Fachhochschule Osnabrück
Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Studiengang Landschaftsentwicklung

Diplomarbeit

zur Erlangung des Grades einer Diplomingenieurin (FH)
der Fachhochschule Osnabrück

Untersuchungen zum Überwinterungsverhalten von Fledermäusen im Osnabrücker Hügelland unter besonderer Berücksichtigung der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*)

vorgelegt von Vanessa Korn, Matrikelnummer 296616

Ausgabedatum	:	01.07.2008
Abgabedatum	:	01.10.2008
Erstprüfer	:	Prof. Dr. Herbert Zucchi
Zweitprüfer	:	Dipl.-Biol. Florian Gloza-Rausch

Sachgebiet: Tierökologie/Fledermäuse

Inhalt

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.

Tabellenverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Portrait der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) (Boie, 1825) 4

2.1 Aussehen 4

2.2 Ökologie 4

2.3 Verbreitung 6

3 Untersuchungsgebiet 8

3.1 Naturräumliche Einordnung 8

3.2 Relief & Klima 8

3.3 Untersuchte Quartiere 9

3.3.1 Dyckerhoff-Tunnel 9
3.3.2 Stollen I 11
3.3.3 Weitere Quartiere 13

4 Material und Methoden 15

4.1 Meteorologische Messungen 15

4.2 Fang mit Netzen 16

4.3 Kontrollzählungen 20

4.4 Ermittlung der Überwinterungsdauer 20

4.5 Verhaltensbeobachtungen und Dokumentation des Paarungs- und Sozialverhaltens 21

4.6 Akustische Aktivitätsmessung 21

4.6 Erfassung der Hangplätze und der Verteilung der Fledermäuse im Quartier 24

4.6.1 Individuelle Markierung von Teichfledermäusen 25
4.6.2 Dokumentation der Hangplatzwechsel markierter Teichfledermäuse 25

4.7 Untersuchung des Pilz- und Parasitenbefalls an Teichfledermäusen 26

5 Ergebnisse 27

5.1 innenklimatische Verhältnisse 27

5.1.1 Dyckerhoff-Tunnel 27
5.1.2 Stollen I 27

5.2 Fang mit Netzen 28

5.2.1 Fang vor Quartieren im Spätsommer, Herbst und Frühwinter 28
5.2.2 Fang vor Quartieren im Frühjahr 31
5.2.3 Fang im Dyckerhoff-Tunnel 33
5.2.4 Schwärmverhalten der Braunen Langohren am Dyckerhoff-Tunnel 34
5.2.5 Fang von Teichfledermäusen 34

5.3 Ergebnisse der Kontrollzählungen 36

5.3.1 Funde beringter Fledermäuse 36
5.3.2 Besiedelungs- und Abflugsverlauf 36

5.4 Überwinterungsdauer einzelner Arten 45

5.5 Ergebnisse zum Paarungs- und Sozialverhalten 48

5.6 Akustische Aktivitätsmessung 52

5.6.1 Stationäre Soziallaute 52
5.6.2 Aktivitätsauswertung 55
5.6.3 Korrelationen 65

5.7 Hangplatznutzung und Verteilung 66

5.7.1 Hangplätze im Dyckerhoff-Tunnel 66
5.7.2 Verteilung der Teichfledermäuse im Dyckerhoff-Tunnel 67
5.7.3 Hangplätze im Stollen I 69
5.7.4 Hangplatzwechsel markierter Teichfledermäuse 71

5.8 Ergebnisse zum Pilz- und Parasitenbefall 73

6 Diskussion 75

6.1 Methoden 75

6.1.1 Fang mit Netzen 75
6.1.2 Kontrollzählungen und Störungen der Überwinterer 76
6.1.3 Horchkisteneinsatz unter Tage 77
6.1.4 Markierung mit Nagellack 78

6.2 Fang mit Netzen 80

6.2.1 Artenspektrum und jahreszeitliches Auftreten 80
6.2.2 Fänge im Frühjahr 81
6.2.3 Fänge im Dyckerhoff-Tunnel 82
6.2.4 Schwärmen der Braunen Langohren 83
6.2.5 Fang von Teichfledermäusen 83

6.3 Aufbau der Überwinterungspopulation, Überwinterungsdauer und Verlassen des Quartiers 85

6.4 Paarungs- und Sozialverhalten 90

6.5 Aktivität im Winterquartier 93

6.5.1 Stationäre Soziallaute 93
6.5.2 Aktivitätsverläufe 95

6.6 Hangplatznutzung 99

6.6.1 Räumliche Verteilung 102
6.6.2 Hangplatzwechsel 104

6.7 Pilz- und Parasitenbefall 107

7 Hochwasser im Dyckerhoff-Tunnel 109

8 Zusammenfassung 110

9 Quellen 114

9.1 Literatur 114

9.2 Elektronische Quellen 121

9.3 Mündliche und schriftliche Mitteilungen 122

Danksagung

Anhang als Extraband

Abbildungsverzeichnis

Die Abbildung auf dem Deckblatt zeigt ein Teichfledermauscluster im Andreasstollen (Foto: Vanessa Korn).

