Ausflugskamera“). Zusammen mit dem Blitz war die Ausflugskamera in einer wasserdichten Box mit Blickrichtung nach oben eingebaut, so dass die Tiere meist ventral fotografiert wurden.

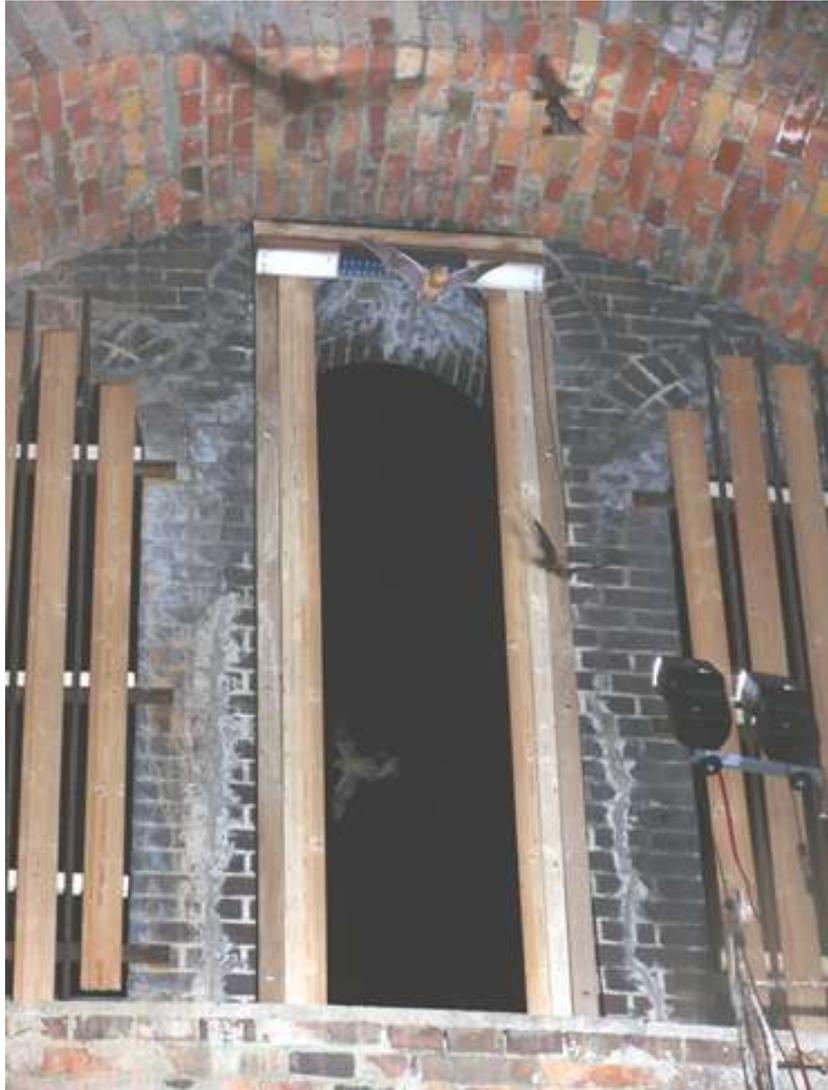


Abb. 10: Blickfeld der Digitalkamera, mit der die einfliegenden Fledermäuse in der östlichen Fensteröffnung dokumentiert werden. Am oberen Fensterrand sieht man das Slavemodul der Liba-16TS. Nicht sichtbar ist das Mastermodul auf dem Fensterbrett.

Um möglichst alle Fledermäuse beim Einfliegen zu dokumentieren, wurde ein großer Bildwinkel gewählt. Nachteil dabei war, dass viele Aufnahmen unterbelichtet waren und zur einigermaßen sicheren Artbestimmung die Bilder aufgehellt und die Fledermäuse herausgezoomt werden mussten. Da bei der DMC-FZ50 aufgrund der großen Auslöseverzögerung häufig nicht sicher unterschieden werden konnte, welches Individuum gerade eingeflogen war, wurden alle auf dem Foto bestimmbaren Fledermäuse in die Auswertung einbezogen. Erst durch die Umstellung auf die G1 war es möglich, die Auswertung auf die tatsächlich einfliegenden Individuen zu beschränken. Auf die Charakterisierung der Aktivität der verschiedenen Arten, wie in diesem Bericht dargestellt, hat dies jedoch keinen Einfluss.

Im Gegensatz zur Aktivitätserfassung werden bei Ermittlung des Überwinterungsbestandes zwei Kameras eingesetzt und sowohl aus- als auch einfliegende Fledermäuse fotografiert. Auf Artniveau werden die Ein- und Ausflugfotos danach bilanziert und so die Überwinterungsbestände der einzelnen Arten ermittelt.

2.4 Qualität der Lichtschrankendaten

Regelmäßig durchgeführte Tests der Lichtschrankensysteme im Labor ergaben eine hundertprozentige Erfassung von Bällen, die zum Testen durch die Lichtschranke geworfen wurden ebenso wie Testaufbauten mit einem sich drehenden Flügel. Im Feldeinsatz gibt es dann aber doch die eine oder andere „Unschärfe“, die immer wieder Anlass zu kleineren und auch größeren Modifikationen war. Darüber hinaus lassen sowohl Videoaufzeichnungen als auch die Daten der Fotoerfassung darauf schließen, dass ein geringer Prozentsatz der Passagen nicht gezählt wird. Die Gründe dafür sind vielfältig und variieren sowohl zwischen den eingesetzten Lichtschrankensystemen wie auch zwischen den verschiedenen Fledermausarten bzw. im Jahresverlauf:

Querung der Strahlenvorhänge: Tiere landen beim Ausflug am seitlichen Rahmen und krabbeln von da in den Strahlenvorhang. Dabei kann ein Durchflug entweder überhaupt nicht bzw. in Abhängigkeit davon, wie die Fledermaus mit ihrem Flügel den Strahlenvorhang unterbricht, u.U. falsch registriert werden.

Pulkbildung: Mehrere Tiere passieren als Pulk den Strahlenvorhang – gezählt wird in einem solchen Fall jedoch nur ein Tier.

Reflexion: Bei den auf hohe Reichweite optimierten Liba-4S und TS sowie dem Liba-16TS Modellen kann es zu reflexionsbedingten Fehl- bzw. Nichtregistrierungen kommen, wenn die Fledermaus das Modul in weniger als 20 cm Entfernung quert. Insbesondere, wenn ein einzelnes Tier in Deckennähe kreist, wie bei den Fransenfledermäusen immer wieder zu beobachten, werden Tiere nicht immer erfasst. Beim Nachfolgemodell besteht dieses Problem jedoch nicht mehr.

Jahreszeitliche Unterschiede in der Erfassungsgenauigkeit: Alttiere, die sich auskennen, zeigen weniger Erkundungs- und Neugierverhalten, und schwärmen weniger als Jungtiere. Deutlich werden diese Unterschiede, wenn man die Fledermausaktivität zwischen 22. Mai und 25. Juli 2010 mit der Aktivität zwischen 26. Juli und 29. August 2010 miteinander vergleicht. Im Frühsommer beträgt die relative Differenz zwischen Ein- und Ausflügen 5,7% (31.381 Einflüge/ 29.608 Ausflüge), während die relative Differenz im Hochsommer bei 18,3% (58.092 Einflüge/ 47.448 Ausflüge) liegt.

Geschwindigkeit: Der Fledermausflug ist eine Art „Ruderflug“. D.h., zur linearen Vorwärtsbewegung des fliegenden Tieres kommt noch der rudernde Flügelschlag. U.U. erreicht eine Fledermaus bis zu 20 Flügelschläge/ Sekunde. Flügelstellung zusammen mit der Geschwindigkeit können zu Fehlern bei der Richtungserkennung führen, wenn die Abfragegeschwindigkeit des Loggers nicht ausreicht.

Nebenöffnungen: Obwohl die seitlichen Fenster bis auf kleine Spalten verbrettert sind, landen vereinzelt Zwergfledermäuse an den Brettern und krabbeln durch die Spalten ins Freie.

Empfindlichkeit: Bei starker Verschmutzung, d.h., beispielsweise, wenn eine Staubschicht bzw. Vogelkot die Dioden blendet, ist die Lichtschranke unterbrochen. Wenn eine Empfangsdiode nur leicht verschmutzt ist, kann dies zu einer reduzierten Empfindlichkeit führen, was sich wiederum auf die Richtungserkennung auswirken kann.

„Artfremde“ Passagen: In der Alten Levensauer Hochbrücke sind es vor allem Vögel. Abgesehen von Aktivitäten in der Dämmerungsphase, in der sich u.U. die Aktivität von Vögeln und

Fledermäusen überschneiden, lassen sich die Daten der tagaktiven Vögel jedoch manuell aus dem Datenpool entfernen. Hinzu kommen weitere „Fehlregistrierungen“ durch eingewehrte Blätter, große Nachtfalter ebenso wie Schneeflocken.

2.5 Ermittlung des Überwinterungsbestandes auf Basis von Lichtschrankensregistrierungen

Da es bei der Ermittlung der sommerlichen Fledermausaktivität nicht um einzelne Individuen geht, sondern die Passagen aufsummiert werden, sind die Ergebnisse trotz der Fehler durch nicht gezählte Passagen bzw. Fehler in der Richtungserfassung ohne weitere Einschränkung verwertbar. Für die Ermittlung des Überwinterungsbestandes sollte man den möglichen Erfassungsfehler abschätzen können. Abschätzen lässt sich der mögliche Fehler auf Basis der relativen Differenz zwischen Ein- und Ausflugregistrierungen während der Sommermonate.

Der Zeitraum Mai / Juni ist die Jahreszeit mit der geringsten Aktivität. Darüber hinaus handelt es sich bei den Besuchern ausschließlich um adulte ortskundige Individuen, Rahmenbedingungen, die auch für die Abwanderungsphase zutreffen. D.h., es ist davon auszugehen, dass der Erfassungsfehler in dieser Zeit am geringsten ist.

Exemplarisch wird die Berechnung des Überwinterungsbestandes für 2010 auf Basis des Korrekturfaktors aus dem Zeitraum 01. Mai bis 30. Juni 2009 dargestellt. Insgesamt wurden an den beiden Lichtschrankensystemen im Nordlager zwischen dem 01. Mai und 30. Juni 2009 10.422 Einflüge und 9.917 Ausflüge registriert. Daraus errechnet sich eine relative Differenz zwischen Ein- und Ausflüge von 5%. Bezieht man diesen Wert in die Abwanderungsbilanz des Nordwiderlagers im Frühjahr 2010 mit ein, so ergibt sich ein Überwinterungsbestand von ca. 2.300 Fledermäusen (1.434 Einflüge, 3.410 Ausflüge = 2.146 Winterschläfer zzgl. des auf die ausfliegenden Fledermäuse bezogene Korrekturfaktors).

Die mittels Korrekturfaktor ermittelten Zahlen (s. Abb. 42) stellen vermutlich Mindestangaben dar, so dass der tatsächliche Überwinterungsbestand etwas höher liegen dürfte. Wie realistisch diese Annahme ist, zeigen die mittels optimierter Technik ermittelten Daten des Nordwiderlagers aus dem Winter 2010 / 2011. Am 01. November 2011 wurden die beiden Liba-16TS gegen das Nachfolgemodell Liba-16TSn ausgetauscht. Gleichzeitig wurden die seitlichen Öffnungen mit einer normalerweise an Balkonen verwendeten blickdichten Matte abgedeckt und die Einflugöffnungen geringfügig verschmälert, so dass die Tiere jetzt fast keine Möglichkeiten mehr haben, die Strahlenvorhänge zu umgehen.

Die auf Basis der Daten des Tricorder 9006 errechneten Einwanderungs- bzw. Abwanderungsbilanzen sind nicht nur deutlich höher, sondern auch fast identisch. So wurden zwischen dem 27. Oktober 2010 (dem Beginn der Einwanderung) und dem 02.02.2011 3.559 Tiere gezählt. Im Frühjahr 2011 wird die Einwanderungsbilanz mit 3.951 abgewanderten Fledermäusen mit der vergleichsweise minimalen Differenz von 392 Tieren bestätigt. Die Plausibilität dieser Daten wird wiederum durch die parallel vom Tricorder 9008e ermittelte Anzahl von 4.126 abgewanderten Fledermäusen unterstrichen.

2.6 Visuelle Erfassung des Überwinterungsbestandes

Neben der quantitativen Ermittlung des Überwinterungsbestandes mittels Fledermauslichtschranken sollte auch eine qualitative Bestandserfassung, ähnlich wie sie C. HARRJE in der Vergangenheit praktiziert hatte, durchgeführt werden. Dazu wurden mit einem 55Watt-Handscheinwerfer und Fernglas die Deckenspalten auf winterschlafende Fledermäuse abgesucht. Darüber hinaus wurden die Spalten, sowie möglich, mit einem starken Teleobjektiv fotografiert, bzw. gefilmt.



Abb. 11: Die visuelle Kontrolle der Deckenspalten erfolgte mit Handscheinwerfer und Fernglas. Aufgrund der Entfernung zwischen dem Standort des Beobachters und der mangelhaften Einsehbarkeit der Deckenspalte zusammen mit den leicht gebogene Wänden war selbst mit Fernglas eine sichere Unterscheidung von Abendseglern und Zwergfledermäusen nicht immer gewährleistet (Foto: T. Stephan).

3 Ergebnisse

3.1 Nachgewiesene Fledermausarten und Status in Schleswig-Holstein

Insgesamt wurden bei der vorliegenden Untersuchung mit dem Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*), der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), der Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*), der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) sowie dem Braunen Langohr (*Plecotus auritus*) 6 Arten mehr oder weniger regelmäßig nachgewiesen. Außerdem gibt es noch Hinweise auf einzelne Breitflügelfledermäuse (*Eptesicus serotinus*). Aus der Vergangenheit liegt darüber hinaus noch ein Hinweis auf eine überwinternde Teichfledermaus (*Myotis. dasycneme*) vor (HARRJE mdl.).

3.1.1 Großer Abendsegler (*N. noctula*)

Kopf-Rumpf-Länge	60-82 (85) mm
Unterarm	48-58 mm
Spannweite	320-400 mm
Gewicht	19-40 (46) g

Abb. 12: Körpermaße des Großen Abendseglers (*N. noctula*)

Status Rote Liste:

In Schleswig-Holstein nicht in der Roten Liste geführt und bundesweit Status V (Vorwarnliste).

Kennzeichen:

Große Art. Sehr kurzes, eng anliegendes Fell. Haare einfarbig. Oberseite rostbraun, samtartig (speckig) glänzend. Unterseite gelbbraun, matt. Ohrmuschel kurz, breit, abgerundet, dreieckförmig. Tragus kurz, pilzförmig. Flügel lang, an den Spitzen besonders schmal werdend. Häute schwarzbraun.



Abb. 13: Großer Abendsegler (N. noctula). Das wichtigste Merkmal zur Artbestimmung auf Fotobasis ist die Größe. Hinzu kommen das rötliche Körperfell, die schmalen Flügel und der weit über die Füße hinausragende herzförmige Schwanz. Im Idealfall sind alle Merkmale sichtbar (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 20.7.2009).

Jagdhabitat:

In Wäldern meist über dem Kronendach, über Lichtungen, an Waldrändern, über Ödland, Grünland und über Gewässern der Jagd nachgehend. Kommt mit Vorliebe auch zu Müllkippen. Begibt sich zum Jagen aber auch anderswohin, so in Ortsrandlagen (Parks, Friedhöfe), selten dagegen über den Zentren von weiträumigen und dicht bebauten Siedlungsflächen. Aktionsradius groß: bis weit mehr als 10 km von den Tageseinständen jagend.

Sommerquartiere:

Wochenstuben in Baumhöhlen, Stammaufrissen, auch in besonders geräumigen Fledermaus-Spezialkästen, selten in bzw. an Gebäuden.

Winterquartiere:

Die Art ist wanderfähig und führt im Spätsommer und Frühherbst und wieder im Frühjahr Migrationflüge über teilweise weite Strecken aus. In Gebäuden, wie z. B. Plattenbauten und Brückenköpfen in Spalten und Ritzen anzutreffen. In Schleswig-Holstein werden besonders Baumhöhlungen und Spechthöhlen, darüber hinaus in den letzten Jahren auch künstliche Winterschlafhöhlen als Winterquartiere genutzt. Die Wintergesellschaften sind oft sehr groß und die Tiere neigen zu Massenansammlungen. Die Quartiere sind als kalt einzustufen und teilweise können in ihnen Minustemperaturen auftreten.

3.1.2 Zwerg- bzw. Mückenfledermaus (*P. pipistrellus/ pygmaeus*)

Kopf-Rumpf-Länge	(32) 36-51 mm
Unterarm	28-41 mm (Männchen), 42 mm (Weibchen)
Spannweite	180-240 mm
Gewicht	3,5-8 g

Abb. 14: Körpermaße der Zwergfledermaus (*P. pipistrellus*)

Status Rote Liste:

In Schleswig-Holstein Status D (Daten defizitär) und bundesweit ungefährdet.

Kennzeichen:

Sehr klein. Oberseite rot-, fahl- bis tiefbraun. Unterseite etwas heller. Ohr kurz, dreieckförmig. Tragus kurz, leicht nach innen gekrümmt. Häute schwarzbraun. Die Penisfarbe des Männchens ist grau. Sehr große Ähnlichkeit mit der Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus*. Es existieren derzeit nur wenige sichere morphologische Merkmale, die diese beiden Arten trennen. Rufmittelfrequenz liegt bei 45 kHz.



Abb. 15: Zwerg- bzw. Mückenfledermaus (*P. pipistrellus/ pygmaeus*) anhand von Fotos nur selten unterscheidbar. Wichtigstes Bestimmungsmerkmal bei den beiden *Pipistrellus*-Arten ist ihre geringe Größe und der lange, weit über die Füße hinausragende Schwanz. Das Körperfell ist dunkel, Bauchfell meist geringfügig heller als das Rückenfell (Ausschnittvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010).

Jagdhabitat:

Bevorzugt im Bereich von Ortslagen jagend, in der Umgebung von Gebäuden, u. a. entlang von Straßen, in Innenhöfen mit viel Grün, in Park- und Gartenanlagen, des Weiteren über Gewässern, entlang von Waldrändern und Waldwegen, dagegen kaum im Waldesinneren.

Sommerquartiere:

Wochenstuben in Spaltenquartieren an und in Bauwerken mit Holz-, nicht selten Eternitverkleidungen, hinter Putzblasen, Fensterläden, Schildern, in Dachkästen (falls in enge Strukturen führend), bei Flachdächern unter Dachpappe, hinter Blechabdeckungen; beziehen Neubauten relativ schnell. Vereinzelt meist Männchen- und Paarungsgruppen auch in Nistgeräten, gern in solchen aus Holzbeton, aber Wochenstuben sind selten darin zu finden.

Winterquartiere:

Gelegentlich in trockenen unterirdischen Hohlräumen, dort des Öfteren sogar massenweise; häufig an ähnlichen Stellen wie die Breitflügelfledermaus, nämlich oberirdisch in Spalten und dann gegen Frosteinwirkungen ungesichert, ferner in sehr engen Spaltenquartieren an und in menschlichen Bauten.

Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*)

Kopf-Rumpf-Länge	(32) 36-51 mm
Unterarm	28-41 mm (Männchen), 42 mm (Weibchen)
Spannweite	180-240 mm
Gewicht	3,5-8 g

Abb. 16: Körpermaße der Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*) (mehr oder weniger identisch mit den Zwergfledermäusen)

Status Rote Liste:

In Schleswig-Holstein und bundesweit Status D (Daten unzureichend).

Kennzeichen:

Sehr klein. Oberseite rot-, fahl- bis tiefbraun. Unterseite etwas heller. Ohr kurz, dreieckförmig und an der Basis leicht aufgehellt. Tragus kurz, leicht nach innen gekrümmt. Häute schwarzbraun. Die Penisfarbe des Männchens ist gelblich. Sehr große Ähnlichkeit mit der Zwergfledermaus. Es existieren derzeit nur wenige sichere morphologische Merkmale zur Unter-

scheidung der beiden Arten. Die deutlichsten Unterschiede liegen in der Ruffrequenz, die bei der Mückenfledermaus 55 kHz liegt, während sie bei der Zwergfledermaus bei 45 kHz liegt.



Abb. 17: Mücken- bzw. Zwergfledermaus (*P. pygmaeus/ pipstrellus*). Eines der Unterscheidungsmerkmale ist das nahezu schwarze Gesicht der Zwergfledermaus (rechtes Foto), während das Gesicht bei der Mückenfledermaus deutlich heller ist (Foto: F. Gloza-Rausch).

Jagdhabitat:

Derzeit sind erst wenige Beschreibungen vorhanden. Sie wurde jagend in Ortschaften, in der Umgebung von Gebäuden, entlang von Straßen, in Park- und Gartenanlagen, des Weiteren über Gewässern, entlang von Waldrändern und Waldwegen festgestellt.