Abb. 1	:	Teichfledermaus	4
Abb. 2	:	Teichfledermaus	4
Abb. 3	:	Verbreitungskarte der Teichfledermaus in Deutschland	7
Abb. 4	:	Innenansicht des Dyckerhoff-Tunnels	10
Abb. 5	:	Entwicklung des Teichfledermausbestandes im Dyckerhoff-Tunnel seit 1988	11
Abb. 6	:	Innenansicht des Stollen I	12
Abb. 7	:	Entwicklung des Teichfledermausbestandes im Stollen I seit 1987	12
Abb. 8	:	Übersicht über das Untersuchungsgebiet	14
Abb. 9	:	Teichfledermaus im Fangnetz vor dem Dyckerhoff-Tunnel	18
Abb. 10	:	Teichfledermaus im Fangnetz vor dem Dyckerhoff-Tunnel	18
Abb. 11	:	Besäugtes Teichfledermausweibchen	19
Abb. 12	:	Altersbestimmung bei einer Teichfledermaus	19
Abb. 13	:	Die im Dyckerhoff-Tunnel eingesetzte Horchkiste	21
Abb. 14	:	Die im Dyckerhoff-Tunnel eingesetzte Horchkiste	21
Abb. 15	:	Mit Nagellack markierte Teichfledermaus	25
Abb. 16	:	Mit Nagellack markierte Teichfledermaus	25
Abb. 17	:	Übersicht über die im Spätsommer, Herbst und Frühwinter gefangenen Fledermäuse	28
Abb. 18	:	Aufschlüsselung der 2006 gefangenen Fledermäuse nach Männchen und Weibchen	29
Abb. 19	:	Aufschlüsselung der 2007 gefangenen Fledermäuse nach Männchen und Weibchen	29
Abb. 20	:	Durchschnittliche Anzahl gefangener Fledermäuse in den Monaten August-November 2006	30

Abb. 21	:	Durchschnittliche Anzahl gefangener Fledermäuse in den Monaten August-November 2007	31
Abb. 22	:	Im März und April 2008 gefangene Fledermäuse	32
Abb. 23	:	Im Dyckerhoff-Tunnel gefangene Fledermäuse	33
Abb. 24	:	Beringte Teichfledermaus E421549 („Jan-Frieso“) im Dyckerhoff-Tunnel	36
Abb. 25	:	Beringte Teichfledermaus E421549 („Jan-Frieso“) im Dyckerhoff-Tunnel	36
Abb. 26	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007	37
Abb. 27	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008	38
Abb. 28	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf weiterer Arten im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007	39
Abb. 29	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf weiterer Arten im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008	40
Abb. 30	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Stollen I 2006/2007 und 2007/2008	42
Abb. 31	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Wasserfledermaus im Stollen I 2006/2007	43
Abb. 32	:	Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Wasserfledermaus im Stollen I 2007/2008	44
Abb. 33	:	Monatliche Verteilung der beobachteten Paarungen im Dyckerhoff-Tunnel	48
Abb. 34	:	Beringte Teichfledermaus während der Paarung an der 1. Deckenfuge des Dyckerhoff-Tunnels	50
Abb. 35	:	Wasserfledermauspaarung im Dyckerhoff-Tunnel	50
Abb. 36	:	Verlauf der Flugaktivität einzeln fliegender Fledermäuse von September bis Dezember	56
Abb. 37	:	Verlauf der Flugaktivität einzeln fliegender Fledermäuse von Januar bis April	57
Abb. 38	:	Verlauf der Soziallautaktivität von September bis Dezember	59
Abb. 39	:	Verlauf der Soziallautaktivität von Januar bis April	60

Abb. 40	:	Verlauf der Flugaktivität mehrerer gleichzeitig fliegender Fledermäuse	62
Abb. 41	:	Verlauf der Flugaktivität mit Sonderlauten	63
Abb. 42	:	Besetzung der fünf Abschnitte des Dyckerhoff-Tunnels durch Teichfledermäuse 2006/2007	67
Abb. 43	:	Besetzung der fünf Abschnitte des Dyckerhoff-Tunnels durch Teichfledermäuse 2007/2008	68
Abb. 44	:	Wasserfledermaus mit Pilzbefall	73
Abb. 45	:	Teichfledermaus mit Pilzbefall	73
Abb. 46	:	Teichfledermausbarthaar mit Pilzsporen	73
Abb. 47	:	Schnitt durch ein von Pilzsporen befallenes Barthaar	73
Abb. 48	:	Von Milben befallene Teichfledermaus	74
Abb. 49	:	Milbenart *Macronyssus ellipticus*	74
Abb. 50	:	Kleine Braune Fledermaus mit White-nose-syndrome	107
Abb. 51	:	Großes Mausohr mit Pilzbefall	107
Abb. 52	:	Verpilzte Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel vor einem Hangplatzwechsel	108
Abb. 53	:	Verpilzte Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel nach einem Hangplatzwechsel	108

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	:	Ergebnisse der Ausflugszählungen an niedersächsischen Teichfledermauswochenstuben 2007	7
Tab. 2	:	Übersicht über die Durchschnittstemperaturen und Niederschläge der Wetterstation Münster / Osnabrück im Untersuchungszeitraum (DEUTSCHER WETTERDIENST 2008)	9
Tab. 3	:	Übersicht über die Fänge vor den Winterquartieren im Spätsommer, Herbst und Frühwinter	16
Tab. 4	:	Übersicht über die im Frühjahr durchgeführten Fänge	17
Tab. 5	:	Übersicht über die Fänge im Dyckerhoff-Tunnel	17
Tab. 6	:	Überblick über die Quartierkontrollen	20
Tab. 7	:	Einstufung des Rangkorrelationskoeffizienten (aus BÜHL & ZÖFEL 2005)	23
Tab. 8	:	Einstufung des Signifikanzniveaus (aus BÜHL & ZÖFEL 2005)	23
Tab. 9	:	Überwinterungsdauer der Teichfledermaus E421549	45
Tab. 10	:	Überwinterungsdauer der im Stollen I markierten Teichfledermäuse	45
Tab. 11a	:	Überwinterungsdauer einzelner Arten im Dyckerhoff-Tunnel	46
Tab. 11b	:	Überwinterungsdauer einzelner Arten im Dyckerhoff-Tunnel	46
Tab. 12	:	Überwinterungsdauer einzelner Arten im Stollen I	46
Tab. 13	:	Einteilung der fünf Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel	67
Tab. 14	:	Prozentuale Besetzung der Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007 (Teichfledermäuse)	68
Tab. 15	:	Prozentuale Besetzung der Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008 (Teichfledermäuse)	68
Tab. 16	:	Hangplatzwechsel der Teichfledermaus E421549	71
Tab. 17	:	Hangplatzwechsel der im Stollen I markierten Teichfledermäuse	72
Tab. 18	:	Überblick über die Verluste im Hochwasserzeitraum	109

1 Einleitung

Mit über 1000 Arten stellen die Fledermäuse - nach den Nagetieren - weltweit die größte Säugetierordnung dar (DIETZ et al. 2007). Da ihr Hauptverbreitungsgebiet in den warmen Regionen der Erde liegt, verwundert es nicht, dass in Europa lediglich ca. 35 Arten vorkommen. Von ihnen treten in Deutschland 23 (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2008), in Niedersachsen 18 (NLWKN 2008) im Raum Osnabrück 14 Arten (STADT OSNABRÜCK 2008) auf. Nach BOYE et al. (1999) gelten die Fledermäuse als die am stärksten gefährdete Säugetiergruppe Deutschlands.

Alle Fledermäuse der gemäßigten Zonen verbringen die nahrungslose Zeit des Jahres im Winterschlaf. Dabei handelt es sich, abweichend vom normalen Schlaf, um einen Körperzustand, der sich in mehr oder weniger kompletter Lethargie äußert (EISENTRAUT 1956). Alle Stoffwechselvorgänge werden in dieser Zeit auf ein Minimum herabgesetzt, die Atemfrequenz und der Herzschlag werden vermindert. Diese Funktionsverlangsamung der Lebensvorgänge steht in einem engen Zusammenhang mit dem gezielten Absenken der Körpertemperatur auf Umgebungstemperatur (NEUWEILER 1993). Als vorteilhafte Folge kommt es zu einer starken Energieeinsparung. Trotzdem verbrauchen Fledermäuse in der Winterschlafzeit oftmals über ein Drittel der im Herbst gespeicherten Fettreserven, die zur Erhaltung der Minimalvorgänge und ebenso den z. T. mehrfach auftretenden Wachphasen, den so genannten „Arousal“ dienen. Was aber passiert während dieser Phasen? Diese Frage soll im Zentrum der vorliegenden Arbeit stehen.

Die saisonalen Quartierwechsel zwischen den Sommer- und Winterquartieren kennzeichnen die Jahresrhythmik der Fledermäuse. Die Winterquartiere spielen eine wichtige Rolle im Leben der Tiere. So dienen sie nicht ausschließlich der Bereitstellung frostfreier, sicherer Überwinterungsplätze, vielmehr handelt es sich um einen Ort, an und in dem verschiedenste Aktivitäten stattfinden. Viele Winterquartiere dienen gleichzeitig als Schwärmquartiere, als Stätten sozialer Informationsübertragung und bei vielen Arten findet die Paarung im Winterquartier statt.

Die verschiedenen Aspekte der Überwinterungsphase, vom Schwärmen an Quartieren (Artenspektrum, jahreszeitliches Auftreten, Geschlechterverhältnis, biometrische Daten) über die Besiedelungsphase, die innerquartierlichen Bewegungen und die

Dauer des Winterschlafs, bis hin zum Verlassen des Winterquartiers im Frühjahr, wurden genauer betrachtet. Teilweise lagen dafür Daten aus zwei Wintersaisons vor (2006/2007 und 2007/2008). Differenziertere Daten wurden im Winter 2007/2008 erhoben.

Im Vordergrund standen diejenigen Arten, die zur Überwinterung auf höhlenähnliche, unterirdische Versteckmöglichkeiten angewiesen sind (Anhang A I):

- Teichfledermaus *Myotis dasycneme* (Boie, 1825)
- Wasserfledermaus *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1819)
- Großes Mausohr *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797)
- Fransenfledermaus *Myotis nattereri* (Kuhl, 1818)
- Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818)
- „Bartfledermäuse“:
  - Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus) *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845)
  - Kleine Bartfledermaus (Bartfledermaus) *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1819)
- Braunes Langohr *Plecotus auritus* (Geoffroy, 1818)

Da diese Möglichkeiten natürlicherweise im Osnabrücker Hügelland weitestgehend fehlen, werden vom Menschen geschaffene Quartiere, wie etwa Bergwerksstollen, genutzt.