Sommerquartiere:

Wochenstuben in Spaltenquartieren an und in Bauwerken. Quartierwahl ist der der Zwergfledermaus ähnlich, somit kommen Holz-, Eternitverkleidungen, Putzblasen, Fensterläden, Schildern, Dachkästen - falls in enge Strukturen führend -, Dachpappen unter Flachdächern, Blechabdeckungen als mögliche Quartierstandorte in Frage. Gruppen und Einzeltiere sind regelmäßig auch in Nistgeräten, gern in solchen aus Holzbeton, in Wäldern an Wegen und Schneisen anzutreffen.

Winterquartiere:

Bisher kaum Funde bekannt. Ein Wanderverhalten der Tiere über große Entfernung scheint sehr wahrscheinlich. Hauptsächlich sind bisher oberirdische Überwinterungsstandorte in Gebäuden bekannt geworden. In den oberirdischen Winterquartieren sind Massenansammlungen möglich.

3.1.3 Fransenfledermaus (*M. nattereri*)

Kopf-Rumpf-Länge	(40) 42-50 (55) mm
Unterarm	36,5-43,3 (46) mm
Spannweite	245-280 mm
Gewicht	5-12 g

Abb. 18: Körpermaße der Fransenfledermaus (*M. nattereri*)

Status Rote Liste:

Status: In Schleswig-Holstein und bundesweit ungefährdet.

Kennzeichen:

Oberseite hell graubräunlich, Unterseite fast reinweiß. Ohr relativ lang, durchschimmernd rötlichbraun und am Ende leicht nach außen gewölbt. Lanzettförmig schlanker Tragus länger als halbe Ohrmuschellänge. Rand der Schwanzflughaut mit nach innen gekrümmten kurzen steifen Haaren besetzt. Jüngere Individuen meist mit Unterlippenfleck.

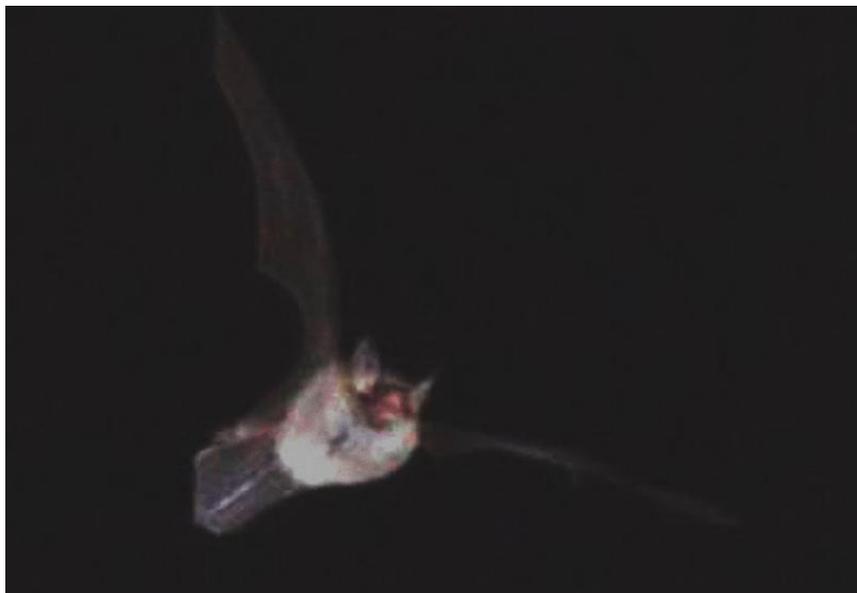


Abb. 19: Fransenfledermaus (*M. nattereri*). Wichtigstes Bestimmungsmerkmal bei Fransenfledermäusen sind der lange Schwanz, der deutlich über die Füße hinausragt und der S-förmig gebogene Sporn. Wenn man nur den Kopf sieht, sind sie auf den Aufnahmen nur schwer von Wasserfledermäusen zu unterscheiden (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 06.02.2009).

Jagdhabitat:

Vor allem im Wald jagend, ferner in offener, doch reich strukturierter Landschaft (Baumgruppen, Gehölze, Gebüsch, Obstanlagen) und nicht selten auch über Wasser. Meidet im Sommer zentrale Stadtlagen, kann aber zu dieser Zeit durchaus in Dörfern leben und in Randlagen, z. B. in Parks, Gärten und auf Friedhöfen jagen.

Sommerquartiere:

Häufig in Löchern, Spalten und in anderen engen Hohlräumen hinter Außenwandverkleidungen und in Zwischenwänden sowohl in als auch an Gebäuden wie z. B. Bauernhäuser, Scheunen, Stallungen, Kirchen, des Weiteren auf Dachböden. Vorkommen in Baumhöhlen sind wohl nichts besonderes, werden jedoch selten entdeckt. In den letzten Jahren regelmäßig in Vogel- und Fledermauskästen anzutreffen, besonders gern in Kombi-Kästen vom Typ „Neschwitz“ oder Holzbetonhöhlen.

Winterquartiere:

In unterirdischen, mitunter recht kleinen Hohlräumen: Höhlen, Stollen, Kellern usw.. Vermutlich überwintert ein Teil der Population auch oberirdisch, weil des Öfteren Exemplare mit Frostschäden an den Ohrspitzen in den Winterquartieren anzutreffen sind. Temperaturansprüche ab (0,5) 2,5-8°C. Ansprüche an die relative Luftfeuchte (80) 90-100 %.

3.1.4 Wasserfledermaus (*M. daubentonii*)

Kopf-Rumpf-Länge	(40) 45-55 (60) mm
Unterarm	(33) 35-41,7 (42) mm
Spannweite	240-275 mm
Gewicht	(5) 7-15 g

Abb. 20: Körpermaße der Wasserfledermaus (*M. daubentonii*)

Status Rote Liste:

In Schleswig-Holstein und bundesweit Status ungefährdet.

Kennzeichen:

Ohne besondere Auffälligkeiten. Mittelgroß bis klein. Oberseite mittel- bis dunkel-graubraun. Unterseite grauweißlich, schwach gelbbraunlich getönt. Ohr relativ kurz, Tragus kürzer als halbe Ohrlänge. Große Füße mit auffallender Borstenbehaarung. Jüngere Tiere meist mit Unterlippenfleck.



Abb. 21: Wasserfledermaus (M. daubentonii). Charakteristisch für Wasserfledermäuse sind der herzförmige Schwanz, die großen Füße sowie kurze Ohren mit hellem Ohrdeckel (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010).

Jagdhabitat:

Stehende und fließende Gewässer, auch (sehr) kleine Teiche und (sehr) schmale Bäche, über denen die Tiere in wenigen Zentimetern Abstand (5 bis 20 cm) jagen. Windgeschützte Buchten, baumbestandene Uferzonen werden bevorzugt. Jagdterritorien in der Regel in der Nähe von Wald. Abstand Sommerquartier (Wochenstube) - Jagdgebiet wenige Meter bis über 5 km. Jagt auch in Wäldern, ferner über Gewässern in Ortschaften. Benutzt auf dem Wege ins Jagdgebiet lineare Strukturen, z.B. Baum-, Gebüschzeilen, als Leitlinien.

Sommerquartiere:

Wochenstuben vorwiegend in Baumhöhlen, in der Regel unweit von Gewässern, seltener in Bauwerken. Nehmen vereinzelt auch Fledermaus- und Nistkästen an, wobei Holzbetonhöhlen vorgezogen werden. In Spalten unter Brücken und in Kunsthöhlen halten sich gelegentlich vielköpfige Männchengesellschaften auf.

Winterquartiere:

In unterirdischen Hohlräumen (Naturhöhlen, Stollen, Schächten, Kellern usw.). Temperaturansprüche 3-6 (8)°C, aber auch schon bei 0°C und sogar bei -2°C gefunden (letzteres wohl stets nur zeitweilig). Verlangt eine hohe relative Luftfeuchte von annähernd 100 %.

3.1.5 Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)

Kopf-Rumpf-Länge	42-53 (55,5) mm
Unterarm	(35) 37-42 mm
Daumenkralle	(1,5) 2,5-3 mm
Spannweite	240-285 mm
Gewicht	4,6-11,3 g

Abb. 22: Körpermaße des Braunen Langohres (*Plecotus auritus*).

Status Rote Liste:

In Schleswig-Holstein Status 3 (gefährdet) und bundesweit Status V (Vorwarnliste).



Abb. 23: Braunes Langohr (*Plecotus auritus*). Langohren können anhand ihrer langen Ohren sicher von anderen einheimischen Fledermausarten unterschieden werden. Aber auch der kurze, knapp über die Füße hinausragende Schwanz ist ein gutes Bestimmungsmerkmal (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010).

Kennzeichen:

Mittelgroß. Oberseite licht graubraun. Unterseite hellgrau, mitunter leicht gelblich getönt. An beiden Halsseiten ein bräunlicher Fleck. Dünnhäutige, sehr stark quergefaltete Ohrmuscheln 3-4 cm lang; auffallender Tragus, der bei der Winterschlafhaltung, bei der die Ohren zusam-

mengelegt am Körper anliegen, aufrecht absteht. Die Ohren berühren sich am Scheitel. Die Augen sind relativ groß. Adulte Männchen mit schlanker Penisspitze.

Jagdhabitat:

Laub- und Mischwälder, auch in geschlossenen, viel unterholzreichen Beständen, des Weiteren in Parks und Gartenanlagen, auf Friedhöfen, selbst noch tief in besiedelten Räumen. Sehr kleine Jagdräume werden genutzt, meist nicht größer als einige Hektar.

Sommerquartiere:

Wochenstuben in Baumhöhlen, Vogel-, Fledermaus- und Kombi-Kästen, jedoch auch auf Dachböden, zuweilen hinter Verkleidungen aller Arten in und an Gebäuden.

Winterquartiere:

In mitunter kleinen unterirdischen Hohlräumen. Ansonsten in Höhlen, Stollen, Schächten, Kellern usw., gelegentlich oberirdisch in mehr oder weniger frostsicheren Bauten anzutreffen. (Körpermaße der Fledermäuse und Charakterisierung ihrer Lebensräume in Schleswig-Holstein aus GÖTTSCHE 2010)

3.2 Nutzung des Nordwiderlagers durch Fledermäuse

3.2.1 Übersicht

Die Nutzung des Nordwiderlagers durch Fledermäuse weist einen charakteristischen Jahresverlauf auf. Die höchsten Aktivitäten sind im Juli und August während der sogenannten Schwarmphase der Zwergfledermäuse bzw. der Abendsegler zu verzeichnen, die geringsten nach der Auflösung der Winterschlafgesellschaft im April/ Mai.

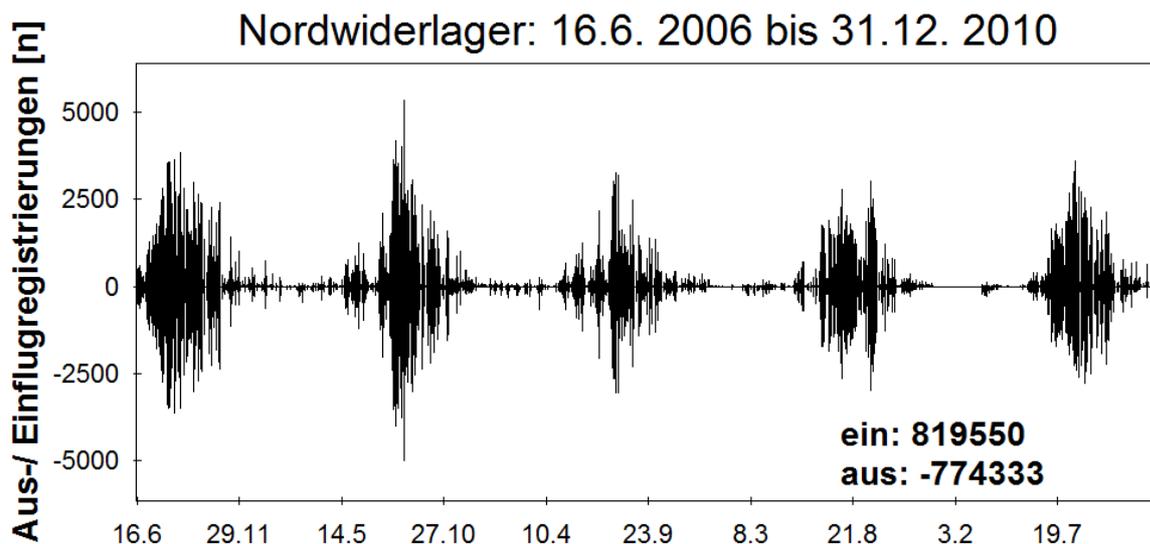


Abb. 24: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006) für den Zeitraum 16.06.2006-31.12.2010.

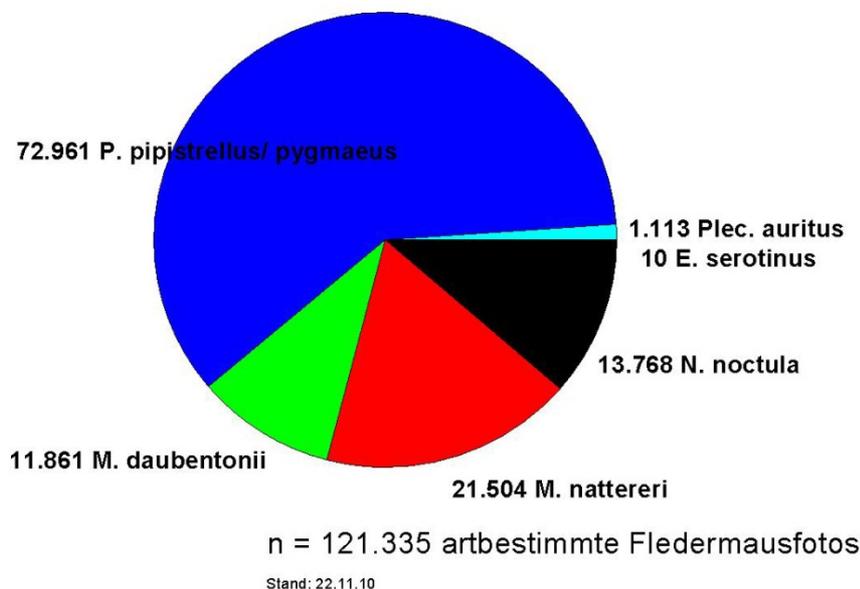


Abb. 25: Zusammensetzung der Fledermauspopulation im Nordwiderlager auf Basis artbestimmter Fotos für den Zeitraum 15.06.2008-22.11.2010.

Das Geschehen im nördlichen Widerlager wird von Zwergfledermäusen dominiert. Erst mit weitem Abstand folgen Fransenfledermäuse, Wasserfledermäuse und Große Abendsegler.

3.2.2 Aktivität in den Sommer- und Herbstmonaten

Im April/Mai tauchen nur vereinzelt Fledermäuse in der Brücke auf. Ab Juni ist ein kontinuierlicher Anstieg der Fledermausaktivität zu beobachten. Ihren Höhepunkt erreicht sie im August. Charakteristisch für die sommerliche Nutzung ist, dass es sich dabei um eine reine Besuchsaktivität handelt und i.d.R. keine Tiere in der Brücke übertagen.

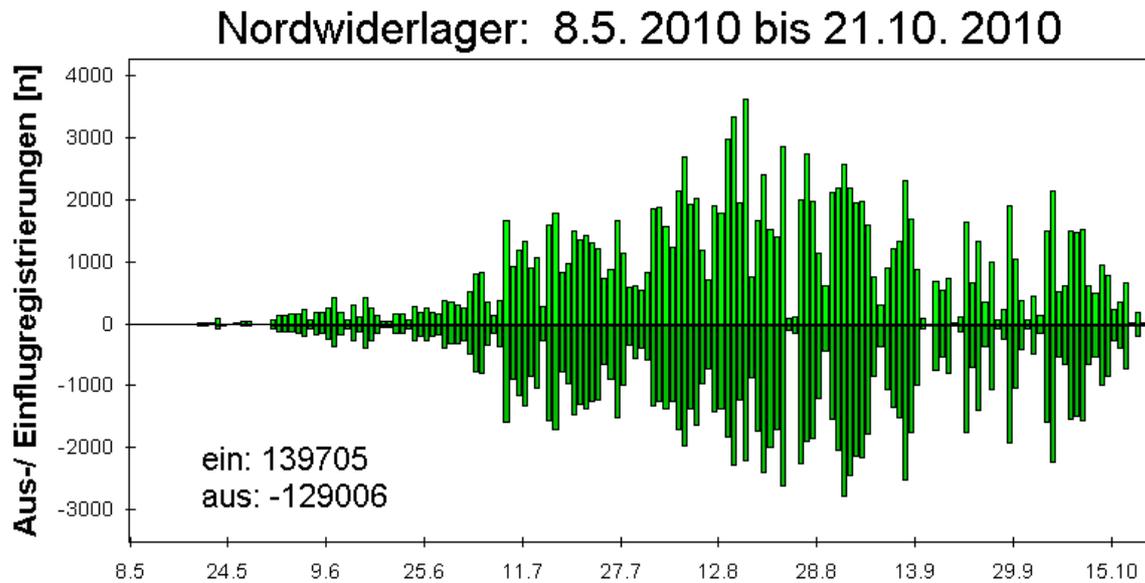


Abb. 26: Fledermausaktivität im Nordwiderlager (beide Fensteröffnungen zusammengefasst) auf Basis der Lichtschrankenregistrierungen zwischen dem 08.05.2010 und dem 21.10.2010.

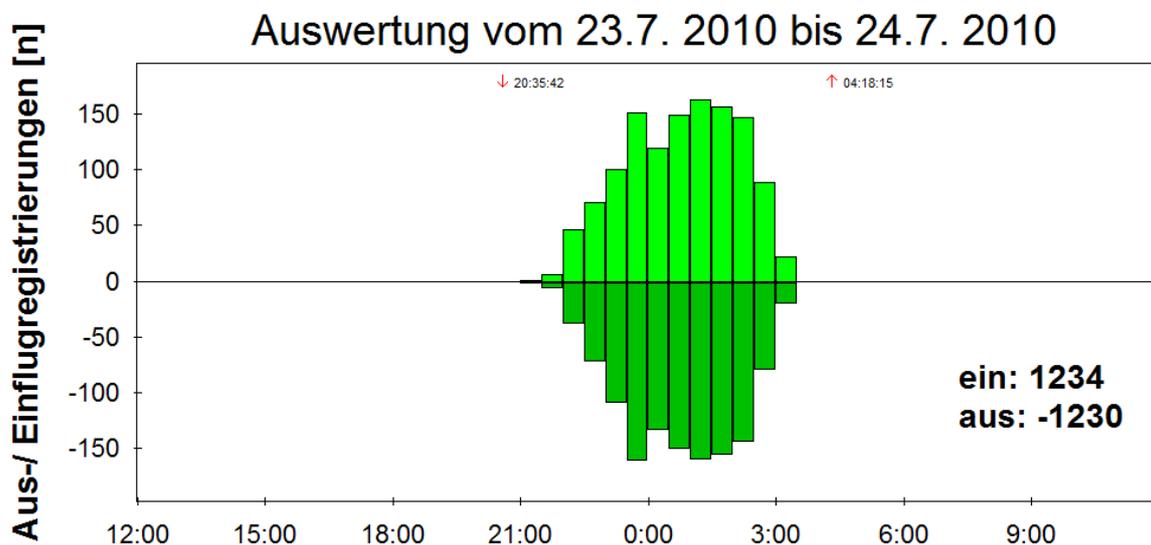


Abb. 27: Das Histogramm zeigt den für die Sommermonate typischen nächtlichen Aktivitätsverlauf. Kurz nach Einbruch der Dunkelheit tauchen die ersten Fledermäuse im Nordwiderlager auf. Gegen Mitternacht erreicht die Aktivität ihren Höhepunkt. Gegen Morgen verschwinden die Fledermäuse wieder.

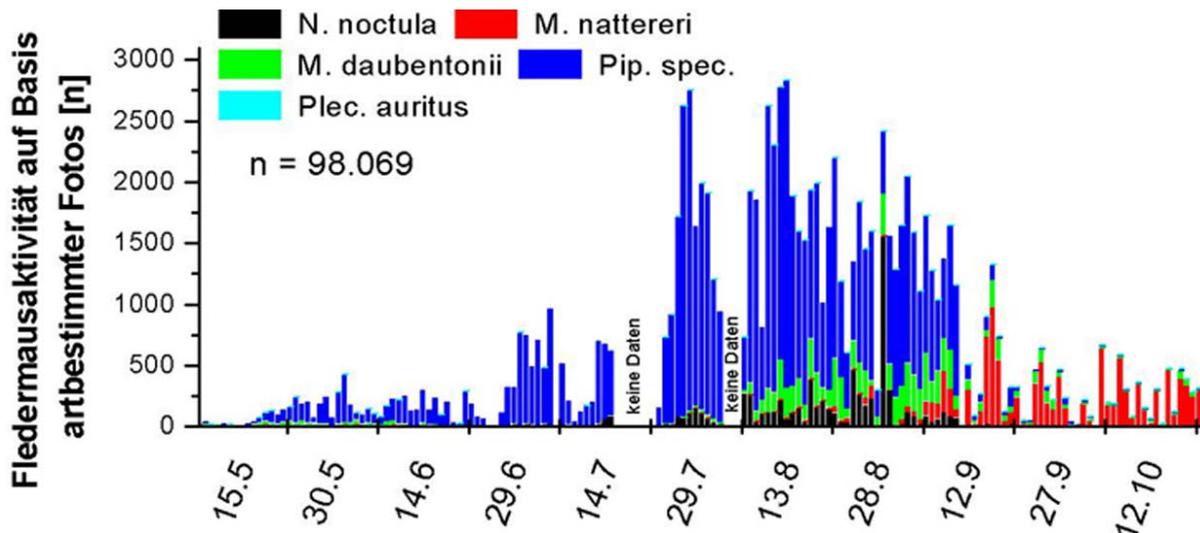


Abb. 28: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum 08.05 bis 21.10. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst).