Von besonderem Interesse waren die Fragen zur Aktivität von Fledermäusen im Winterquartier:

- Welche Arten von Aktivität lassen sich feststellen?
- Wie gestaltet sich die Aktivitätsverteilung über den Untersuchungszeitraum?
- Wo liegen Aktivitätsspitzen (Monat/Uhrzeit)?
- Gibt es Zusammenhänge zwischen Aktivität und klimatischen Faktoren? Hängen bestimmte Ereignisse/Aktivitäten mit anderen zusammen?
- Finden Paarungen im Winterquartier statt? Wie verhalten sich die Tiere dabei? Können Unterschiede im Verhalten einzelner Arten festgestellt werden?

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand die Teichfledermaus, die fast ausschließlich als Wintergast im Gebiet auftritt. Die meisten überwinternden Teichfledermäuse werden in den Mittelgebirgen an der Grenze der norddeutschen Tiefebene

mit klarem Schwerpunkt im Osnabrücker Hügelland nachgewiesen (DENSE et al. 1996).
Für die Teichfledermäuse wurden speziellere Fragen zum Winterschlafverhalten formuliert:

- Wann treffen die ersten Exemplare im Überwinterungsgebiet ein, ab wann sind Jungtiere und besäugte Weibchen anzutreffen?
- In welcher Geschlechterfolge erfolgt das Verlassen des Quartiers?
- Welche Überwinterungsendgewichte lassen sich feststellen?
- Welche Hangplätze werden, auch im Vergleich mit anderen Arten, genutzt?
- Wie verteilen sich die Tiere im Quartier? Wie verändert sich die räumliche Nutzung?
- Wie lange werden Hangplätze genutzt und wie häufig gewechselt?

Einen Zusatz stellte die Determination bestimmter Ektoparasiten und die Untersuchung eines, die Fledermäuse befallenden, Pilzes dar.

Ziel dieser Arbeit war, durch die Anwendung unterschiedlicher Methoden, ein Gesamtbild von der komplexen Überwinterungsphase zu erhalten und einen Beitrag zur Erforschung eines jahreszeitlich begrenzten ökologischen Aspektes der Teichfledermaus zu leisten.

2 Portrait der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) (Boie, 1825)

Die Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) gehört innerhalb der Familie der Glattnasenfledermäuse (Vespertilionidae) zur Gattung *Myotis*. Wie auch andere über Gewässern jagende Fledermausarten in Europa (*Myotis daubentonii* und *Myotis capaccinii*) zählt sie zur Untergattung *Leuconoe* (DIETZ & HELVERSEN 2004).

2.1 Aussehen

Die Teichfledermaus ist eine mittelgroße Art, die Kopf-Rumpf-Länge beträgt nach SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) 57-67 (68) mm, die Unterarmlänge zwischen (41) 43 und 49,2 mm. Die Spannweite beläuft sich auf 200-300 mm bei einem Gewicht von (11) 14-20 (23) g. Das Rückenfell ist dicht, fahl graubraun oder bräunlich und hebt sich deutlich von der weißlichgrauen Unterseite ab (DIETZ et al. 2007) (s. Abb. 1). Bei Alttieren erscheint die Gesichtsfärbung rötlichbraun, bei Juvenilen dunkler. Die Ohren und andere Hautpartien sind graubraun gefärbt. Der Tragus ist deutlich kürzer als die halbe Ohrlänge und verschmälert sich nach oben nur gering (ROER 2001). Auffällig sind die großen Füße (s. Abb. 2) mit langen Borsten.

Abb. 1 und Abb. 2: Teichfledermaus
(Fotos: Christian Hammermann, Vanessa Korn)

2.2 Ökologie

Die Teichfledermaus bevorzugt im Sommer gewässerreiche Gebiete mit langsam fließenden breiten Flüssen und Kanälen, Teichen und Seen, die fast ausschließlich im Tiefland gelegen sind (DIETZ et al. 2007).

Die Sommerquartiere, sowohl Wochenstuben als auch Männchenquartiere, befinden sich in Gebäuden, z.B. in Dachräumen von Kirchen oder hinter Dachverblendungen. Einzelne Tiere nutzen auch Baumhöhlen oder Fledermauskästen (MESCHEDE & HELLER 2002). In den Wochenstuben sind nahezu ausnahmslos adulte Weibchen mit Jungtieren anzutreffen. Die Männchen leben im Sommer solitär oder in Gruppen von bis zu 40 Tieren (DENSE et al. 1996).

Die Weibchen erreichen die Geschlechtsreife vermutlich erst im zweiten Jahr. Ab der ersten Junihälfte wird pro Weibchen ein Junges geboren. Nach ca. 4-6 Wochen sind die Jungen selbstständig und im August erfolgt die Auflösung der Wochenstuben. Die Paarungen erfolgen ab der zweiten Augusthälfte und ebenso im Winterquartier (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998).
Zur Überwinterung werden unterirdische Hohlräume wie Höhlen, Stollen und Bunker genutzt. Sie hängen sowohl frei an Wänden und Decken, nutzen aber auch Spaltenverstecke (ROER 2001).

Der Ausflug zur Jagd erfolgt etwa eine halbe bis dreiviertel Stunde nach Sonnenuntergang. Die Teichfledermaus gehört damit zu den am spätesten ausfliegenden Arten (DENSE et al. 1996). Gejagt wird größtenteils über ruhigen und breiten Wasserflächen, überwiegend in 10-60 cm Höhe, mit 10-35 km/h in geradlinigem Flug (BRITTON et al. 1997; LIMPENS et al 1999). Neben Gewässern werden auch ausgedehnte Schilfgebiete, Waldränder und Wiesen genutzt (DIETZ et al. 2007).
Nach SOMMER & SOMMER (1997) bilden aquatische Insekten wie Zuckmücken und Köcherfliegen die Hauptnahrung. Diese werden direkt von der Wasseroberfläche abgesammelt oder mit den Füßen oder der Schwanzflughaut aufgenommen.

Die frequenzmodulierten Ortungslaute von 4-8 ms Länge beginnen bei 65-85 kHz und enden bei 25-35 kHz. Die höchste Impulsintensität liegt bei 36-40 kHz (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Charakteristisch für die Teichfledermaus ist der so genannte „Wachtelruf“ von 15-25 ms Dauer bei 30-40 kHz (DIETZ et al. 2007).

Die Teichfledermaus ist in den Anhängen II und IV der EU-Richtlinie Natura 2000 („FFH-Richtlinie“) aufgeführt (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 1992) sowie in der Roten Liste der gefährdeten Säugetiere Deutschlands nach BINOT et al. (1998) in der Kategorie „G“ (Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt). In der Roten Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Säugetierarten nach HECKENROTH (1993) wird sie als unter Kategorie „II“ (Gast) eingestuft. Der Nachweis als Vermehrungsgast war bis zur Erstellung der Liste noch nicht erbracht.

Die Art legt auf ihren Wanderungen zwischen Sommer- und Winterquartier mittlere bis lange Strecken zurück. Durch Beringungen konnten Distanzen von 10 bis über 300 km nachgewiesen werden (HUTTERER et al. 2005). Wenn allerdings im Umfeld der Sommerlebensräume geeignete Winterquartiere vorhanden sind, können die Populationen offensichtlich auch eine gewisse Ortstreue zeigen (EGSBAEK et al. 1971).

2.3 Verbreitung

Nach LIMPENS & SCHULTE (2000) erstreckt sich das paläarktische Verbreitungsgebiet vom nordwestlichen Europa (Niederlande, (Süd-)Schweden und Dänemark) bis ins zentrale Sibirien. Nachweise gibt es u a. aus Nordfrankreich, Belgien, Deutschland, Polen, Tschechien, dem Baltikum, Ungarn, Russland, Rumänien und Moldawien. Allerdings wird von einem inselartigen Vorkommen gesprochen.

Wochenstuben sind in Deutschland aus Niedersachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein bekannt (NABU SCHLESWIG-HOLSTEIN 2008). Weitere Sommernachweise in Form von Männchenquartieren und jagenden Tieren liegen auch aus anderen Bundesländern, z.B. Nordrhein-Westfalen vor (DENSE et al. 1996).

Für eine Darstellung der in Niedersachsen im Rahmen des Teichfledermausmonitorings kontrollierten Wochenstuben wurden freundlicherweise Zahlen von BACH (2007) zur Verfügung gestellt (s. Tab. 1).

Tab.1: Ergebnisse der Ausflugszählungen an niedersächsischen Teichfledermauswochenstuben 2007

	Wilhelms-haven (3 Quartiere)	Dangaster-moor	Delmenhorst (Heide)	Schwegen	Aschwarden (Zählung auf Flugstraße)	Warden-burg	Westerstede (Kirchloog)
Max Anzahl 2006	297	10	98	107	27	16	/
Max Anzahl 2007	353	13	80	73	52	0	161

Trotz des sommerlichen Verbreitungsschwerpunktes in Nord(west)-Niedersachsen tritt die Art im Winter dort nur spärlich auf (DENSE 2003).

Die Verbreitung der Teichfledermaus in Deutschland ist in Abbildung 3 dargestellt.