Wie in Abb. 28 zu sehen, wird das Aktivitätsgeschehen bis Anfang September von Zwergfledermäusen dominiert. Im Mai/Juni wie auch im August/September und vereinzelt im Oktober tauchen darüber hinaus regelmäßig Wasserfledermäuse in der Brücke auf. Ende August wird das Nutzerspektrum erweitert durch Fransenfledermäuse. Ab Mitte September bis in die zweite Oktoberhälfte hinein bilden sie die dominierende Art, während die anderen drei Arten weitgehend verschwunden sind.

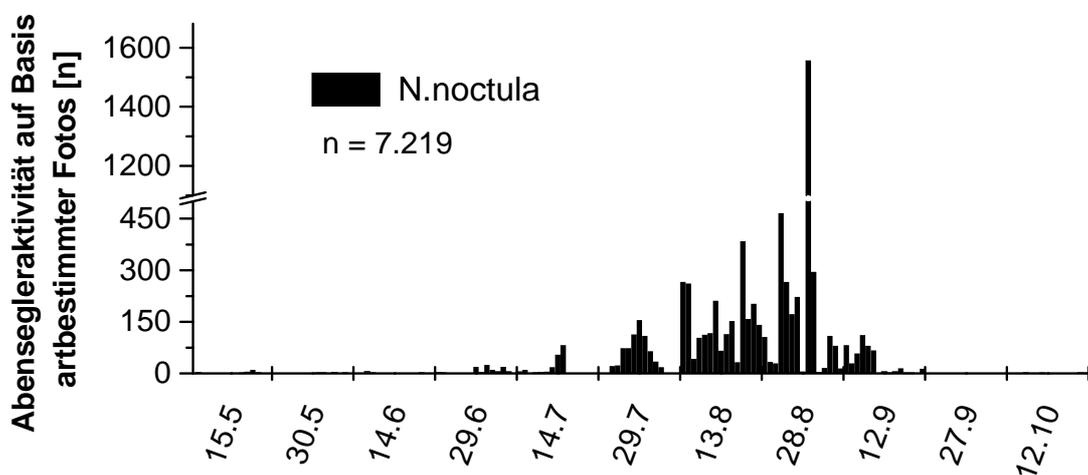


Abb. 29: Abendsegleraktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum zwischen dem 08.05. und 21.10. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst).

Zwischen Anfang Mai und Anfang Juli tauchen nur vereinzelt einmal Abendsegler an der Brücke auf. Etwa ab Mitte Juli steigt die Aktivität kontinuierlich an und erreicht ihren Höhepunkt Ende August. Auffällig sind die starken Schwankungen. Ihren absoluten und bislang einmaligen Aktivitätspeak verzeichneten die Abendsegler am 29.08.2008 mit 1.557 fotografierten Tieren.

3.2.3 Aktivität im Spätherbst und Frühwinter

Im Laufe des Novembers nimmt die Fledermausaktivität kontinuierlich ab und kommt Ende Dezember praktisch völlig zum Erliegen, abgesehen von den zuwandernden „Kälteflüchtlingen“.

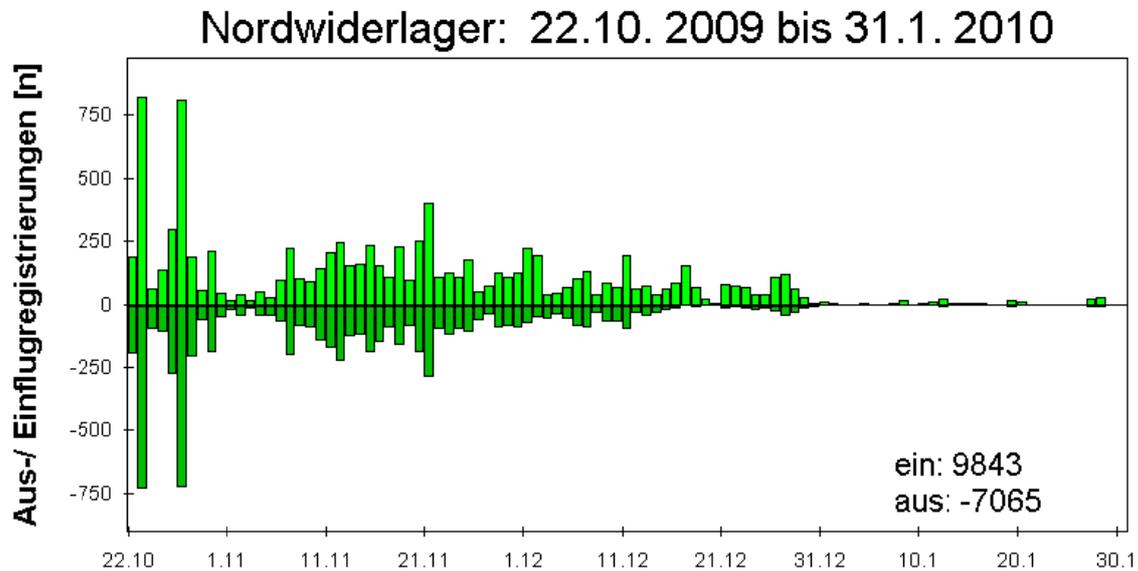


Abb. 30: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen im Zeitraum 22.10.2009 - 31.01.2010.

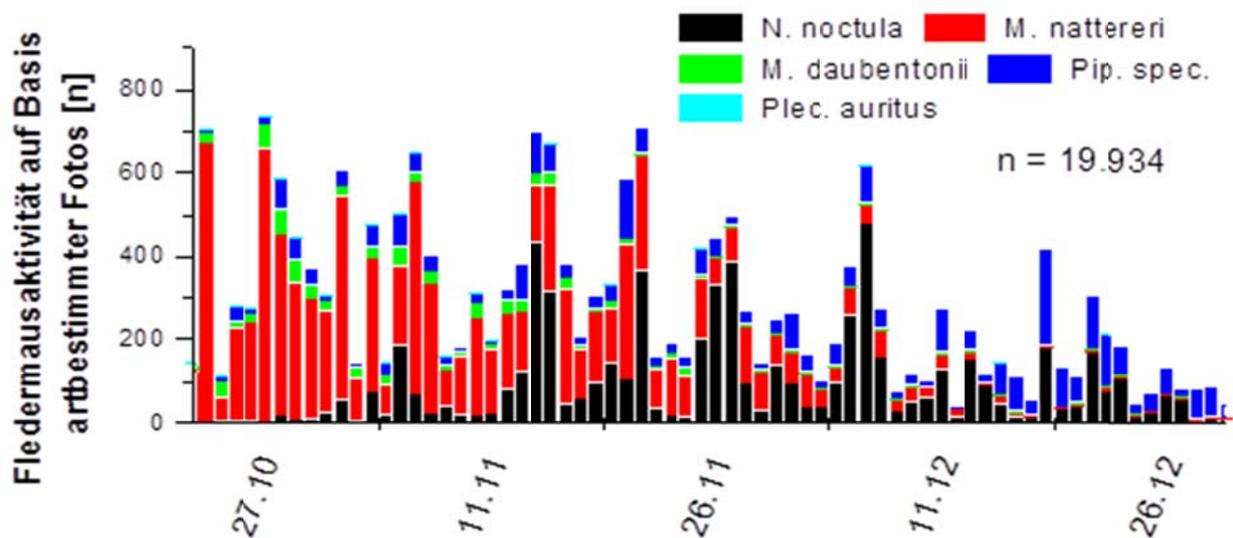


Abb. 31: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum zwischen dem 22.10. und 30.12. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst).

Dominiert wird das Geschehen zwischen Ende Oktober und Ende Dezember von drei Arten. Zunächst sind es vor allem Fransenfledermäuse, danach folgen Große Abendsegler. Gegen Ende Dezember wird die Abendsegleraktivität durch Zwergfledermausaktivität überlagert. Im Vergleich zu diesen drei Arten spielen die Wasserfledermäuse eine untergeordnete Rolle.

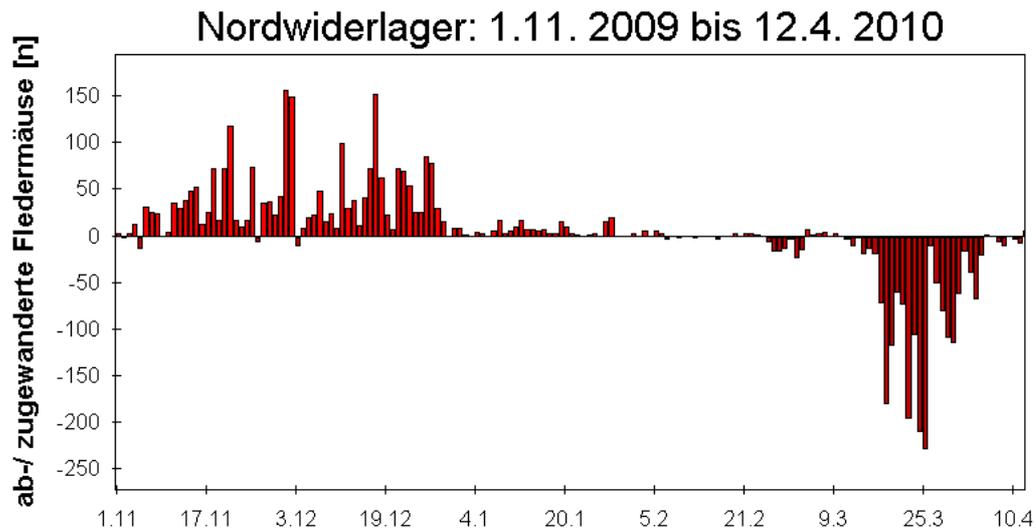
Einwanderungs- und Abwanderungsverlauf

Abb. 32: Ein- bzw. Abwanderungsverlauf im Nordwiderlager im Winter 2009 / 2010 auf der Basis von Lichtschrankendaten (Erfassung mittels Tricorder 9006). Dargestellt sind in dieser Graphik die Tagessummen (Ein- abzgl. Ausflugregistrierungen). Die Zahl überwinternder Fledermäuse lag ohne Berücksichtigung des Korrekturfaktors bei 2.150 Tieren.

Anfang November wandern die ersten Fledermäuse in das Nordwiderlager ein. Auffällig sind während der Einwanderungsphase die starken, größtenteils witterungsbedingten, täglichen Schwankungen. Ihren Spitzenwert erreicht die Zuwanderung am 01.12.09 mit 158 Fledermäusen. Der Vergleichswert während der Abwanderungsphase liegt bei 229 Tieren (25.03.10).

Etwa um die Weihnachtszeit ist die Einwanderung weitgehend abgeschlossen. Bei den verspäteten Zuwanderern im Januar und Februar handelt es sich größtenteils um Zwergfledermäuse. Ursache dürften wohl in erste Linie Quartierwechsel sein im Zusammenhang mit Kälteeinbrüchen. Ab Ende Februar setzt bereits die Abwanderung ein.

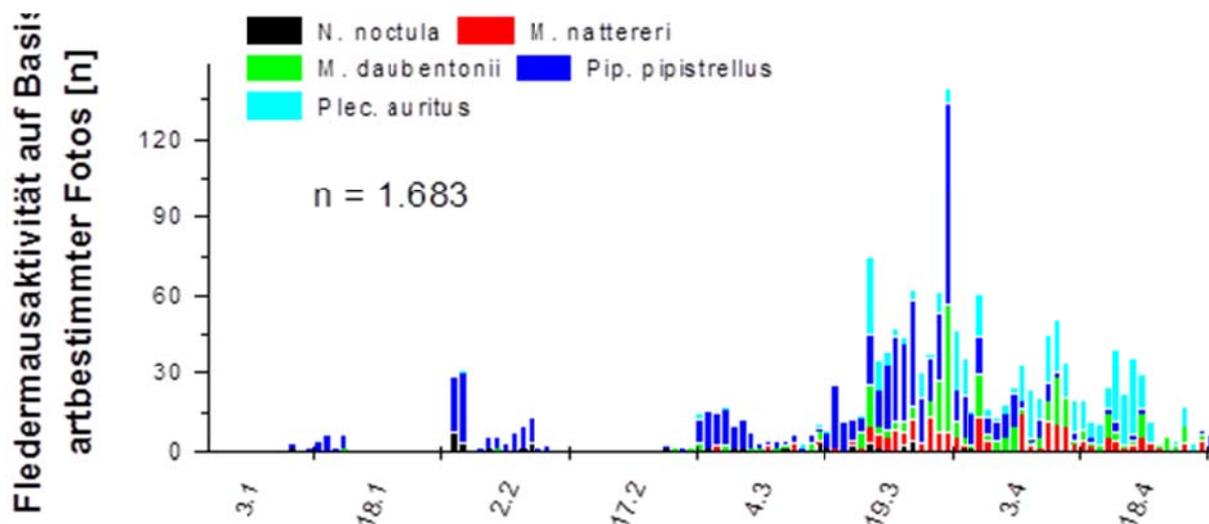


Abb. 33: Fledermausaktivität auf Basis artbestimmter Fotos einfliegender Fledermäuse in Levensau Nord / östliche Fensteröffnung im Zeitraum von Anfang Januar bis Ende April 2010. (15.01.-26.01. und 08.02.-22.02.2010 keine Fotodaten wg. eines Loggerausfalles).

Da zwischen 2008 und 2010 aus technischen Gründen nurmehr die einfliegenden, nicht aber die ausfliegenden Fledermäuse fotografiert wurden, ist auch keine Bilanzierung des Überwinterungsbestandes auf Artenbasis möglich. Was sich aber aus den Daten ableiten lassen, sind Hinweise auf die Motivation der Quartiernutzung. Die geringe Anzahl fotografierter Abendsegler ($n = 44$) lässt darauf schließen, dass diese eine deutliche geringere Bindung an das Nordlager haben als z.B. die Langohren und nach dem Aufwachen das Quartier möglichst schnell verlassen wollen. Auffällig ist die hohe Zahl fotografierter Langohren ($n = 408$). Bei den Langohrnachweisen handelt es sich wohl ausschließlich um Besucher, die vermutlich auch nicht im Nordwiderlager überwintert haben. Dafür spricht insbesondere die geringe Zahl an Langohrfotos während der Einwanderungsphase. Zwischen dem 1. November und dem 31. Dezember waren gerade einmal 6 einfliegende Langohren dokumentiert worden.

3.3 Nutzung des Südwinterlagers durch die Fledermäuse

3.3.1 Übersicht

Die Erfassung der Fledermausaktivität im Südwinterlager beschränkt sich, abgesehen von einer Stichprobenerhebung im September 2009, auf das Lichtschrankenmonitoring. Der saisonale Aktivitätsverlauf wie auch die Höhe der Aktivität entspricht weitgehend dem des Nordwinterlagers. Auch das Artenspektrum scheint dem des Nordlagers zu entsprechen, wie anhand der Ergebnisse einer Stichprobenerhebung Anfang September 2009 zu folgern ist.

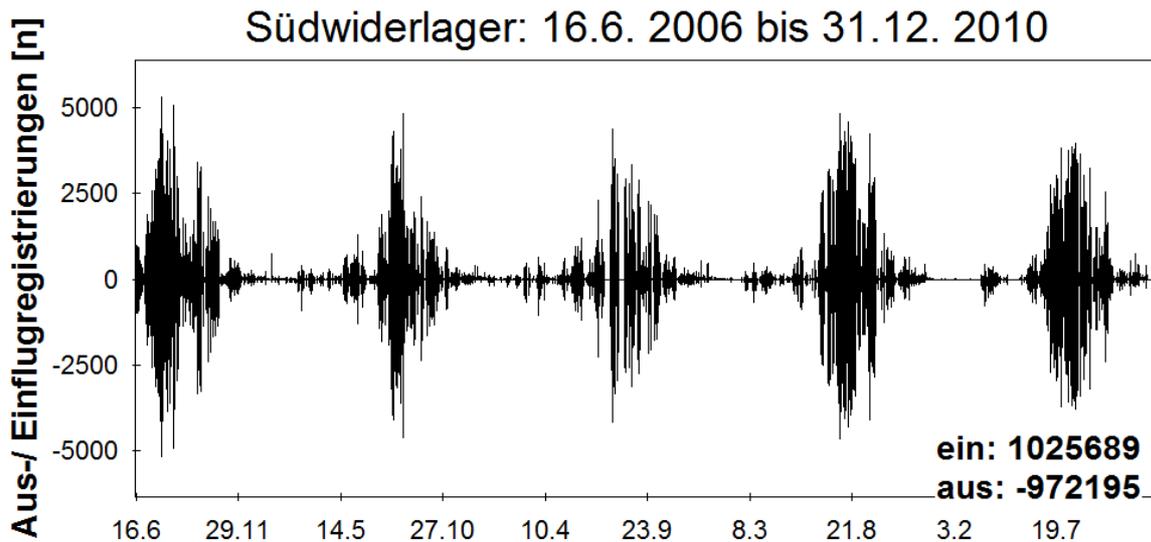


Abb. 34: Fledermausaktivität im Südwinterlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006 für den Zeitraum 16.06.2006-31.12.2010).

Exemplarisch untersucht wurde das Geschehen auf Basis von Fotodaten im südlichen Winterlager in der Nacht vom 2. auf den 3. September 2009. Bei etwas höherer Aktivität als im Nordlager wurde in dieser Nacht in beiden Winterlagern mit Großen Abendseglern, Wasser-, Fransen- und Zwergfledermäusen sowie Langohren dasselbe Artenspektrum nachgewiesen.

Auswertung v. 2.9.09	N. noctula	rel. Anteil	M. nattereri	rel. Anteil	M. daubentonii	rel. Anteil	Pip. spec.	rel. Anteil	Plec. auritus	rel. Anteil	artbestimmte Fotos	LS-Einflüge
Nordwinterlager	12	2,8	15	3,5	104	24,5	293	68,9	1	0,2	425	365
Südwinterlager	4	0,4	54	5,0	99	9,1	925	85,3	3	0,3	1085	1209

Abb. 35: Artsspezifische Fledermausaktivität am 02./03. September 2009 im Süd- bzw. Nordwinterlager auf Basis von Fotos einfliegender Fledermäuse.



Abb. 36: Blickfeld der Kamera im Südwiderlager mit einem einfliegenden Großen Abendsegler. Die Kamera war hier im Scheitel des Fensters installiert und auf die Fensterbank ausgerichtet.



Abb. 37: Nachgewiesene Fledermausarten im Südwiderlager am 2./3. September 2009 auf Basis von Fotos einfliegender Tiere. Von links oben nach rechts unten: Fransenfledermaus, Wasserfledermaus, Großer Abendsegler, Zwergfledermaus, Braunes Langohr.

3.3.2 Aktivität in den Sommer- und Herbstmonaten

Im April/Mai tauchen nur vereinzelt Fledermäuse in der Brücke auf. Ab Juni ist ein kontinuierlicher Anstieg der Fledermausaktivität zu beobachten. Ihren Höhepunkt erreicht sie im August. Auch hier handelt es sich um eine reine Besuchsaktivität und nur ausnahmsweise überlagern die Tiere in der Brücke.