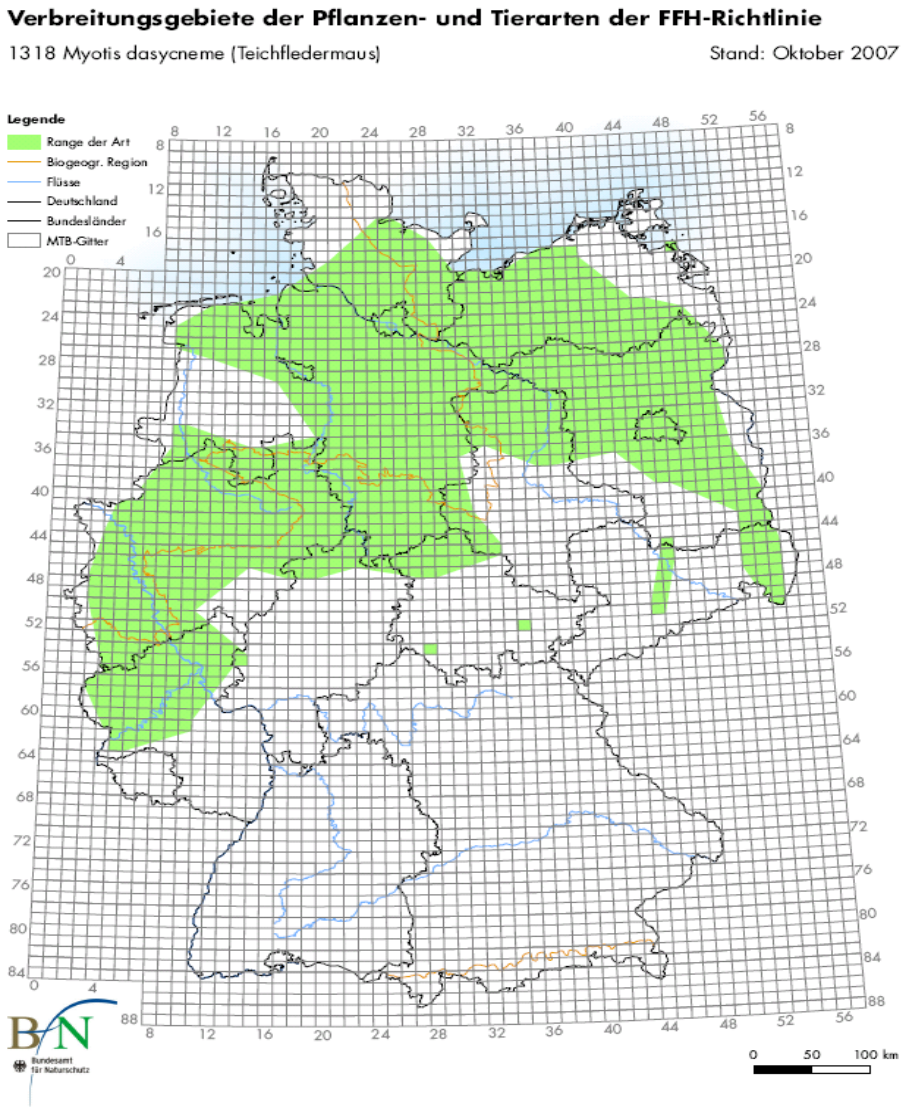


Abb. 3: Verbreitungskarte der Teichfledermaus in Deutschland
(Von: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2008)

3 Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden in der Saison 2007/2008 im Süden des Landkreises Osnabrück im Südwesten Niedersachsens (Region Weser-Ems) durchgeführt, im Jahr 2006 z. T. auch in der kreisfreien Stadt Osnabrück.

3.1 Naturräumliche Einordnung

Übergeordnet betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet in der Naturräumlichen Region „Osnabrücker Hügelland". Eingeschlossen ist der niedersächsische Teil des unteren Weserberglandes. Dieses bildet den nordwestlichsten Ausläufer der deutschen Mittelgebirgsschwelle (LANDKREIS OSNABRÜCK – DER OBERKREISDIREKTOR 1993).
Nördlich grenzt die Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung an, im Süden, Westen und Osten bildet die politische Abgrenzung zu Nordrhein-Westfalen die Grenze des Osnabrücker Hügellandes. Genauer betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet am südlichen Rand der Naturräumlichen Region, in der Landschaftseinheit „Osnabrücker Osning". Im Norden befindet sich die naturräumliche Untereinheit der „Hüggelberge", eine Karbonaufwölbung der Osningachse mit Erhebungen aus karbonischem Sandstein, Konglomeraten, Buntsandstein, Jura, Kreide und Zechstein-Schichten. Diese Gegend wurde früher stark bergbaulich genutzt, es wurden z.B. Eisen- und Zinkerze gewonnen (MEISEL 1961).Weiter südöstlich trifft man auf den „Dissener Osning", der sich zwischen Bad Iburg und Borgholzhausen erstreckt. Hier haben die Kalke der Oberen Kreide ihr größtes Vorkommen.

3.2 Relief und Klima

Das Relief des submontanen Osnabrücker Hügellandes ist mehr oder weniger hügelig ausgeprägt und erreicht Höhen zwischen 50 m ü. NN am Nordwest- und Südrand und 331 m ü. NN am Dörenberg im Teutoburger Wald (LANDKREIS OSNABRÜCK – DER OBERKREISDIREKTOR 1993).
Nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN (1959-1962) betragen die jährlichen Niederschläge zwischen 750 und 830 mm, die Temperaturen liegen im Jahresmittel bei 8-8,5°C. Einen Überblick über die Klimaverhältnisse im Untersuchungszeitraum verschafft nachfolgende Tabelle:

Tab. 2: Übersicht über die Durchschnittstemperaturen und Niederschläge der Wetterstation Münster/ Osnabrück im Untersuchungszeitraum (DEUTSCHER WETTERDIENST 2008)

	Mittlere Temperatur (2m über Erdboden)	Summe der Niederschlagshöhe
Jul 06	22,9°C	36,3 mm
Aug 06	16,4°C	86,1 mm
Sep 06	18,1°C	10,2 mm
Okt 06	13,7°C	55,1 mm
Nov 06	8,5°C	56,2 mm
Dez 06	6,2°C	48,5 mm
Jan 07	6,2°C	114,7 mm
Feb 07	5,3°C	76,6 mm
Mrz 07	7,6°C	43,5 mm
Apr 07	13,1°C	1,4 mm
Mai 07	14,4°C	154,1 mm
Jun 07	17,8°C	83,7 mm
Jul 07	17,5°C	99,1 mm
Aug 07	17,3°C	60,2 mm
Sep 07	13,7°C	94,9 mm
Okt 07	9,7°C	54,2 mm
Nov 07	6,0°C	69,6 mm
Dez 07	3,2°C	83,0 mm
Jan 08	5,8°C	110,1 mm
Feb 08	4,6°C	47,7 mm
Mrz 08	5,5°C	62,6 mm
Apr 08	8,4 °C	33,6 mm

3.3 Untersuchte Quartiere

3.3.1 Dyckerhoff-Tunnel

Das untersuchte Quartier „Dyckerhoff-Tunnel“ befindet sich in der Gemeinde Hilter am Teutoburger Wald (a.T.W.), nördlich der Autobahn A33. Das Quartier liegt im FFH-Gebiet „069 Teutoburger Wald/Kleiner Berg“ (LANDKREIS OSNABRÜCK 2008) in einem Forst aus Buchen (*Fagus sylvatica*) und Fichten (*Picea abies*) mit vereinzelten Eichen.