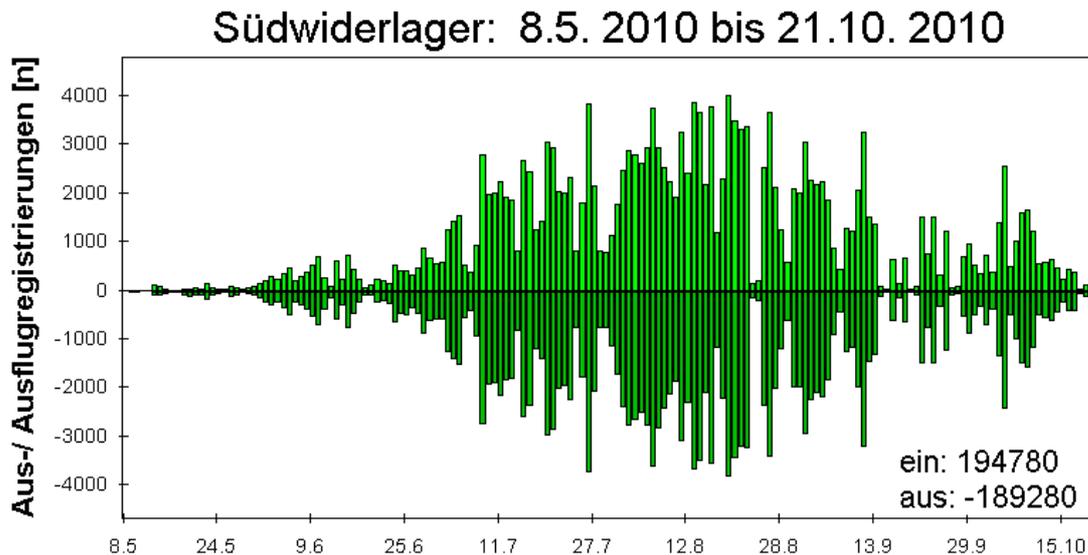


Abb. 38: Fledermausaktivität im Südwiderlager (beide Fensteröffnungen zusammengefasst) auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen zwischen dem 08.05. und 21.10.2010 (Erfassung mittels Tricorder 9006).

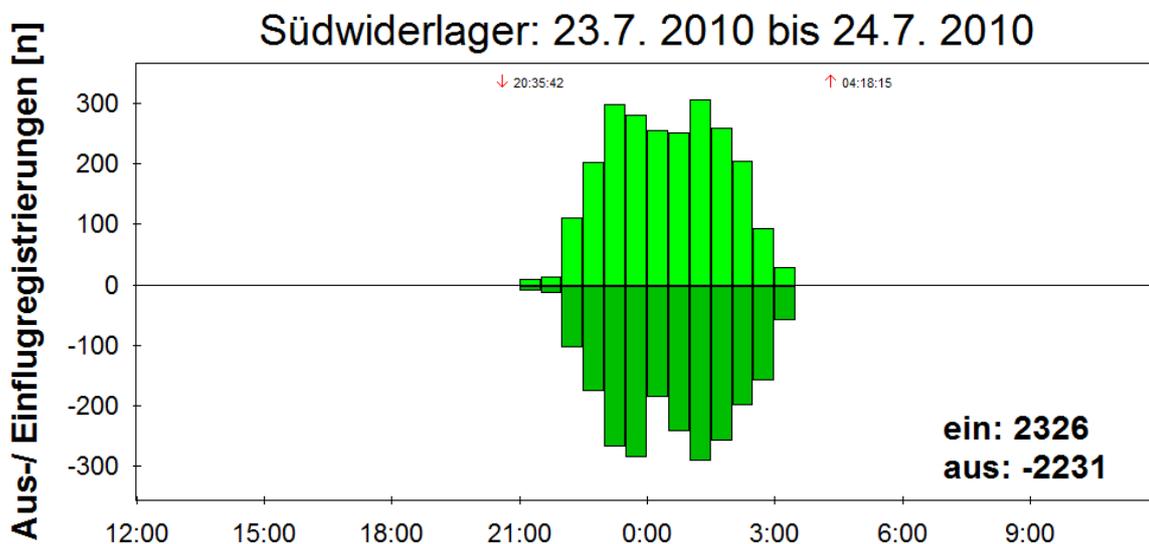


Abb. 39: Das Histogramm zeigt den für die Sommermonate typischen nächtlichen Aktivitätsverlauf. Kurz nach Einbruch der Dunkelheit tauchen die ersten Fledermäuse im Südwiderlager auf. Gegen Mitternacht erreicht die Aktivität ihren Höhepunkt. Gegen Morgen verschwinden die Fledermäuse wieder (Erfassung mittels Tricorder 9006).

3.3.3 Einwanderungs- und Abwanderungsverlauf

Im Laufe des Dezembers nimmt die Fledermausaktivität kontinuierlich ab und kommt Ende Dezember nahezu völlig zum Erliegen. Die Abwanderung setzt Ende Februar ein. Mitte März erreicht sie in der Regel ihren Höhepunkt. Die letzten Winterschläfer verlassen in der ersten Aprilhälfte ihr Winterquartier.

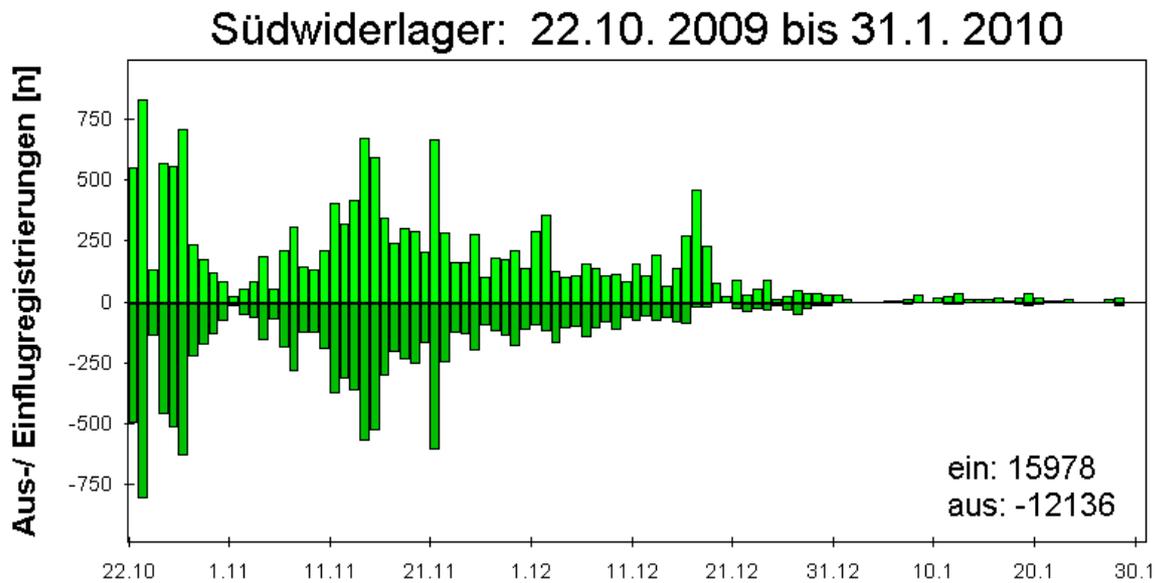


Abb. 40: Fledermausaktivität im Südwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006) im Zeitraum 22.10.2009-31.01.2010.

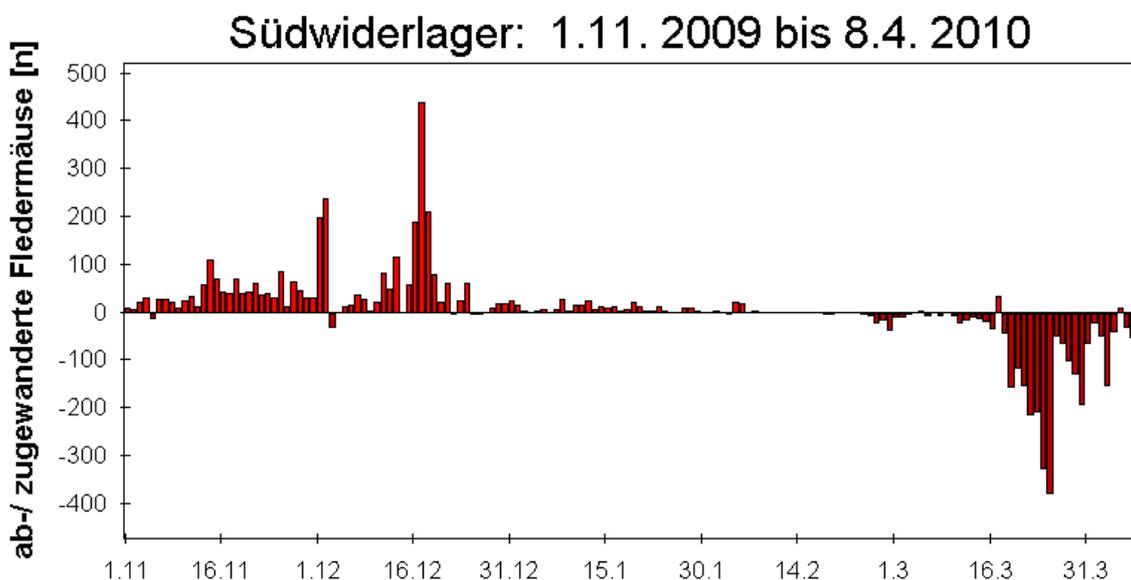


Abb. 41: Überwinterungsverlauf im Südwiderlager im Winter 2009/2010 auf der Basis von Lichtschrankendaten (Erfassung mittels Tricorder 9006). Dargestellt sind in dieser Graphik die Tagessummen (Ein- abzgl. Ausflugregistrierungen). Die Zahl überwinternder Fledermäuse lag ohne Berücksichtigung des Korrekturfaktors bei knapp 2.800, mit Korrekturfaktor bei etwa 3.300.

3.4 Abschätzung des Überwinterungsbestandes

Anhand der für alle Ein- und Ausflugöffnungen des Nord- und Südwinterlager gewonnenen Lichtschrankendaten kann der Überwinterungsbestand (alle Arten zusammengefasst) für die letzten Jahre bilanziert werden (s. Abb. 42).

	Südwinterlager	Nordwinterlager	Gesamtbestand
2003	keine verwertbaren Daten		
2004	keine verwertbaren Daten		
2005	keine verwertbaren Daten		
2006	2800	keine verw. Daten	2800 +
2007	2800	2650	5450
2008	3050	3200	6250
2009	2600	2500	5100
2010	3300	2300	5600
2011	3600	3800	7400

Abb. 42: Überwinterungsbestand in der Alten Levensauer Hochbrücke (Nord- und Südwinterlager) auf Basis von Lichtschrankendaten.

Die Ergebnisse der 2009 und 2010 etwa im Monatsturnus durchgeführten visuellen Kontrollen lassen darauf schließen, dass das Südwinterlager im Gegensatz zu den 1990er Jahren kaum noch von winterschlafenden Abendseglern genutzt wird. Einigermaßen sicher bestimmt werden konnten im Südwinterlager nurmehr Einzeltiere, während sich im Nordlager vor allem in der östlichen Deckenspalte große Abendsegler-Cluster gebildet hatten. Eine einigermaßen verlässliche Zahl konnte jedoch mit dieser Methode nicht ermittelt werden. Abgesehen von einer einzelnen winterschlafenden Wasserfledermaus, die sich auf „Augenhöhe“ im Südwinterlager in ein Bohrloch zurückgezogen hatte, ergaben sich auch keine Indizien auf weitere Arten.

Aus diesem Grunde wurde im Frühjahr 2011 versuchsweise eine zweite Kamera auf dem Fenstersims der östlichen Einflugöffnung des Nordwinterlagers installiert, um zusätzlich zu den einfliegenden Fledermäusen während der Abwanderungsphase auch die ausfliegenden Tiere zu erfassen. Mit der Ausflugskamera wurden die ausfliegenden Fledermäuse im Ge-

gensatz zur Einflugkamera (s. Abb. 9) von unten fotografiert, was aber für die Auswertung keinen Unterschied macht.

Insgesamt konnten zwischen dem 13.03. und 07.04.2011 4.348 Fledermäuse, darunter 3.242 ausfliegende und 1.073 einfliegende, auf Artniveau bestimmt werden. Von den 4.852 Ausflug- und 1.470 Einflugregistrierungen im Beobachtungszeitraum entfallen etwa zwei Drittel auf die östliche und ein Drittel auf die westliche Fensteröffnung. Demzufolge konnten etwa zwei Drittel des Überwinterungsbestandes auf Artniveau bilanziert werden. Aufgrund der für die einzelnen Arten ermittelten Bilanzen ist davon auszugehen, dass neben Zwergfledermäusen und Abendseglern auch Fransen- und Wasserfledermäuse im Nordwiderlager überwintert haben. Langohrfledermäuse wurden wie bereits in den vergangenen Jahren sowohl ein- als auch ausfliegend identifiziert. Die geringe Anzahl Fotos wie auch der „Zuwandergewinn“ lassen eine Überwinterung von *Plecotus auritus* im Widerlager jedoch als wenig wahrscheinlich erscheinen.

	Abendsegler	Fransenfledermaus	Wasserfledermaus	Zwergfledermaus	Langohrfledermaus	Gesamtzahl	LS A	rel. LS A
Ausflugsfotos	675	451	387	1673	34	3220	3242	66,8
Einflugsfotos	67	330	270	394	67	1128	1073	73,0
Überwinterer	608	121	117	1297		2092	2169	
							LS B	rel. LS B
Errechnete Werte für LS B	223	149	128	552	11	1063	1610	33,2
	18	89	73	106	18	305	397	27,0
	205	60	55	446		758	1213	
Summe Überwinterer unter Einbeziehung von LS B	813	181	172	1725		2850		
Errechnete Anzahl Überwinterer auf Basis der LS-Registrierungen	1069	238	226	2267		3800		

Abb. 43: Artdifferenzierter Überwinterungsbestand im Nordwiderlager der Alten Levensauer Hochbrücke (Nord- und Süd-widerlager) auf Basis von Fotodaten im Winter 2010 / 2011.



Abb. 44: Blickfeld der Ausflugskamera. Kamera und Blitz sind in einer wasserdichten Box auf dem Fenstersims installiert. Am oberen linken Bildrand lauert ein Waldkauz auf Beute. Ausgelöst wurde die Kamera durch die Wasserfledermaus, die in der Bildmitte zu sehen ist.



Abb. 45: Mittels Ausflugskamera an der östlichen Fensteröffnung des Nordwiderlagers nachgewiesenes Artenspektrum (Fransenfledermaus, Zwergfledermaus, Großer Abendsegler, Braunes Langohr, Wasserfledermaus - von oben, im Uhrzeigersinn).

3.5 Süd- und Nordwiderlager im ökologischen Kontext

Nord- und Südwiderlager sind sowohl in ihren Dimensionen als auch in der Ausrichtung ihrer Einflugmöglichkeiten nahezu identisch. Abgesehen davon, dass die Spalten im Südwiderlager etwas tiefer sind und die Decke etwas höher ist als im Nordwiderlager, ist auch der Innenraum nahezu identisch. Außerdem sind die beiden Widerlager kaum 150 m voneinander entfernt. Eine Entfernung, die von Fledermäusen in weniger als einer halben Minute zurückgelegt werden kann. Zu erwarten ist deshalb, dass die beiden Widerlager aus Sicht der Fledermäuse Teilbereiche eines im Zusammenhang zu sehenden Quartiers darstellen.

Unterstützt wird diese Hypothese durch die identische saisonale Nutzungsdynamik, die nahezu identische Nutzungsintensität sowie die vergleichbaren Überwinterungsbestände in den beiden Widerlagern.

Experimentell wurde die Frage mit Unterstützung von Mitgliedern der AGF (Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz und -forschung Schleswig-Holstein) im August 2009 untersucht. Am 9.08.2009 wurden im Zuge einer nächtlichen Fangaktion insgesamt 35 Zwergfledermäuse mit sogenannten Puppenhaarnetzen im westlichen Fenster des Nordwiderlagers gefangen, mit Knicklichtern markiert und gegen Mitternacht wieder freigelassen. Bereits wenige Minuten nach ihrer Freilassung schwärmten mindestens ein halbes Dutzend markierter Tiere im Südwiderlager, ehe wenig später einzelne „Leuchtpunkte“ in südliche Richtung davonflogen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Zwergfledermäuse mit beiden Widerlagern bestens vertraut sind. Für die Großen Abendsegler sind vergleichbare Ortskenntnisse anzunehmen. Mangels Fangerfolg konnte bei den Abendseglern aber kein vergleichbarer experimenteller Ansatz durchgeführt werden.



Abb. 46: Blick auf eine mittels Miniknicklicht markierte Zwergfledermaus. Die Leuchtdauer dieser normalerweise von Anglern genutzten Technik beträgt etwa 6 Stunden. Das Knicklicht wurde mit einem gummiartigen Hautkleber auf das Rückenfell aufgeklebt, so dass es von der Fledermaus spätestens nach ein bis zwei Tagen aus herausgeputzt werden kann (Foto: M. GÖTTSCHE, Aufnahme vom 09.08.2009).

4 Zur Bedeutung der Alten Levensauer Hochbrücke als Fledermausquartier

4.1 Nutzung der Brücke als Winterquartier

In der aktualisierten Liste der bedeutendsten Fledermauswinterquartiere Deutschlands steht die Alte Levensauer Hochbrücke mit einem Überwinterungsbestand von über 7.400 Fledermäusen (Überwinterungsbestand 2010/2011) an zweiter Stelle (s. Abb. 1). Gegenüber der in der Liste der bedeutendsten Winterquartiere Deutschlands von H. GEIGER (2003) aufgeführten Anzahl von 6.084 Tieren ist der Überwinterungsbestand damit sogar noch leicht angestiegen.

GEIGER (2003) hat in seiner Zusammenstellung Nord- und Südwinterlager vermutlich eher zufällig als Einheit bewertet, eine Bewertung, die in der vorliegenden Untersuchung aber bestätigt wird. Dies bedeutend zunächst einmal, dass der Abriss des Nordwinterlagers die vorhandene Überwinterungspopulation bei bauzeitlicher Berücksichtigung von Fledermauschutzmaßnahmen nicht gefährden dürfte. Das Südwinterlager bietet ausreichende Kapazitäten an Versteckmöglichkeiten für die derzeitige Überwinterungspopulation aus beiden Winterlagern.

Auffällig ist jedoch, dass im Gegensatz zu den 1990er Jahre aktuell nur noch wenige Abendsegler im Südlager überwintern und offensichtlich der Großteil ins Nordlager abgewandert ist. Unklar ist, wie es dazu gekommen ist. Denkbar sind verschiedene Szenarien:

Szenario „Beutegreifer“

Je mehr Fledermäuse, d.h., potentielle Beutetiere anwesend sind, umso größer ist die Attraktivität eines Standortes für Beutegreifer. Während Steinmarder hier ohne Bedeutung sind, scheinen Waldkäuze die Alte Levensauer Hochbrücke sehr wohl als Jagdrevier zu nutzen. So konnte insbesondere in den letzten Monaten im Nordwinterlager anhand der Fotodaten mehr oder weniger regelmäßig die Anwesenheit eines Waldkauzes dokumentiert werden.

Fledermäuse sind ihren Fressfeinden wie Eulen, Mardern etc. weitgehend wehrlos ausgeliefert. Neben Spalten, in die sie sich zurückziehen können und die für Beutegreifer unzugänglich sind, bietet der Quartierwechsel die einzige Möglichkeit, den Prädatoren zu entkommen. Hierin liegt möglicherweise die Ursache, dass aktuell im Südwinterlager keine großen Cluster winterschlafender Abendsegler zu beobachten sind. Bereits im Zusammenhang mit der Untersuchung in 1994 wurden mehrere Gewölle mit Fledermausknochen festgestellt, darunter auch ein beringter Abendsegler. Hieraus lässt sich schließen, dass zumindest die Nutzung des Südwinterlagers durch Eulen als Jagdrevier eine lange Tradition hat. Ein Quartierwechsel wäre deshalb eine naheliegende Reaktion der Abendsegler, auch wenn davon auszugehen ist, dass die Käuze ihrer Beute folgen, wie an den aktuellen Kauznachweisen im Nordlager zu sehen ist.

Wirkungsfaktor Baumaßnahmen

Ein andere Faktor könnten die Sanierungsmaßnahmen im Südwinterlager gewesen sein. Eingeleitet wurden die Sanierungsmaßnahmen mit der Erstellung von Gerüsten im Zusammenhang mit den Kernbohrungen im Frühjahr 1996. Beendet wurden die Maßnahmen im Sommer 2003 mit dem Gerüstabbau. Am 23.01.1999 notiert C. HARRJE „Spalten sind voll Nn“, am 09.02.2002 „Große Bereiche der Spalten Nn frei“ (Anm.: Nn = *Nyctalus noctula*). Zwischen 1999 und 2002 wurde das Mauerwerk saniert. Es ist deshalb nicht auszuschließen, dass die Abnahme des Abendseglerüberwinterungsbestandes im Zusammenhang mit den Sanierungsmaßnahmen steht. Da sich die Einwanderung der Abendsegler in ihr Winterquartier innerhalb eines sehr engen Zeitfensters vollzieht, genügt es theoretisch, dass innerhalb dieses Zeitfensters der Zugang zum Quartier versperrt ist und sich die „anreisenden“ Abendsegler deshalb umorientieren müssen. Der Überflug vom Süd- ins Nordlager liegt nahe, aber auch ein Ausweichen auf weiter entfernte Quartiere ist denkbar, was wiederum zur Folge hat, dass der Gesamtbestand abnimmt.

Wirkungsfaktor natürliche Nutzungsänderung

Kleinräumige Nutzungsänderungen können aber auch zufällig sein, wie das Beispiel „Winterschlafhöhle 1FW am Haus Dieterich“ in Plön zeigt. Anfang 2000 wurde zunächst eine 1FW Sommerschlafhöhle am Haus angebracht. Nachdem der Kasten bereits im ersten Jahr von Abendseglern als Winterquartier genutzt worden war, wurde der 1FS im Sommer 2002 durch einen Winterschlafkasten ersetzt. Am 19. Februar 2004 wurde dieser im Zusammenhang mit der Kontrolle der Winterschlafgesellschaft durch einen mit einer Lichtschranke ausgestatteten Kasten ersetzt. Seither wurden keine Veränderungen mehr am Standort vorgenommen. Wie in Abb. 47 zu ersehen ist, schwankte der Überwinterungsbestand im Untersuchungszeitraum zwischen 81 und 229 Tieren. Hinweise auf Beutegreiferaktivitäten liegen keine vor. Aber ähnlich wie in der Alten Levensauer Hochbrücke gibt es im Kastenrevier Königsgehege verschiedene Überwinterungsmöglichkeiten (derzeit insgesamt 6 1FW, max. Abstand zwischen den äußersten Kästen ca. 150m), die auch von Abendseglern in unterschiedlicher Intensität genutzt werden.

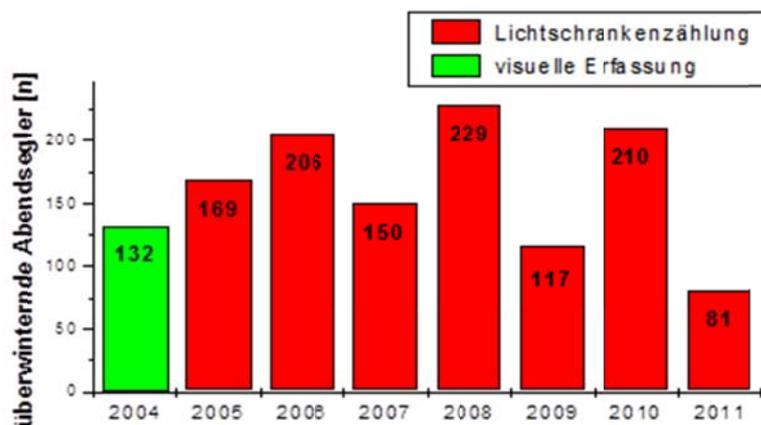


Abb. 47: Überwinterungsbestand in der 1FW-Winterschlafhöhle am Haus Dieterich zwischen 2004 und 2011 (Daten von 2004: H. DIETERICH, mdl.) (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten).

Wie anhand dieses Beispiels zu ersehen ist, unterliegt die Nutzung von Winterquartieren durch Abendsegler aus den verschiedensten Gründen Schwankungen. Dies hängt u.a. mit der für Fledermäuse auffällig kurzen Generationsfolge bei den Abendseglern zusammen. So war der Anteil Weibchen, die älter als vier Jahre waren, in der von C. HARRJE (unveröff.) zwischen 1997 und 2004 durchgeführten Populationsstudie an Plöner Abendseglern verschwindend gering. Demzufolge werden von den Plöner Abendseglern im Durchschnitt alljährlich 25% der Population durch Jungtiere ersetzt.

Junge Fledermäuse haben keine genetische Fixierung auf ein bestimmtes Winterquartier. Sie werden über ihre Artgenossen während der spätsommerlichen Schwarmphase sowie im Zusammenhang mit der Einwanderung in die Winterquartiere auf Überwinterungsmöglichkeiten aufmerksam gemacht. Alternativ können sie aber Quartiere nutzen, die sie in ihrer Jugend kennengelernt haben. Gerade in diesem Bereich hat sich in den letzten 20 Jahren in der Umgebung von Kiel sehr viel verändert. Seit Anfang der 90er Jahre werden Großraumhöhlen mit einem Innenvolumen von >10 Litern ausgebracht. Insbesondere die beiden Modelle 1FS und 1FW von Schwegler sind bei den Abendseglern ausgesprochen beliebt und werden nicht nur während der Sommermonate sondern auch als Überwinterungsquartier genutzt. Bekannt sind derzeit beispielsweise im Raum Kiel mehrere hundert Kastenüberwinterer (C. HARRJE, mdl.), im Kastenrevier Dieterich bei Plön rund tausend Kastenüberwinterer und in Bondenholz bei Neumünster (das Kastenrevier wurde in den 1990iger Jahre von F. GLOZA-RAUSCH etabliert) ebenfalls rund 400 Kastenüberwinterer.

Vier beringte Abendsegler, allesamt Tiere, die im Rahmen des Abendsegler-Projektes von C. HARRJE im Juli 1998 markiert worden waren, lassen darauf schließen, dass die Plöner Abendsegler noch Ende der 1990iger Jahre enge Kontakte zur Levensauer Brücke unterhielten. Zwei Abendseglerweibchen (E 410 344, E 410 032) wurden als Winterschläfer am 16. bzw. 23.01.1999 im Südwiderlager angetroffen. Ein weiteres Weibchen (E 410 093) lag tot im Südwiderlager und ein viertes Tier wurde am 09.08.1999 während der Schwarmzeit gefangen. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Alternativen, die von den Tieren auch angenommen werden. Möglicherweise hat sich deshalb die Nutzungstradition verändert, was eine weitere Erklärung für die Abnahme des Abendseglerüberwinterungsbestandes in der Alten Levensauer Hochbrücke wäre.

Zwergfledermäuse zählen ebenso wie Große Abendsegler zu den oberirdisch überwinternden Arten. Früher vermutlich vor allem in Baumhöhlen, scheinen sie heute vorwiegend in ihren Sommerquartieren an Häusern zu überwintern. Hinzu kommen frostsichere Alternativquartiere, wie etwa die Alte Levensauer Hochbrücke, in die die Zwergfledermäuse bei Frosteinbrüchen überwechseln. Wie lange sie sich dort aufhalten, scheint abhängig von den Temperaturbedingungen im Alternativquartier zu sein. So herrscht beispielsweise im Marburger Schloßkeller, einem Massenwinterquartier mit bis zu 8.000 überwinternden Zwergfledermäusen, über den gesamten Winter ein reges Kommen und Gehen (s. Abb. 48), während in der Alten Levensauer Brücke im Januar und Februar kaum Fledermausaktivität zu verzeichnen ist (s. Abb. 30 und Abb. 40).

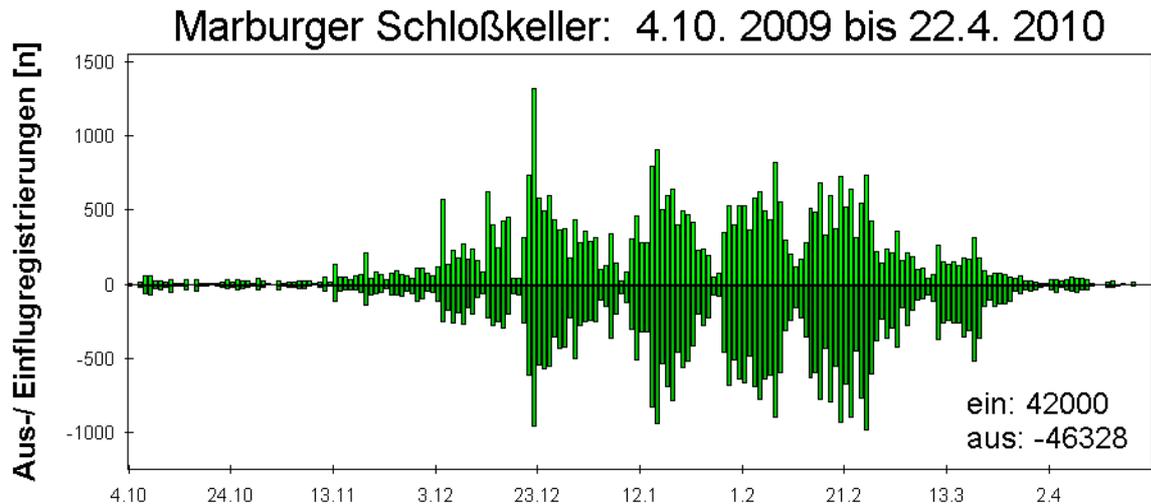


Abb. 48: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller im Winter 2009 / 2010 (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten).

Eine mögliche Erklärung für diese Aktivitätsunterschiede könnte die unterschiedlichen Temperaturen in den beiden Quartieren sein. In der Brücke liegen die Temperaturen im Bereich von 0°C, während sie im Marburger Schloßkeller bei etwa bei 7° C liegen. Höhere Temperaturen bedingen jedoch einen erhöhten Stoffwechsel und damit einen höheren Energieverbrauch. Insbesondere bei Individuen, die über geringe Fettreserven verfügen, kann dies die Überlebenswahrscheinlichkeit deutlich reduzieren. D.h., Tiere mit geringen Fettreserven verbessern ihre Überlebenschancen, wenn sie ihre Aufenthaltsdauer im „warmen“ Quartier auf das Nötigste beschränken und nach Ende des Kälteeinbruches möglichst schnell wieder in das kältere Quartier überwechseln. In der Brücke haben sie dagegen beides: Frostsicherheit und mit 0°C geradezu ideale Überwinterungstemperaturen, so dass ein Wechsel gar nicht notwendig ist.

Etwas überraschend war der Nachweis von Wasser- bzw. Fransenfledermäusen als Wintergäste. Beide Arten zählen zu den unterirdisch überwinternden Arten. In Schleswig-Holstein nutzen sie u.a. die Kalkberghöhle in Bad Segeberg bzw. im Kieler Raum die ehemaligen Luftschutzstollen als Winterquartiere. Die Temperaturen in diesen Quartieren liegen ganzjährig bei etwa 9°C. für Fledermäuse mit geringen Fettreserven relativ ungünstige Temperaturbedingungen. Auch wenn hierzu keine entsprechenden Daten von Levensauer Tieren vorliegen, ist vorstellbar, dass es in erster Linie leichte Tiere sind, die in der Alten Levensauer Hochbrücke überwintern und die ebenso wie Zwergfledermäuse ihr Überleben den hier herrschenden optimalen Überwinterungstemperaturen zu verdanken haben. Der Befund zeigt aber auch, dass unsere Kenntnisse zur Ökologie der verschiedenen einheimischen Fledermausarten nach wie vor ausgesprochen lückenhaft sind und die Verwendung neuer Untersuchungsmethoden auch zukünftig überraschende Befunde zutage fördern werden.

4.2 Nutzung der Brücke als Schwarmquartier

Fast jede Fledermausart tritt zwischen Mitte Juli und Mitte Oktober an ihren Winterquartieren in einem artspezifischen Zeitfenster in größerer Individuenzahl auf als in den übrigen Wochen des Sommerhalbjahres. Diese Phase wird als „Schwärmphase“ bezeichnet (MESCHÉDE & RUDOLPH 2004). Die Funktion der „Schwärmphase“ wird unterschiedlich interpretiert. FENTON (1969) und verschiedene weitere Autoren (u.a. KIEFER et al. 1994) stellen die Aktivitäten in Zusammenhang mit dem Paarungsgeschehen, andere Autoren wie LIEGL 1987, WEBER 1988 interpretieren das Verhalten als Suche und Auskundschaften späterer Überwinterungsquartiere. Aber unabhängig davon, wie das Verhalten nun letztlich interpretiert wird, zeigen die vorliegenden Daten, dass die Beschäftigung mit dem Quartier unterschiedlich intensiv ist.

Wie HARRJE (1994) bei seinen Untersuchungen im Luftschutzstollen Krusenköppl feststellen konnte, gibt es bei den Wasserfledermäusen darüber hinaus eine erhöhte Aktivitätsphase im Frühsommer. Er unterteilt deshalb bei den Wasserfledermäusen die Schwärmphase in eine Früh- und eine Spätsommerschwärmphase.

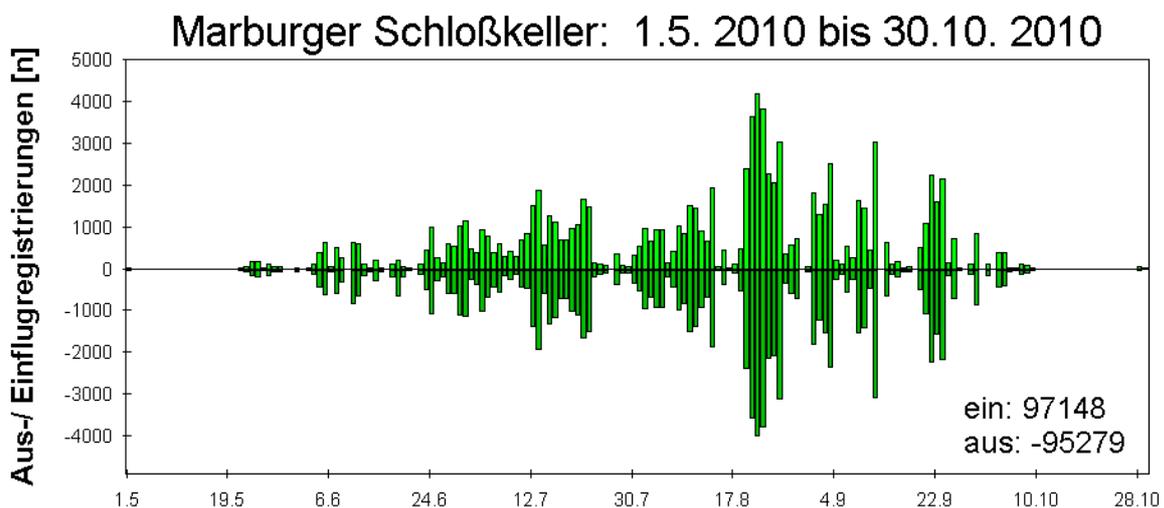


Abb. 49: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller zwischen Mai und Oktober 2010 (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten).

Die Dauerüberwachung von Winterquartieren mittels ChiroTEC-Lichtschranken, wie sie in den vergangenen Jahren deutschlandweit etabliert wurde, bestätigen die Erkenntnisse von Harrje und deuten gleichzeitig darauf hin, dass sich diese auch auf andere Arten übertragen lassen. Auch wenn die funktionale Beziehung der einzelnen Arten zu ihren Winterquartieren einem jahreszeitlichen Wandel unterliegt, scheinen die meisten auch außerhalb der Überwinterungsphase einen intensiven Kontakt zu einem Großteil ihrer Quartiere zu pflegen. In Quartieren, in denen mehrere Arten überwintern, ergeben sich alljährlich im selben Rhythmus ablaufende Nutzerabfolgen. So dominieren im Nordwiderlager im Frühsommer zunächst die Zwergfledermause. Bis Mitte Juni liegt ihr Anteil an der Gesamtaktivität bei knapp 90%, ca. 11% tragen die Wasserfledermäuse bei. Ab Mitte Juli kommen Große Abendsegler hinzu. Nach einer etwa 8-wöchigen Pause tauchen in der zweiten Augustwoche erstmals wieder Wasserfledermäuse auf. Anfang September sind kurzzeitig sogar vier Arten vertreten, ehe ab Mitte September das Geschehen von Fransenfledermäusen mit einem relativen Anteil von knapp 90% dominiert wird (s. Abb. 28).

Auffällig dabei ist, dass es sich bei den Zwergfledermaus- und Abendsegleraktivitäten im Sommer wohl ausschließlich um nächtliche Besuche handelt. Dies deckt sich mit Beobachtungen im Marburger Schlosskeller. Trotz vergleichbar hohen Aktivitäten übertagen auch dort zwischen Mai und Oktober nur einzelne Zwergfledermäuse. Auffällig sind auch an diesem Quartier die starken Aktivitätsschwankungen, die wohl meist witterungsbedingt sind.

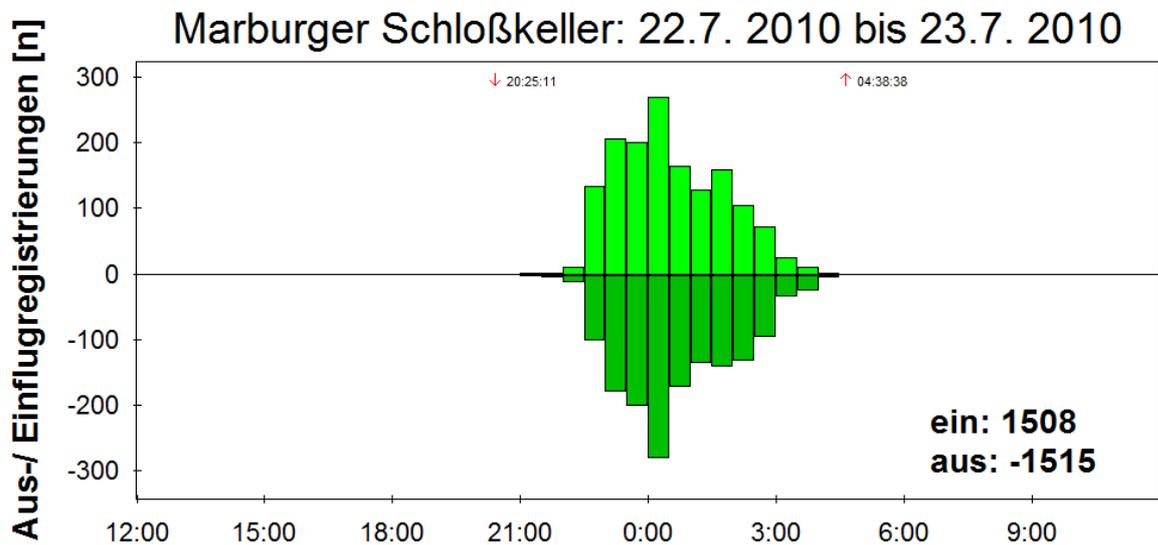


Abb. 50: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller am 22. Juli 2010. Erst deutlich nach Sonnenuntergang tauchen die ersten Zwergfledermäuse am Schloßkeller auf. (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten).

4.3 Nutzung der Brücke durch Fledermäuse versus Baumaßnahmen

Mögliche Konsequenzen des Nordlager-Abrisses

Die Ähnlichkeit der beiden Bauwerke zusammen mit der geringen räumlichen Distanz zwischen Süd- und Nordwiderlager wie auch die nahezu identischen Überwinterungszahlen lassen vermuten, dass die Auswahl des Überwinterungsstandortes durch die als Überwinterer nachgewiesenen Abendsegler, Zwerg- bzw. Mücken-, Wasser- und Fransenfledermäuse eher zufällig erfolgt. Zutreffen dürfte diese Vermutung auf jeden Fall für die Pipistrellen, wie ein Vergleich der Aktivitätsdaten aus dem Zeitraum 1. Mai bis 15. Juli 2008 – 2010 zeigt. <Der Zeitraum Mai – Juli eignet sich für Vergleichszwecke deshalb besonders gut, weil in dieser Zeit, abgesehen von ein paar Wasserfledermäusen, die beiden Widerlager ausschließlich von Zwergfledermäusen genutzt werden>. Im Vergleich der Jahre 2008 bis 2010 wird das Südwiderlager etwas bevorzugt. So wurden beispielsweise im Südwiderlager 102.000 Einflüge registriert, während die Vergleichszahl im Nordwiderlager mit 72.500 Einflügen knapp 29% niedriger lag. Ein Vergleich der Einzeltage zeigt aber, dass es auch reichlich Tage gibt, an denen das Nordlager deutlich bevorzugt wird.

Auch die spätwinterlichen Einflüge der Zwergfledermäuse im Zusammenhang mit Kälteeinbrüchen belegen die enge Verbindung zwischen den beiden Widerlagern. So war beispielsweise sowohl am 28. als auch am 29. Dezember 2008 in beiden Widerlagern eine starke Zuwanderung zu beobachten. Im Südwiderlager wanderten in den beiden Nächten 814 Fledermäuse ein. Im Nordwiderlager lag die Vergleichszahl mit 401 Tieren zwar deutlich weniger, aber auch hier war im Gegensatz zu den vorhergehenden und nachfolgenden Tagen eine auffällige Zuwanderung zu beobachten.

Ähnlich wie die Zwergfledermäuse zählen Wasser- und Fransenfledermäuse zu den regelmäßigen Nutzern der Brücke. Wie Fotodaten aus den Jahren 2011 und 2013 zeigen, können Wasserfledermäuse sowohl im Früh- als auch im Spätsommer über mehrere Wochen in konstanter Regelmäßigkeit nachgewiesen werden. Die ersten Fransenfledermäuse tauchen zwar erst Ende August in der Brücke auf, sind in der Folgezeit aber ständig sowohl im Süd- als auch im Nordwiderlager anzutreffen.

Ein ganz anderes Nutzerverhalten zeigen die Abendsegler. Dass Einzeltiere an der Brücke auftauchen, kommt zwar vor, ist aber ein eher seltenes Ereignis. Auffällig sind bei den Abendseglern regelrechte Masseneinflüge sowohl während der Schwarmphase im August als auch während der Einwanderung ins Winterquartier im November/ Dezember. Hinzu kommt, dass sich diese Masseneinflüge auf eine einzige Fensteröffnung konzentrieren. Wieso ausgerechnet die östliche Einflugöffnung des Nordwiderlagers diese große Bedeutung für Abendsegler hat, darüber kann jedoch nur spekuliert werden.