In den frühen Jahren des 20. Jahrhunderts wurde mit einer Feldbahn der im rückwärtigen Steinbruch gewonnene Kalkstein durch den Tunnel abtransportiert (DREHSCHEIBE ONLINE 2008).

Der Eingang des von Südwest nach Nordost verlaufenden Tunnels liegt in einem ca. 15 m tiefen Einschnitt. Das Quartier hat eine Länge von ca. 95 m und eine Breite von 3,20 m.

In der Mitte beträgt die Höhe zwischen 2,90 m und 3,25 m. Nach ca. 42 m befindet sich ein ca. 20-25 m langer Kamin. Der Tunnel ist auf der kompletten Länge mit Ziegelsteinen ausgemauert.

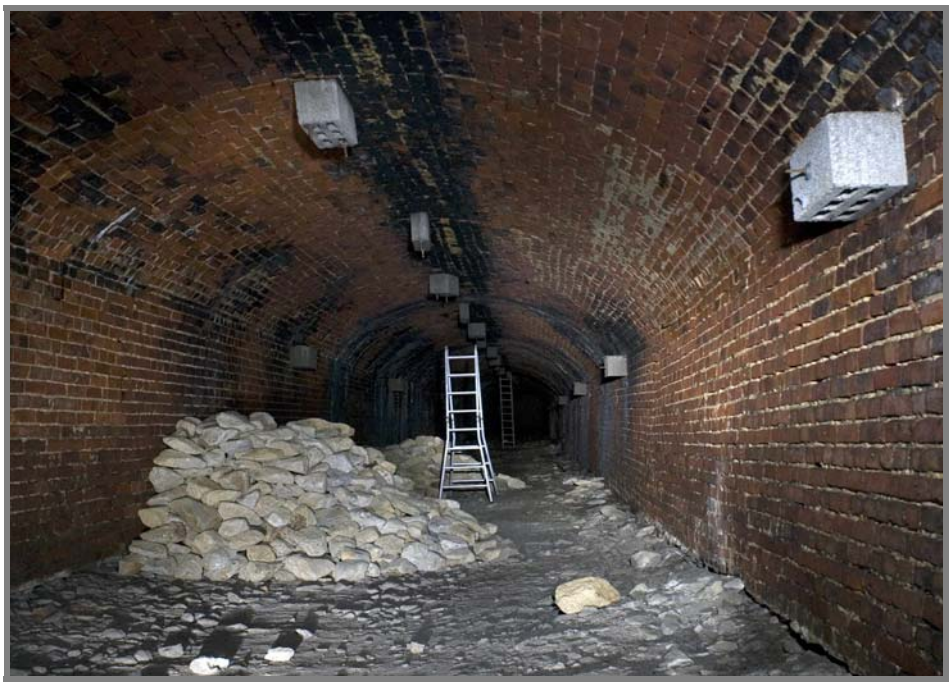


Abb. 4: Innenansicht des Dyckerhoff-Tunnels
(Foto: Gerd Mäscher)

Im Rahmen einer Ausgleichsmaßnahme im Jahr 1990 wurde das bis dahin nur spärlich mit Fledermäusen besetzte Quartier optimiert. Es wurden am Ein- und Ausgang Mauern gesetzt und 49 verschiedenartige Hohlblocksteine (25 an der Decke (Unterkante in ca. 2,70 m bis 3 m Höhe) und 24 an den Seiten (Unterkante in ca. 1,50 m bis 1,70 m Höhe), mit drei oder sechs Kammern) angebracht (s. Abb. 4). Der Ein- und Ausflug kann im vorderen Bereich über ein Gitter neben dem Eingang erfolgen oder über ein Loch im oberen Teil der hinteren Mauer.
Die Entwicklung des Teichfledermausbestandes im Laufe der Kontrolljahre zeigt Abbildung 5.

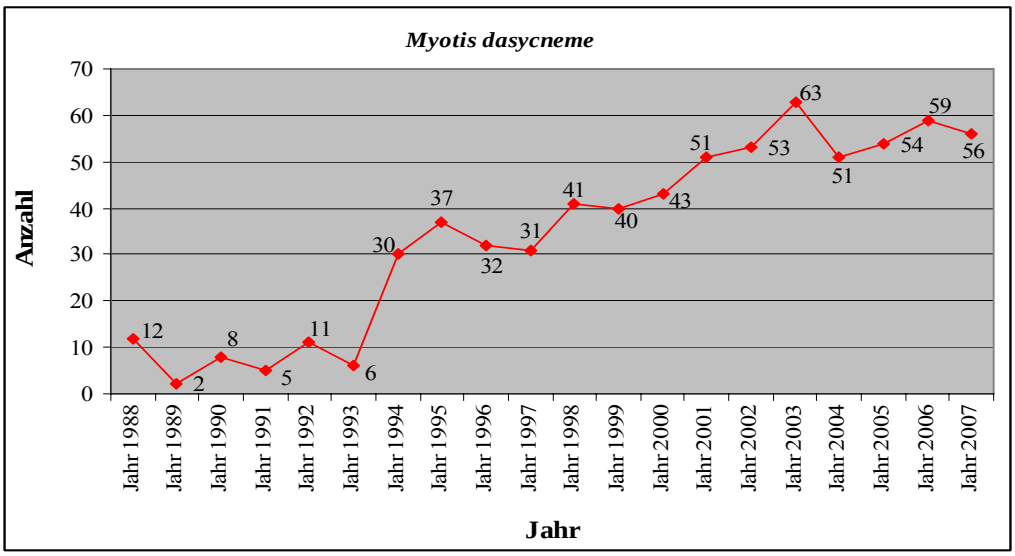


Abb. 5: Entwicklung des Teichfledermausbestandes im Dyckerhoff-Tunnel seit 1988 (Quelle: unveröffentlichte Daten von DENSE 2008)