Was sich aus den Altdaten aber entnehmen lässt, ist eine Verlagerung des Überwinterungsstandortes vom Süd- ins Nordwiderlager. Diese Verlagerung scheint spätestens Ende der 1990er Jahre stattgefunden zu haben. Nachdem bis 2011 noch unklar war, ob es sich um ein methodisches Artefakt handelt aufgrund der schlechten Einsehbarkeit der Deckenspalten, ist durch die intensive Kontrollen in den Jahren 2009-2011 incl. der Fotodaten inzwischen bewiesen, dass derzeit nur noch ein Bruchteil der 1994 nachgewiesenen Abendsegler im Südwiderlager überwintert. Mit der Verlagerung des Überwinterungsstandortes scheint auch der Überwinterungsbestand abgenommen zu haben. Nach aktuellen Schätzungen dürfte der

Überwinterungsbestand im Nordwiderlager bei maximal 1.500 Abendseglern liegen im Gegensatz zu den > 2.700 überwinternden Abendseglern im Winter 1993 / 94 (KUGELSCHAFTER 1994).

Doch selbst wenn die Abendsegler mehr oder weniger ausgeprägt auf das Nordwiderlager fokussiert sein sollten, und während der Schwarmphase überwiegend ins Nordlager einfliegen, ist davon auszugehen, dass auch die aktuelle Abendseglergeneration das Südwiderlager kennt bzw. die derzeit im Nordwiderlager überwinternden Abendsegler durch die artspezifische Traditionsmechanismen zu räumlichen Verlagerungen in der Lage sind, Entsprechende Hinweise lassen sich u.a. aus den Daten im Königsgehege/ Plön ableiten (s. KUGELSCHAFTER 2012).

Artenschutzrechtlich notwendige Begleitmaßnahmen im Zusammenhang mit dem geplanten den Baumaßnahmen

Für die Baumaßnahmen an den Brückenwiderlagern bedeuten die aktuellen Erkenntnisse, dass die Alte Levensauer Hochbrücke nicht nur während der Winterschlafphase von November bis Mitte April, sondern auch zwischen Mai und Oktober von Fledermäusen genutzt wird. Da in diesem Zeitraum aber praktisch keine Tiere in den Widerlagern übertagen, werden sie von Baumaßnahmen, die tagsüber stattfinden, nicht beeinträchtigt.

Problematischer ist jedoch eine Bautätigkeiten in der Dämmerungs- oder Nachtzeit. Diese bedürfen unbedingt einer ökologischen Baubegleitung. Auch wenn die spärlich vorliegenden Hinweise noch nicht wissenschaftlich abgesichert sind, deuten verschiedene Zufallsbefunde sowie erste Befunde aus einer experimentellen Untersuchung insbesondere bei den Myotis-Arten auf eine hohe Lichtempfindlichkeit. So hatte versehentlich eingeschaltetes Licht in den beiden Ausflugsammern an der Segeberger Kalkberghöhle beispielsweise zur Folge, dass Wasser-, Fransen sowie Bechsteinfledermäuse zwar einfliegen, sich in der Folgezeit mehrere tausend Tiere in den beleuchteten Ausflugsammern konzentrierten, diese aber nicht mehr ausflogen. Erst nachdem nach einer einwöchigen Dauerbeleuchtung die Fehlschaltung bemerkt und das Licht ausgeschaltet wurde, flogen die Tiere aus.

Erstmals experimentell belegt wird eine hohe Lichtempfindlichkeit von Wasserfledermäusen durch Befunde einer aktuellen Untersuchung (Ifd. Untersuchung zur Frage der Lichtempfindlichkeit von Wasserfledermäusen, Experimentelle Untersuchung im Tunnel Tesche in Wuppertal, im Auftrag der Stadt Wuppertal, Auftragnehmer: Ökolog, Parlow & ChiroTEC, Lohra). Licht führte sowohl in der Abwanderungsphase im Frühjahr 2012 als auch in 2013 zu einer deutlichen Reduzierung der Abwanderungsaktivität von Wasserfledermäusen.

Weniger problematisch dürfte Licht bei Zwergfledermäusen und Abendseglern sein. Beide Arten fliegen etwa eine Viertelstunde nach Sonnenuntergang aus. D.h., sie verlassen ihre Quartiere zu einem Zeitpunkt, wo die natürliche Beleuchtung fast noch ausreicht zum Farbsehen, während die Myotisarten erst ausfliegen, wenn es dunkel ist.

Da aber sowohl im Sommer als auch im Herbst, abgesehen, vielleicht vom Juli, mit den Wasser- bzw. Fransenfledermäusen sich mehr oder weniger durchgängig Myotis-Arten an der Brücke aufhalten, sind deren Belange maßgebend für das Lichtmanagement während der Bauphase.

5 Mikroklimatische Untersuchungen

5.1 Veranlassung

Zum Erhalt der überwinternden Fledermauspopulation auch über den Brückenneubau hinaus werden derzeit die folgenden Varianten verfolgt:

1. Erhalt des südlichen Widerlagers und ggf. Aufwertung durch Schaffung zusätzlicher Spalten
2. Ersatzquartier am neu zu errichtenden Widerlager Nord.

Entscheidend für die Akzeptanz eines Quartieres durch die verschiedenen Fledermausarten ist das Mikroklima, so die Expertenmeinung. Auch wenn diese Einschätzung durch neue Erkenntnis zur Ökologie der Fledermäuse einer zunehmend differenzierteren Betrachtungsweise weicht, und ein optimales Mikroklima nicht unbedingt auch dazu führt, dass beispielsweise ein Ersatzquartier durch Fledermäuse angenommen wird, ist das Mikroklima letztlich doch ein wesentlicher Faktor für die Überlebenschancen von überwinternden Fledermäusen. Entscheidend dabei ist die Frostsicherheit. Auch wenn manche Arten, insbesondere Große Abendsegler, offensichtlich in der Lage sind, Frostphasen zu überstehen, dürften die meisten anderen Arten durch Frost akut gefährdet sein.

Da sich in den langen Jahren der Besiedlung der Levensauer Hochbrücke gezeigt hat, dass das hier herrschende Mikroklima offensichtlich ideale Überlebenschancen für überwinternde Fledermäuse bietet, sollen in einem Ersatzquartier möglichst ähnliche kleinklimatische Bedingungen geschaffen werden. Voraussetzung dafür sind jedoch entsprechend detaillierte Daten, wie sie im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung erhoben werden sollten.

Aufgrund der identischen Bauweise der beiden Widerlager ist davon auszugehen, dass das Mikroklima in beiden Lager weitgehend identisch ist. D.h., die Überwinterungsbedingungen dürften in beiden Lagern mehr oder weniger identisch sein und die Fledermäuse sollten sich demzufolge eigentlich gleichmäßig auf beide Lager verteilen. Dies trifft auch für Wasser-, Fransen- und Zwergfledermäuse zu. Im Gegensatz zu diesen drei Arten konzentrieren sich die Abendsegler auf das Nordlager. Da nicht auszuschließen ist, dass dieses abweichende Nutzungsmuster kleinklimatische Ursachen hat, wurden die Untersuchungen in beiden Widerlagern durchgeführt.

5.2 Messprogramm

Ermittelt wurden die Spaltentiefe, die Temperaturverläufe sowie die Luftfeuchtigkeit.



Abb. 51: Für die Einbauarbeiten wurde von der Fa. Kreuzberger ein Hubsteiger gemietet. Die Bohrarbeiten wurden von Fa. Schwalbe durchgeführt. Das rechte Foto zeigt einen Arbeiter beim Bohren eines Deckenloches, in das anschließend eine sogenannte Sensorlanze eingeführt wurde.



Abb. 52: Jede Messstelle umfasste drei Temperaturmesspunkte (Oberfläche, 50 cm und 100 cm in Decke und Wand so wie <wenn möglich> 100 und 200 cm in der Wandspalte) und ein Feuchtemesspunkt (50 cm bzw. 100 cm).

Abb. 53: Temperatur- (DS18S20) bzw. Feuchtesensor (HIH-3619).

5.2.1 Geometrie der Spalten und Erfassung von Fledermausclustern

Geometrie und Aufbau der Widerlager sind aus den im WSA Kiel-Holtenau vorliegenden Plänen hinreichend genau bekannt, um die Lage der Einflugöffnungen und die Größe der Halle zu ermitteln. Die maximale Höhe vom Boden bis zur Unterkante der Widerlagerdecke beträgt ca. 14,5 m.

Zur Ermittlung der Geometrie der Spalten, in denen die Fledermäuse überwintern, sind jedoch weitere Informationen, die aus den Archivplänen nicht hervorgehen, erforderlich. Die Fuge verläuft parallel zur Seitenwand mit den Einflugöffnungen zwischen den Seitenwänden und dem Gewölbe (s. Abb. 54, gelb markierter Bereich).

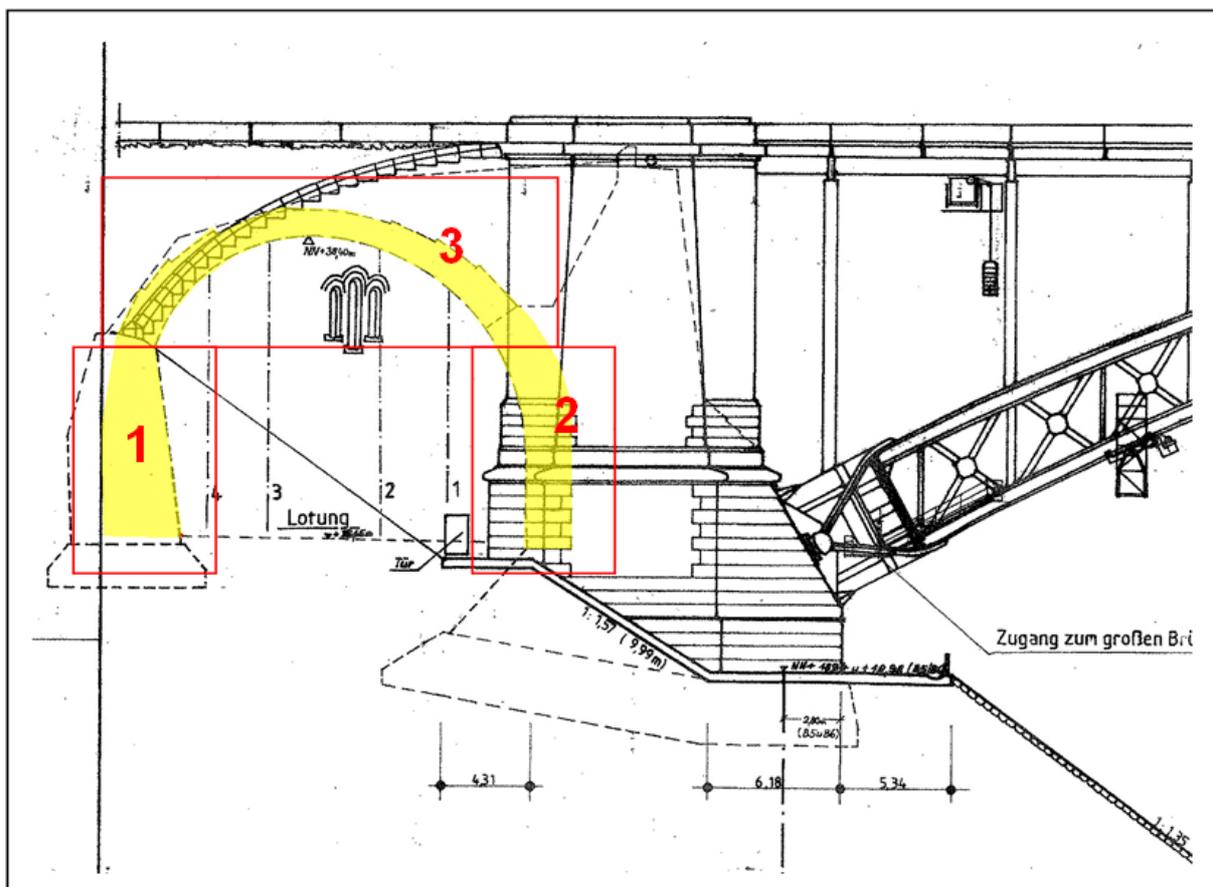


Abb. 54: Querschnitt des nördlichen Widerlagers, Spaltenbereich (gelb) mit Zonierung.

Die Ermittlung der Spaltengeometrie erfolgt durch einmalige Aufnahme der Spaltentiefe in regelmäßigen Abständen mittels einer Endoskopkamera und eines Laserdistanzmessgerätes. Lt. den vorliegenden Archivplänen ist von einer Fugentiefe von 1,0 – 1,8 m auszugehen; Die Varianz der Spaltentiefe und- breite soll anhand der Untersuchung überprüft werden. Die gleichzeitige Dokumentation der Lage von Fledermausclustern lässt auf von den Tieren bevorzugte Verhältnisse schließen.

5.2.2 Temperatur von Umgebungsluft und Mauerwerk

Ein wesentlicher Baustein zur Nachbildung der mikroklimatischen Randbedingungen im Widerlager sind die Temperaturverteilung in den Spalten und die Wärmeleiteigenschaften des Bauwerkes. Zielstellung ist die Nachbildung der Temperaturverteilung in der Umgebung der Spalten und in den Spalten selbst bei verschiedenen Außentemperaturen.

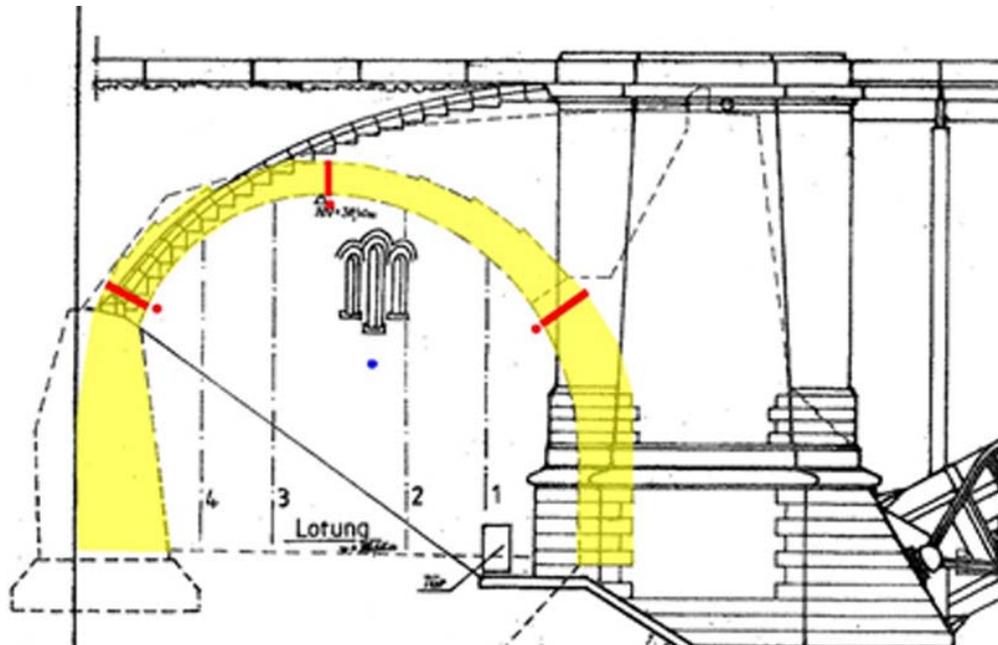


Abb. 55: Querschnitt des nördlichen Widerlagers, Lage der Sensorlanzen und der Gewölbebohrungen (rote Striche), der Bohrung in der Seitenwand (rote Punkte) und der Außentemperaturfühler unterhalb der Einflugöffnungen (blauer Punkt). Die Anordnung gilt spiegelbildlich auch für die östliche Fuge.

Durch das Messkonzept wurden erfasst:

- Lufttemperatur im Bauwerk
Hierzu wurden an einem Teleskopmast Temperatursensoren in einer Höhe von 0,5 m über dem Boden, 5 m über dem Boden und in 11 m Höhe (Ausflugöffnungen) angebracht.
- Lufttemperatur außen
Um ein differenziertes Bild der Außentemperatur zu erhalten, wurden 2 Temperaturmesspunkte an den Seitenwänden des Bauwerkes ca. 1-2 m unter den Ein- und Ausfluggöffnungen einzurichten.
- Temperaturverteilung innerhalb der Spalten
Die Temperaturverteilung innerhalb der Spalten wird erfasst durch Ketten von jeweils drei Sensoren, die die Temperatur am Ende, in der Mitte und am Ausgang der Fuge erfassen.
- Um evtl. erforderliche Wartungsarbeiten auch während des Winterschlafes der Fledermäuse durchführen zu können und Ungenauigkeiten durch die Körpertemperatur der Tiere zu minimieren, werden die Sensorlanzen in gelochte Rohre eingelassen.

Der Durchmesser der Rohre richtet sich nach den Abmessungen für Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsfühler sowie der im ersten Arbeitsschritt ermittelten Spaltbreiten. Je Fuge werden drei solcher Messlanzen vorgesehen (Decke, Mitte der Seitenwände); insgesamt also 6 Messlanzen à 3 Temperaturfühler (Lage der Messlanzen und der Außentemperaturfühler vgl. Abb. 55).

- Temperatur des Mauerwerkes in Spaltennähe in verschiedenen Mauertiefen
Parallel zu den Sensorlanzen in der Fuge erfolgten drei Bohrungen mit gleicher Länge wie die Spalttiefe in das Gewölbe (Abstand zur Fuge ca. 20 cm), um die Temperaturverteilung im Mauerwerk zu dokumentieren. Hier wurden je Bohrung 3 Temperatursensoren in gleichmäßigem Abstand über die Wandtiefe vorgesehen.
Im rechten Winkel zu den Sensorlanzen in der Fuge erfolgte eine Bohrung in die Außenmauer; auch hier wurden je Bohrung 3 Temperatursensoren in gleichmäßigem Abstand über die Wandtiefe vorgesehen.
Die Durchmesser der Bohrungen sind entsprechend den Maßen der einzubringenden Sensoren zu wählen.
In beiden Widerlagern wurden insgesamt 118 Temperatursensoren eingebaut.

5.2.3 Feuchtigkeit von Umgebungsluft und Mauerwerk

Zur Aufnahme der Bauwerks- und Luftfeuchtigkeit wurden an allen Temperaturmesspunkten auch Sensoren für die Feuchtigkeit installiert. Da im Gegensatz zu den Temperaturen nur mit geringen Abweichungen bei der Feuchtigkeit ausgegangen wurde, wurde pro Messpunkt nur ein Feuchtesensor eingesetzt.

6 Sensorlanzen à 1 Messpunkt:	6 Sensoren Luftfeuchtigkeit
6 Gewölbebohrungen à 1 Messpunkt:	6 Sensoren Bauwerksfeuchtigkeit
6 Seitenwandbohrungen à 1 Messpunkt:	6 Sensoren Bauwerksfeuchtigkeit
Außenmessung:	2 Sensoren Luftfeuchtigkeit
Innenmessung Halle:	3 Sensoren Luftfeuchtigkeit

Für die Aufnahme von Bauwerks- und Luftfeuchtigkeit wurden in beiden Widerlagern insgesamt 46 Messpunkte eingebaut.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Geometrie der Spalten und Erfassung von Fledermausclustern

Die Untersuchung der Spaltentiefen wurde im November 2009 im Zusammenhang mit dem Einbau der Sensorlanzen durchgeführt. Abweichend von der Leistungsbeschreibung wurde für die Messung ein dünner Aluminiumstab eingesetzt, da sich das ursprüngliche Untersuchungsdesign aufgrund der bei der Vermauerung verbliebenen Mörtel- und Steinvorsprünge als nicht durchführbar erwiesen hat.



Abb. 56: Blick in eine Deckenspalte mit mehreren winterschlafenden Abendseglern. Die nach innen gequollenen Mörtelwülste strukturieren die Oberfläche und bieten den Tieren ideale Unterschlupf- und Hangplatzmöglichkeiten.

Die in den Archivplänen verzeichneten Spaltentiefen konnten durch die Untersuchung weitgehend bestätigt werden. Die Spaltentiefe differierte zwischen etwa ein und zwei Meter, wobei die Spalten im Südlager insgesamt deutlich tiefer sind als im Nordlager. Spaltentiefen um knapp 100 cm sind im Bereich der Gewölbedecke anzutreffen. Mit abnehmender Höhe nimmt die Mauerdicke des Bauwerkes zu; dementsprechend steigt die Spaltentiefe im unteren Drittel auf knapp zwei Meter an (s. Abb. 57)

Spaltenabschnitt	Tiefenvarianz von –bis [m]
WL Nord	
Westl. Spalt	
1-Gründung landseitig	Ca. 100 cm
2-Gründung wasserseitig	Ca. 100 cm
3-Gewölbedecke	Ca. 80 cm
Östl. Spalt	
1-Gründung landseitig	Ca. 100 cm
2-Gründung wasserseitig	Ca. 100 cm
3-Gewölbedecke	Ca. 80 cm
WL Süd	
Westl. Spalt	
1-Gründung landseitig	Ca. 240 cm
2-Gründung wasserseitig	Ca. 240 cm
3-Gewölbedecke	Ca. 100 cm
Östl. Spalt	
1-Gründung landseitig	Ca. 240 cm
2-Gründung wasserseitig	Ca. 240 cm
3-Gewölbedecke	Ca. 100 cm

Abb. 57: Spaltenvarianz in den Spaltabschnitten der beiden Widerlager

Auffällig ist jedoch, dass im Bereich der hangseitigen Gewölbedecke der westliche Spalt am Nordwiderlager geringere Tiefen und Breiten aufweist. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass es zu Bauwerksverschiebungen während einer Rutschung der Kanalböschung unterhalb des Widerlagers gekommen ist.

Die Spaltenbreite differiert in den übrigen Bereichen aufgrund der Bauweise durch überstehende Mörtel- und Ziegelkanten kleinräumig und weist diesbezüglich für Fledermäuse ideale Bedingungen auf. Die Spaltenbreiten variieren von ca. 20 - 40 mm.

Vereinzelt wurden kleinräumig deutlich geringere Tiefen gemessen, die jedoch bei näherer Betrachtung auf die herstellungsbedingten Vorsprünge zurückzuführen sind, so dass im Ergebnis durch diese Stellen nicht von einer deutlichen Reduzierung des Spaltenraumes auszugehen ist.



Abb. 58: Bevorzugt genutzt von den Abendseglern wird der Deckenspalt über dem nördlichen Fenster im Nordlager. Ein weiterer Cluster befindet sich im südlichen Deckenspalt auf der Westseite des Nordwiderlagers, während im Südlager abgesehen von ein paar Einzeltieren keine Cluster nachgewiesen werden konnten.



Abb. 59: Winterschlafende Abendsegler im Deckenspalt über dem nördlichen Fenster im Nordlager.

Während viele Abendsegler deutlich sichtbar an der Vorderkante des Deckenspaltés hängen, krabbeln die Zwergfledermäuse meist tiefer in die Spalten und sind deshalb auch bei Kontrollen nicht sichtbar. Sichtbar sind größere Cluster von Zwergfledermäusen nur im Nordlager im Deckenspalt auf der nordwestlichen Hangseite (s. Abb. 60) sowie auf der südwestlichen Hangseite. Aufgrund von Einflugbeobachtungen und Lautäußerungen ist zu vermuten, dass sich im Nordlager auf der nordöstlichen Hangseite sowie im Südlager, sowohl auf der südwestlichen als auch auf der südöstlichen Hangseite weitere Cluster befinden.



Abb. 60: Winterschlafende Zwergfledermäuse auf der nordwestlichen Hangseite im Deckenspalt im Nordlager. Die untere Abbildung zeigt eine Ausschnittvergrößerung. Größenbedingt bevorzugen die Zwergfledermäuse deutliche schmalere Spalten als die wesentlich größeren Abendsegler.

Im Verlaufe des Winters konnten bei den Abendseglercluster geringfügige Verschiebungen beobachtet werden. Aber selbst bei zweistelligen Minustemperaturen im Außenbereich zo-

gen sich die Abendsegler nur wenige Zentimeter in den Spalt zurück. Aus mikroklimatischer Sicht gab es auch keine Notwendigkeit für ein weiteres Zurückziehen, da am Übergang zum Spalt die Temperatur nie unter 0°C absank. Tiefer im Spalt sanken die Temperaturen dagegen, offensichtlich bedingt durch die Nähe zur Fahrbahn, auf bis zu -5,5°C ab,

5.3.2 Temperatur von Umgebungsluft und Mauerwerk

Der Versuch wurde entsprechend der Beschreibung unter Kap. 5.3 durchgeführt. Die nachfolgenden Abbildungen stellen beispielhaft die Messdaten der Lufttemperatur, der Temperatur im Bauwerk sowie im Deckenspalt im Überwinterungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager dar. Der Gesamtbestand an Messdaten ist digital auf der dem Bericht beigelegten Festplatte gespeichert.

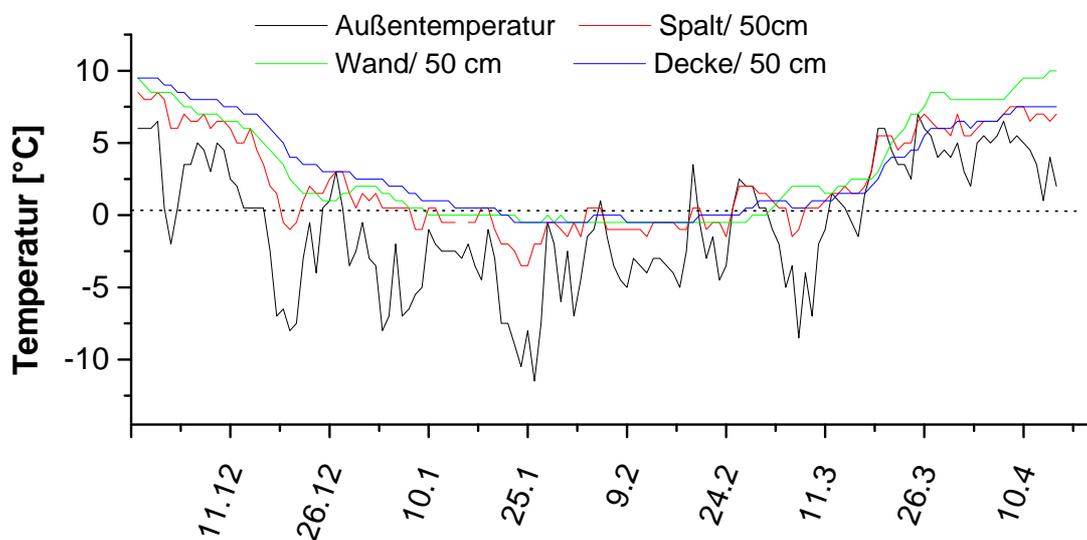


Abb. 61: Tgl. minimale Lufttemperatur bzw. Temperatur im Deckenspalt sowie in der angrenzenden Wand bzw. Decke in jeweils 50 cm Tiefe im Nordlager im Überwinterungszeitraum 27. November 2009 bis 15. April 2010.

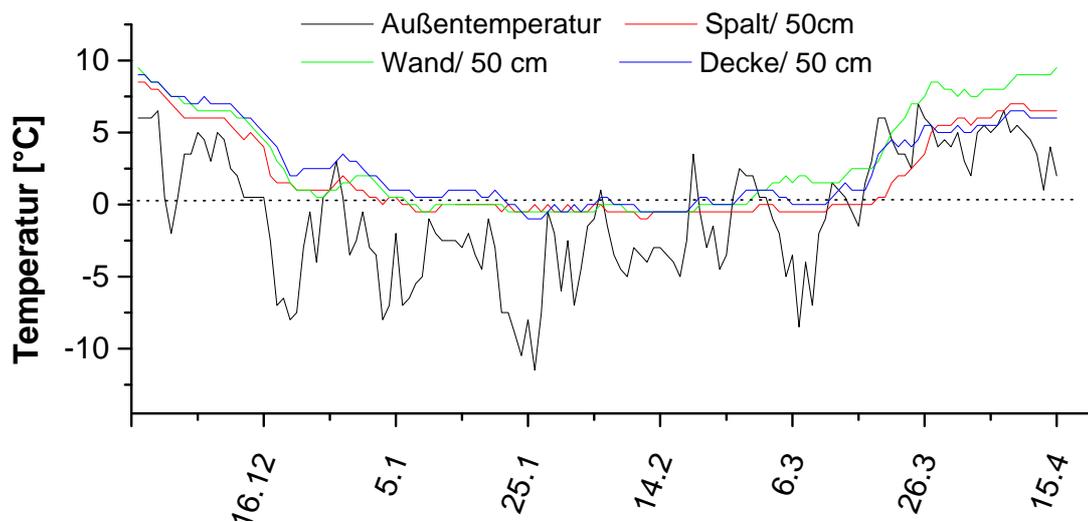


Abb. 62: Tgl. minimale Lufttemperatur bzw. Temperatur im Deckenspalt sowie in der angrenzenden Wand bzw. Decke in jeweils 50 cm Tiefe im Südlager im Überwinterungszeitraum 27. November 2009 bis 15. April 2010.

Obwohl die beiden letzten Winter im Vergleich zum langjährigen Mittel von längeren Frostperioden mit deutlich niedrigeren Temperaturen gekennzeichnet waren, sank die Temperatur in den beobachteten Bauwerkspalten in den deckennahen Bereichen nur ausnahmsweise einmal geringfügig unter 0° Celsius. In den tiefen und fahrbahnnahen Spaltenbereichen sank die Temperatur dagegen vereinzelt deutlich unter 0°C ab. So lag die gemessene Tiefsttemperatur auf der südwestlichen Kanalseite beispielsweise bei -5,5°C.

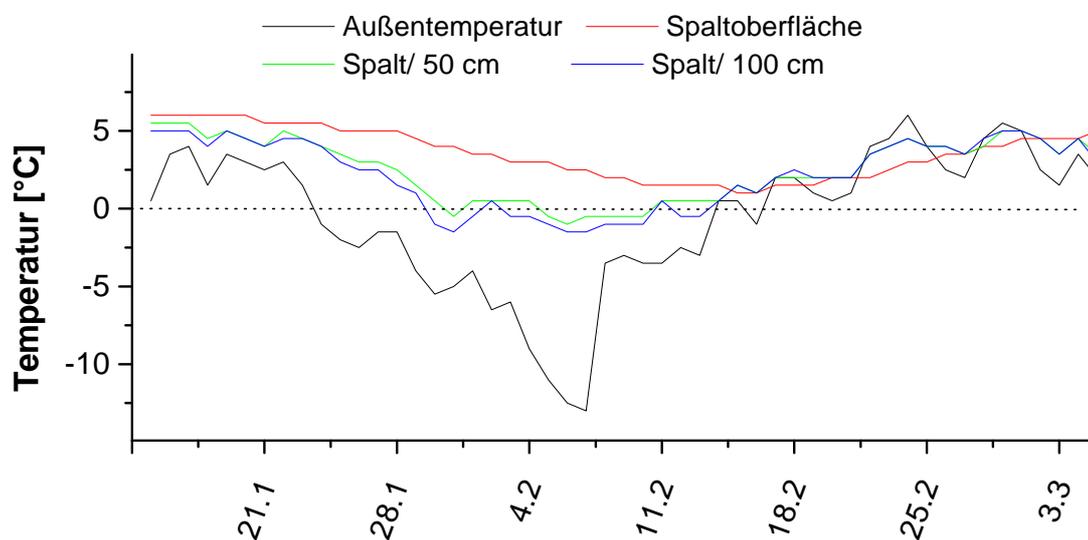


Abb. 63: Beispiel für die Varianz der Spalttemperatur in unterschiedlichen Spaltentiefen im Nordlager über dem östlichen Fenster

Mit diesen stabilen und in der Nähe des Gefrierpunktes liegenden Temperaturen weisen die Spalten ideale Überwinterungstemperaturen für die Fledermäuse auf. Der Stoffwechsel der Tiere wird auf ein Minimum reduziert und damit ein Maximum an Energieeinsparung erreicht.

5.3.3 Empfehlung für Ersatzmaßnahmen

Ideal für die Überlebenschancen überwinternder Fledermäuse sind stabile Temperaturen, die zumindest für das in der Brücke nachgewiesene Artenspektrum möglichst nahe am Gefrierpunkt liegen, aber möglichst nicht in den Frostbereich absinken sollten. Auch wenn, wie Beispiele aus den vergangenen Überwinterungsperioden aus Kastenuntersuchungen zeigen, Abendsegler offensichtlich auf ihre Konstitution und ihre vergleichsweise großen Energiereserven vertrauen und tiefere Temperaturen mehr oder weniger stoisch über sich ergehen lassen und diese auch erfolgreich überstehen, ist davon auszugehen, dass Frost zusätzliche Energie kostet. Die Überwinterungsstrategie der Abendsegler basiert im Wesentlichen auf der Clusterbildung. D.h., sie bilden Pulks und versuchen, durch Bildung möglichst großer Überwintergruppen die genutzten Hohlräume möglichst gut auszufüllen. Besonders gut zu beobachten ist dies in den Fledermauskastentypen 1FW. In den Deckenspalten bilden die Abendsegler ebenfalls Pulks. Da diese aber höchstens zweilagig sind, reduzieren die Abendsegler ihre Oberfläche weit weniger als in den Kästen. Entsprechend stärker gefährdet sind sie bei langanhaltenden Frostphasen. Zu regelrechten Massensterben von Abendseglern kommt es deshalb bevorzugt in Wandspaltenquartieren, wie A. Zahn (mdl.) an verschiedenen Abendsegler-Überwinterungsquartieren in Oberbayern feststellen konnte (A. ZAHN, MDL.).

Zwergfledermäuse überwintern zunächst einmal in ihren Sommerquartieren. Da es sich i.d.R. um oberflächennahe Spaltenquartiere handelt, kühlen diese in den kalten Herbstnächten schnell aus und ermöglichen den Zwergfledermäusen durch das schnelle, starke Absinken ihrer Stoffwechselaktivität ein effizientes Energiesparen. Problem bei derartigen Quartieren ist jedoch, dass sie extrem frostgefährdet sind. Doch während die Abendsegler keinerlei Flucht Tendenzen auf Frost zeigen, scheinen Zwergfledermäuse durch Frost regelrecht geweckt und zum Quartierwechsel veranlasst zu werden. Sinn macht das natürlich nur, wenn das Ausweichquartier frostsicher ist wie etwa die Levensauer Brücke oder der Marburger Schlosskeller. Doch während die Spalten in der Brücke in den Wintermonaten durchgehend bei knapp 0°C liegen, und damit idealen Überwinterungstemperaturen bieten, liegen die Temperaturen im Schlosskeller mit über 5°C deutlich höher. Die höheren Temperaturen bedeuten einen höheren Stoffwechsel und damit einen höheren Energieverbrauch. Sichert ist ihr Überleben unter diesen Bedingungen nur, wenn sie über entsprechende Energiereserven verfügen, was aber bei Zwergfledermäusen eher weniger der Fall sein dürfte. So ist auch zu erklären, wieso im Marburger Schloßkeller während der Wintermonate ein ständiges Kommen und Gehen herrscht im Gegensatz zur Brücke, wo die Zwergfledermäuse nach ihrem Einfliegen in der Brücke bleiben.

Zunächst einmal war es überraschend, dass die Brücke auch von Wasser- und Fransenfledermäusen als Überwinterungsquartier genutzt wird. Soweit bekannt, überwintern nämlich beide Arten in unterirdischen Quartieren wie Stollen, Höhlen und Kellern. Die Temperaturen liegen in diesem Quartiertyp i.d.R. zwischen 6 und knapp 10°C, die Luftfeuchte bei knapp 100%. Gleichwohl scheinen auch für diese beiden Arten die Bedingungen ideal zu sein, wie anhand der großen Zahl überwinternden Individuen zu folgern ist.

In den vergangenen Wintern sind die Außentemperaturen (in Kiel) verschiedentlich bis auf knapp -20°C abgesunken. Dabei hat es sich aber immer um relativ kurze Phasen gehandelt. Offensichtlich reicht unter diesen Bedingungen die Wärme- bzw. Kältespeicherkapazität der

Brücke aus, um ein Durchfrieren der Spalten zu verhindern. Da aufgrund des Klimawandels aber nicht auszuschließen ist, dass sich solche Extremereignisse häufen und im Kieler Raum, ähnlich wie in den letzten Jahren im Nordosten von Mecklenburg-Vorpommern zu beobachten, zweistellige Minusgrade über Wochen halten, sollte hier entsprechende Vorsorgemaßnahmen getroffen werden. D.h, durch entsprechende Dämmung sollte sichergestellt werden, dass die Spalten auch unter solchen Bedingungen möglichst nicht dauerhaft unter 3°C absinken (s. GÖTTSCHE 2010), zumindest aber frostfrei bleiben.

5.4 Feuchtigkeit von Umgebungsluft und Mauerwerk

Der Versuch wurde entsprechend der Beschreibung unter Kap. 5.2.3 durchgeführt. Die beiden Abbildungen stellen die Messdaten der Luftfeuchtigkeit, der Feuchtigkeit im Mauerwerk im Überwinterungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager dar.

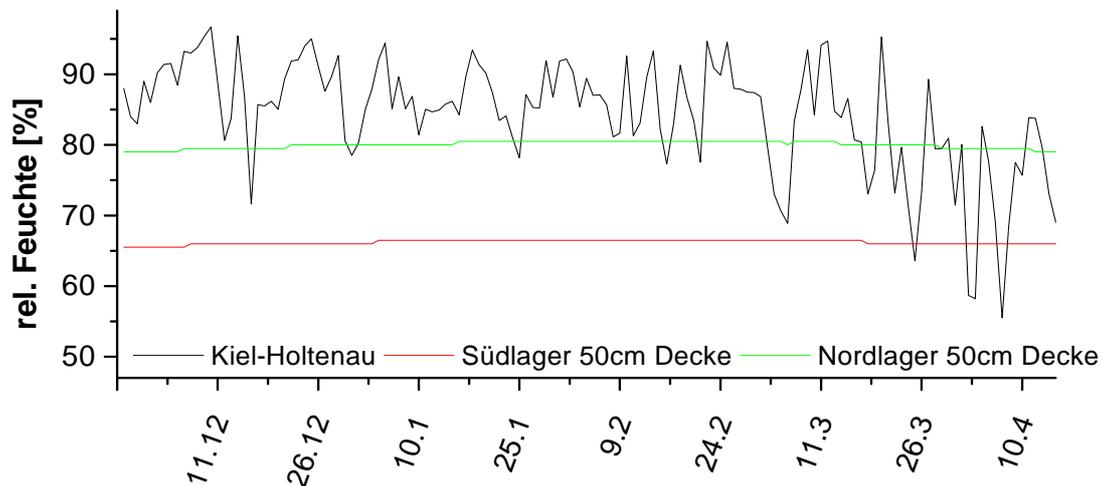


Abb. 64: Ganglinien der mittleren Verläufe der Luftfeuchtigkeit, der Feuchtigkeit im Bauwerk und im die Spalten umgebenden Mauerwerk im Überwinterungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager

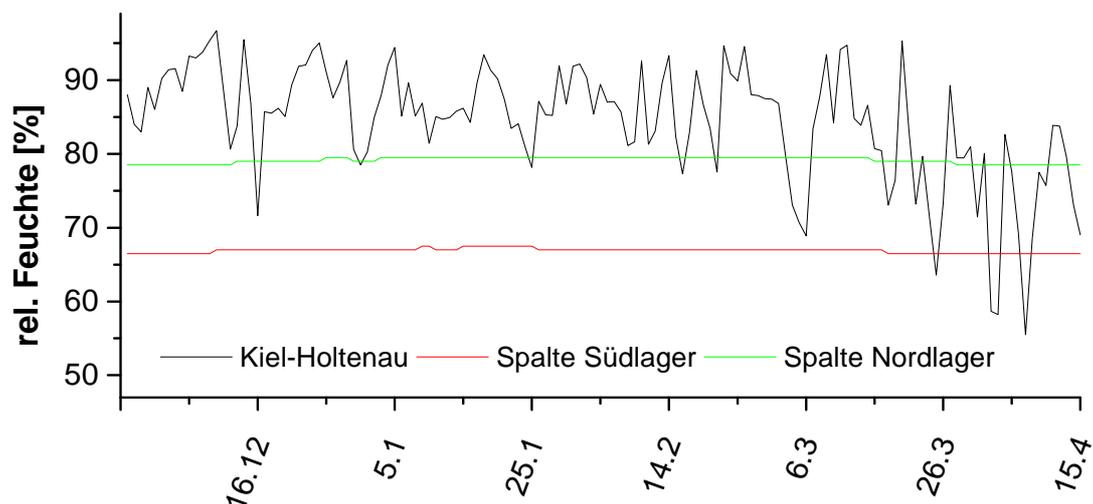


Abb. 65: Ganglinien der mittleren Verläufe der Luftfeuchtigkeit in Spalten über den westlichen Fensteröffnungen im Überwinterungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager

Spalten und Mauerwerk weisen mehr oder weniger identische Feuchtwerte auf. Auch bei Schwankungen in der Umgebungsluft bleibt der Feuchtigkeitsverlauf in der Spalte sowie im Mauerwerk weitgehend konstant. In der Vergangenheit konnte aufgrund von Bauwerksschä-

den in begrenzten Spaltenabschnitten fließendes oder tropfendes Wasser beobachtet werden, welches aufgrund der Tausalzgehalte weder für das Bauwerk noch für die Fledermäuse zuträglich ist. Diese Schäden wurden nach Wissensstand des Gutachters vor einigen Jahren durch eine Sanierung der Fahrbahn und der Fahrbahntwässerung behoben.

Empfehlung für Ersatzmaßnahmen:

Aus den Erfahrungen bei anderen Fledermausquartieren hinter Dämmung, in Plattenbauten, aber auch unter Kirchendächern und bei Brückensanierungen zeigt sich immer wieder, dass Fledermäuse regelmäßig in Quartieren mit geringer Luftfeuchtigkeit überwintern. Daher scheint im Gegensatz zum Temperaturverlauf die Bauwerksfeuchte keine besondere oder herausragende Rolle zu spielen, zumal ein Fledermauscluster sein eigenes Feuchtemikroklima erzeugen kann.

6 Literatur

- Harrje, C. (1990): Neuere Beobachtungen überwinternder Fledermäuse im Kieler Stadtgebiet. Zeitschrift für Natur- und Landeskunde von Schleswig-Holstein und Hamburg, 34, 245-249.
- Harrje, C. (1994): Zur ökologischen Bedeutung von Stollenquartieren für Wasserfledermäuse (*Myotis daubentoni* KUHL, 1819)- eine Studie zur ganzjährigen Aktivität am Winterquartier; Diplomarbeit, Christian- Albrechts- Universität zu Kiel.
- Dietz, C. , O. Helsversen, D. Nill (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas, Kosmos-Verlag: 399pp.
- GEIGER (2003): Bedeutende unterirdische Lebensstätten für Fledermäuse in Deutschland in Grundlagen für die Entwicklung eines Monitorings der Fledermäuse in Deutschland, Dokumentation der Entwicklungsschritte 1996-2002, 67-84
- Kugelschafter, K. (1993): Untersuchungen zur Bedeutung und Optimierung der Segeberger Kalkberghöhle und angrenzender Nahrungsbiotope für Fledermäuse. Gutachten im Auftrage des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung in Schleswig-Holstein: 51 pp.
- KUGELSCHAFTER (1994): Ökologische Untersuchungen an einer Winterschlafgesellschaft des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Levensauer Hochbrücke bei Kiel, Gutachten i.A. der Ministerin für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 42 pp.
- Kugeschafter, K.; W. Kimpel, T. Horvath & T. Volk (1995): Neue Techniken zur Überwachung von Fledermäusen, in Stubbe, M., Stubbe, A. Heidecke D. (Hrsgb), Methoden feldökologischer Säugetierforschung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 373-382.
- Kugelschafter, K. (1999): Untersuchung zur Nutzung der Segeberger Kalkberghöhle durch Fledermäuse mit besonderer Berücksichtigung des Frühsommeraspektes, im Auftrag des Naturschutzbundes Deutschland (NABU), Landesverband Schleswig-Holstein: 44 pp (Abschlußbericht für das Jahr 1999).
- Kugelschafter, K. (2007): Die Fledermauspopulation des Mayener Grubenfeldes Teilprojekt: Bestandsmonitoring an fünf Referenzstandorten mittels Lichtschranken und Fotofallen, Gutachten im Auftrag des NABU Rheinland-Pfalz, 24 pp.
- Kugelschafter, K. (2009a): Qualitative und quantitative Erfassung der Fledermäuse, die zwischen Februar und Mai 2009 aus ihren Winterquartieren „Bierkeller bei Sulzthal“, „Moggasterhöhle“ bei Moggast, „Geisloch“ bei Viehhofen und „Windloch“ bei Alfeld ausflogen, 34 pp.
- Kugelschafter, K., B. Spruck & T. Horvath (2009b): Autoamtische Wägung von Fledermäusen an Krabbelöffnungen, Posterdarstellung auf der 9. Fachtagung der BAG-Fledermausschutz vom 3.-4. April 2009 in Mayen.
- Kugelschafter, K. (2010): Erfassung der Fledermäuse, die aus ihren Winterquartieren „Galgenberghöhle“ bei Hohenburg und „Geisloch“ bei Viehhofen ausflogen, Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 26 pp.

Bearbeitet im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Kiel-Holtenau:

Lohra, den 18. März 2015


Karl Kugelschafter

ChiroTEC

Anlagen

Dem Original des Berichtes ist eine Wechselfestplatte mit den Rohdaten und deren Auswertung zur Dokumentation beigelegt.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Zusammenstellung der bedeutendsten mittels ChiroTEC- Lichtschrankensystemen ermittelten Fledermausüberwinterungsbestände in Deutschland. Integriert in diese Auflistung sind die aktuellen Bestandsdaten der Alten Levensauer Hochbrücke aus dem Winter 2010/2011. ... 4
- Abb. 2: Alte (im Vordergrund) und Neue Levensauer Hochbrücke (im Hintergrund)..... 5
- Abb. 3: Postkartenzeichnung mit Alter Levensauer Hochbrücke 7
- Abb. 4: Südliches Widerlager, Blick auf die östliche Ausflugsöffnung. Der Deckenspalt zieht sich auf beiden Seiten jeweils über die gesamte Breite des Widerlagers. Die Pfeilspitzen markieren Beginn bzw. Ende der Spalte. Der Wandspalt zieht sich auf beiden Seiten des Widerlagers bis unter die Fensteröffnung. 8
- Abb. 5: Winterschlafende Große Abendsegler im östlichen Deckenspalt des Südwestlagers (Aufnahme vom 26.12.1995). Meist hängen die Tiere dicht gepackt neben- und z.T. auch übereinander. Zählbar ist deshalb i.d.R. nur die erste „Reihe“. 9
- Abb. 6: C. HARRJE beim Einbau der Liba-4S . Die Strahlenpaare liegen bei diesem Modell ca. 8 cm auseinander. Insbesondere Zwergfledermäuse können deshalb die Strahlenvorhänge passieren, ohne die korrekte Unterbrechungsabfolge einzuhalten. Da außerdem die Reichweite bei diesem Modell noch nicht ausreichte, um die gesamte Öffnung zu überspannen, wurde das Mastermodul etwa 30 cm über der Fensterbank eingebaut. Normalerweise werden die Lichtschraken mit horizontaler Strahlenausrichtung eingebaut, nur ausnahmsweise, wie hier in der Brücke, werden sie mit vertikaler Strahlenausrichtung installiert. 10
- Abb. 7: Schematische Darstellung des Passiervorganges (aus KUGELSCHAFTER et al. 1995). Nur bei korrekter Unterbrechungsabfolge wird die Fledermaus registriert..... 12
- Abb. 8: Schematische Darstellung der ChiroTEC-Fleermausfotoerfassung. Nicht dargestellt sind in diesem Schema die Kabelverbindungen zwischen den einzelnen Modulen. Die Batterien sind in der Levensauer Brücke durch einen Netzanschluss ersetzt (aus KUGELSCHAFTER 2010). 14
- Abb. 9: Blick auf die östliche Fensteröffnung des Nordwestlagers mit Kamera und Zusatzblitzgerät. Rechts in der Bauhütte befindet sich das Büro mit Internet- und Telefonanschluss. Im Dezember 2007 war die Kamera zunächst auf der Bauhütte aufgebaut, getrennt von den Blitzgeräten, die an einem Galgen am Fensterrahmen installiert waren. Später wurde die Kamera auf der in Mitte des Bildes befindlichen Blechhütte aufgebaut. Nach Umstellung auf die neuen Blitzgeräte und der Verwendung eines Zoomobjektives wurde die Kamera auf dem Boden aufgebracht. Vorteil war vor allem die Zugänglichkeit der Kamera beim Kartenwechsel und der Scharfstellung des Objektivs..... 15
- Abb. 10: Blickfeld der Digitalkamera, mit der die einfliegenden Fledermäuse in der östlichen Fensteröffnung dokumentiert werden. Am oberen Fensterrand sieht man das Slavemodul der Liba-16TS. Nicht sichtbar ist das Mastermodul auf dem Fensterbrett. 17
- Abb. 11: Die visuelle Kontrolle der Deckenspalten erfolgte mit Handscheinwerfer und Fernglas. Aufgrund der Entfernung zwischen dem Standort des Beobachters und der mangelhaften Einsehbarkeit der Deckenspalte zusammen mit den leicht gebogene Wänden war selbst mit Fernglas eine sichere Unterscheidung von Abendseglern und Zwergfledermäusen nicht immer gewährleistet (Foto: T. Stephan)..... 20
- Abb. 12: Körpermaße des Großen Abendseglers (*N. noctula*) 21

- Abb. 13: Großer Abendsegler (*N. noctula*). Das wichtigste Merkmal zur Artbestimmung auf Fotobasis ist die Größe. Hinzu kommen das rötliche Körperfell, die schmalen Flügel und der weit über die Füße hinausragende herzförmige Schwanz. Im Idealfall sind alle Merkmale sichtbar (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 20.7.2009). 22
- Abb. 14: Körpermaße der Zwergfledermaus (*P. pipistrellus*)..... 23
- Abb. 15: Zwerg- bzw. Mückenfledermaus (*P. pipistrellus/ pygmaeus*) anhand von Fotos nur selten unterscheidbar. Wichtigstes Bestimmungsmerkmal bei den beiden *Pipistrellus*-Arten ist ihre geringe Größe und der lange, weit über die Füße hinausragende Schwanz. Das Körperfell ist dunkel, Bauchfell meist geringfügig heller als das Rückenfell (Ausschnittvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010)..... 23
- Abb. 16: Körpermaße der Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*) (mehr oder weniger identisch mit den Zwergfledermäusen) 24
- Abb. 17: Mücken- bzw. Zwergfledermaus (*P. pygmaeus/ pipistrellus*). Eines der Unterscheidungsmerkmale ist das nahezu schwarze Gesicht der Zwergfledermaus (rechtes Foto), während das Gesicht bei der Mückenfledermaus deutlich heller ist (Foto: F. Gloza-Rausch)..... 25
- Abb. 18: Körpermaße der Fransenfledermaus (*M. nattereri*)..... 26
- Abb. 19: Fransenfledermaus (*M. nattereri*). Wichtigstes Bestimmungsmerkmal bei Fransenfledermäusen sind der lange Schwanz, der deutlich über die Füße hinausragt und der S-förmig gebogene Sporn. Wenn man nur den Kopf sieht, sind sie auf den Aufnahmen nur schwer von Wasserfledermäusen zu unterscheiden (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 06.02.2009)..... 26
- Abb. 20: Körpermaße der Wasserfledermaus (*M. daubentonii*)..... 27
- Abb. 21: Wasserfledermaus (*M. daubentonii*). Charakteristisch für Wasserfledermäuse sind der herzförmige Schwanz, die großen Füße sowie kurze Ohren mit hellem Ohrdeckel (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010). 28
- Abb. 22: Körpermaße des Braunen Langohres (*Plecotus auritus*). 29
- Abb. 23: Braunes Langohr (*Plecotus auritus*). Langohren können anhand ihrer langen Ohren sicher von anderen einheimischen Fledermausarten unterschieden werden. Aber auch der kurze, knapp über die Füße hinausragende Schwanz ist ein gutes Bestimmungsmerkmal (Ausschnittsvergrößerung, Aufnahme vom 28.07.2010). 29
- Abb. 24: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006) für den Zeitraum 16.06.2006-31.12.2010..... 31
- Abb. 25: Zusammensetzung der Fledermauspopulation im Nordwiderlager auf Basis artbestimmter Fotos für den Zeitraum 15.06.2008-22.11.2010. 31
- Abb. 26: Fledermausaktivität im Nordwiderlager (beide Fensteröffnungen zusammengefasst) auf Basis der Lichtschrankenregistrierungen zwischen dem 08.05.2010 und dem 21.10.2010. 32
- Abb. 27: Das Histogramm zeigt den für die Sommermonate typischen nächtlichen Aktivitätsverlauf. Kurz nach Einbruch der Dunkelheit tauchen die ersten Fledermäuse im Nordwiderlager auf. Gegen Mitternacht erreicht die Aktivität ihren Höhepunkt. Gegen Morgen verschwinden die Fledermäuse wieder..... 32
- Abb. 28: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum zwischen dem 08.05. und 21.10. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst)..... 33

- Abb. 29: Abendsegleraktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum zwischen dem 08.05. und 21.10. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst)..... 33
- Abb. 30: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen im Zeitraum 22.10.2009 - 31.01.2010..... 34
- Abb. 31: Fledermausaktivität im Nordwiderlager auf Basis von Fotodaten im Zeitraum zwischen dem 22.10. und 30.12. (Untersuchungsjahre 2008 - 2010 jeweils auf Tagesbasis zusammengefasst)..... 34
- Abb. 32: Ein- bzw. Abwanderungsverlauf im Nordwiderlager im Winter 2009 / 2010 auf der Basis von Lichtschrankendaten (Erfassung mittels Tricorder 9006). Dargestellt sind in dieser Graphik die Tagessummen (Ein- abzgl. Ausflugregistrierungen). Die Zahl überwinternder Fledermäuse lag ohne Berücksichtigung des Korrekturfaktors bei 2.150 Tieren. 35
- Abb. 33: Fledermausaktivität auf Basis artbestimmter Fotos einfliegender Fledermäuse in Levensau Nord / östliche Fensteröffnung im Zeitraum von Anfang Januar bis Ende April 2010. (15.01.-26.01. und 08.02.-22.02.2010 keine Fotodaten wg. eines Loggerausfalles)..... 36
- Abb. 34: Fledermausaktivität im Südwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006 für den Zeitraum 16.06.2006-31.12.2010)..... 37
- Abb. 35: Artspezifische Fledermausaktivität am 02./03. September 2009 im Süd- bzw. Nordwiderlager auf Basis von Fotos einfliegender Fledermäuse..... 37
- Abb. 36: Blickfeld der Kamera im Südwiderlager mit einem einfliegenden Großen Abendsegler. Die Kamera war hier im Scheitel des Fensters installiert und auf die Fensterbank ausgerichtet. 38
- Abb. 37: Nachgewiesene Fledermausarten im Südwiderlager am 2./3. September 2009 auf Basis von Fotos einfliegender Tiere. Von links oben nach rechts unten: Fransenfledermaus, Wasserfledermaus, Großer Abendsegler, Zwergfledermaus, Braunes Langohr..... 38
- Abb. 38: Fledermausaktivität im Südwiderlager (beide Fensteröffnungen zusammengefasst) auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen zwischen dem 08.05. und 21.10.2010 (Erfassung mittels Tricorder 9006)..... 39
- Abb. 39: Das Histogramm zeigt den für die Sommermonate typischen nächtlichen Aktivitätsverlauf. Kurz nach Einbruch der Dunkelheit tauchen die ersten Fledermäuse im Südwiderlager auf. Gegen Mitternacht erreicht die Aktivität ihren Höhepunkt. Gegen Morgen verschwinden die Fledermäuse wieder (Erfassung mittels Tricorder 9006)..... 39
- Abb. 40: Fledermausaktivität im Südwiderlager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Erfassung mittels Tricorder 9006) im Zeitraum 22.10.2009-31.01.2010. 40
- Abb. 41: Überwinterungsverlauf im Südwiderlager im Winter 2009/2010 auf der Basis von Lichtschrankendaten (Erfassung mittels Tricorder 9006). Dargestellt sind in dieser Graphik die Tagessummen (Ein- abzgl. Ausflugregistrierungen). Die Zahl überwinternder Fledermäuse lag ohne Berücksichtigung des Korrekturfaktors bei knapp 2.800, mit Korrekturfaktor bei etwa 3.300..... 40
- Abb. 42: Überwinterungsbestand in der Alten Levensauer Hochbrücke (Nord- und Südwiderlager) auf Basis von Lichtschrankendaten. 41
- Abb. 43: Artdifferenzierter Überwinterungsbestand im Nordwiderlager der Alten Levensauer Hochbrücke (Nord- und Südwiderlager) auf Basis von Fotodaten im Winter 2010 / 2011.... 42

- Abb. 44: Blickfeld der Ausflugskamera. Kamera und Blitz sind in einer wasserdichten Box auf dem Fenstersims installiert. Am oberen linken Bildrand lauert ein Waldkauz auf Beute. Ausgelöst wurde die Kamera durch die Wasserfledermaus, die in der Bildmitte zu sehen ist..... 43
- Abb. 45: Mittels Ausflugskamera an der östlichen Fensteröffnung des Nordwiderlagers nachgewiesenes Artenspektrum (Fransenfledermaus, Zwergfledermaus, Großer Abendsegler, Braunes Langohr, Wasserfledermaus - von oben, im Uhrzeigersinn). 43
- Abb. 46: Blick auf eine mittels Miniknicklicht markierte Zwergfledermaus. Die Leuchtdauer dieser normalerweise von Anglern genutzten Technik beträgt etwa 6 Stunden. Das Knicklicht wurde mit einem gummiartigen Hautkleber auf das Rückenfell aufgeklebt, so dass es von der Fledermaus spätestens nach ein bis zwei Tagen aus herausgeputzt werden kann (Foto: M. GÖTTSCHE, Aufnahme vom 09.08.2009). 44
- Abb. 47: Überwinterungsbestand in der 1FW-Winterschlafhöhle am Haus Dieterich zwischen 2004 und 2011 (Daten von 2004: H. DIETERICH, mdl.) (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten). 46
- Abb. 48: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller im Winter 2009 / 2010 (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten)..... 48
- Abb. 49: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller zwischen Mai und Oktober 2010 (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten).49
- Abb. 50: Zwergfledermausaktivität im Marburger Schloßkeller am 22. Juli 2010. Erst deutlich nach Sonnenuntergang tauchen die ersten Zwergfledermäuse am Schloßkeller auf. (KUGELSCHAFTER, unveröffentl. Daten). 50
- Abb. 51: Für die Einbauarbeiten wurde von der Fa. Kreuzberger ein Hubsteiger gemietet. Die Bohrarbeiten wurden von Fa. Schwalbe durchgeführt. Das rechte Foto zeigt einen Arbeiter beim Bohren eines Deckenloches, in das anschließend eine sogenannte Sensorlanze eingeführt wurde. 54
- Abb. 52: Jede Messstelle umfasste drei Temperaturmesspunkte (Oberfläche, 50 cm und 100 cm in Decke und Wand so wie <wenn möglich> 100 und 200 cm in der Wandspalte) und ein Feuchtemesspunkt (50 cm bzw. 100 cm). 54
- Abb. 53: Temperatur- (DS18S20) bzw. Feuchtesensor (HIH-3619). 54
- Abb. 54: Querschnitt des nördlichen Widerlagers, Spaltenbereich (gelb) mit Zonierung. 55
- Abb. 55: Querschnitt des nördlichen Widerlagers, Lage der Sensorlanzen und der Gewölbebohrungen (rote Striche), der Bohrung in der Seitenwand (rote Punkte) und der Außentemperaturfühler unterhalb der Einflugöffnungen (blauer Punkt). Die Anordnung gilt spiegelbildlich auch für die östliche Fuge. 56
- Abb. 56: Blick in eine Deckenspalte mit mehreren winterschlafenden Abendseglern. Die nach innen gequollenen Mörtelwülste strukturieren die Oberfläche und bieten den Tieren ideale Unterschlupf- und Hangplatzmöglichkeiten. 58
- Abb. 57: Spaltenvarianz in den Spaltabschnitten der beiden Widerlager 59
- Abb. 58: Bevorzugt genutzt von den Abendseglern wird der Deckenspalt über dem nördlichen Fenster im Nordlager. Ein weiterer Cluster befindet sich im südlichen Deckenspalt auf der Westseite des Nordwiderlagers, während im Südlager abgesehen von ein paar Einzeltieren keine Cluster nachgewiesen werden konnten. 59
- Abb. 59: Winterschlafende Abendsegler im Deckenspalt über dem nördlichen Fenster im Nordlager. 60

Abb. 60: Winterschlafende Zwergfledermäuse auf der nordwestlichen Hangseite im Deckenspalt im Nordlager. Die untere Abbildung zeigt eine Ausschnittvergrößerung. Größenbedingt bevorzugen die Zwergfledermäuse deutliche schmalere Spalten als die wesentlich größeren Abendsegler. 60

Abb. 61: Tgl. minimale Lufttemperatur bzw. Temperatur im Deckenspalt sowie in der angrenzenden Wand bzw. Decke in jeweils 50 cm Tiefe im Nordlager im Überwintungszeitraum 27. November 2009 bis 15. April 2010..... 61

Abb. 62: Tgl. minimale Lufttemperatur bzw. Temperatur im Deckenspalt sowie in der angrenzenden Wand bzw. Decke in jeweils 50 cm Tiefe im Südlager im Überwintungszeitraum 27. November 2009 bis 15. April 2010..... 62

Abb. 63: Beispiel für die Varianz der Spaltentemperatur in unterschiedlichen Spaltentiefen im Nordlager über dem östlichen Fenster..... 62

Abb. 64: Ganglinien der mittleren Verläufe der Luftfeuchtigkeit, der Feuchtigkeit im Bauwerk und in die Spalten umgebenden Mauerwerk im Überwintungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager 65

Abb. 65: Ganglinien der mittleren Verläufe der Luftfeuchtigkeit in Spalten über den westlichen Fensteröffnungen im Überwintungszeitraum jeweils für das Nord- und das Südweiterlager 65