3.3.2 Stollen I

Der Stollen I liegt in der Ostwand im östlichen Teil des ehemaligen Tagebaus „Silbersee“ im bewaldeten Höhenzug des Hüggel, in der Gemeinde Hasbergen. Im Hüggelgebiet, eingerahmt von den Gemeinden Hasbergen, Hagen a. T.W. und Georgsmarienhütte, wurde intensiver Eisenerzbergbau, sowohl im Tiefbau, als auch im Tagebau, betrieben (HARMS 1995). Eine ganze Reihe von Stollen zeugen von dieser Abbautätigkeit. Im heute als Naturdenkmal ausgewiesenen Silbersee wurde über zehn Jahre lang Kalkstein der unteren Muschelkalk-Zeit als Zuschlag für die Eisenverhüttung abgebaut. Nach Erschöpfung des Vorkommens wurde der Steinbruch sich selbst überlassen. Im östlichen Teil konnte sich im Laufe der Zeit eine Schluchtwaldvegetation mit einem typischen, luftfeuchten und kühlen Bestandsklima entwickeln. Das ganze Gebiet ist auf einer Fläche von ca. 250 ha als FFH-Gebiet („354 Hüggel, Heidhornberg und Roter Berg“) (LANDKREIS OSNABRÜCK 2008) ausgewiesen.

Abb. 6: Innenansicht des Stollen I
(Foto: Gerd Mäscher)

Der Stollen I ist ca. 22 m lang und etwa 3-3,30 m breit. Die Firsthöhe beträgt bis knapp über 4 m. Nach 4,25 m zweigt ein 14 m langer Gang nach links ab. Nach weiteren 4,5 m befindet sich ebenfalls auf der linken Seite eine 5 m lange und 3 m breite, niedrige Nische (s. Pfeil Abb. 6). Der Ein- und Ausflug kann ungehindert über das Mundloch erfolgen. Abbildung 7 zeigt die Bestandsentwicklung der Teichfledermaus.

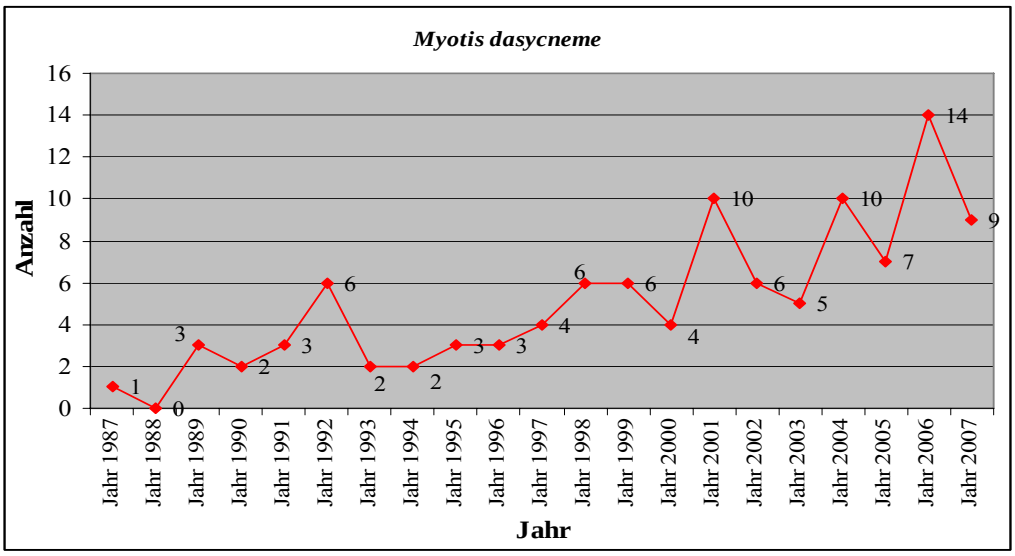


Abb. 7: Entwicklung des Teichfledermausbestandes im Stollen I seit 1987
(Quelle: unveröffentlichte Daten von DENSE 2008)

3.3.3 Weitere Quartiere

Verschiedene Quartiere im Landkreis Osnabrück und der kreisfreien Stadt Osnabrück wurden als Untersuchungsobjekte für Fänge mit Netzen genutzt und z. T. auf ihr Teichfledermausvorkommen kontrolliert. Auswahlkriterien für die Fangstandorte waren:

- Quartier ist bekannt als Schwärmquartier → hohe Nachweischance (z.B. Fuchsbau, Hasbergen)
- Über die Nutzung des Quartiers als Schwärmquartier ist bislang weniger bekannt (z.B. Mosberger Stollen, Stadt Osnabrück)
- Hohe Antreffwahrscheinlichkeit für Teichfledermäuse

Kontrollen wurden in Quartieren durchgeführt, die eine hohe Zahl überwinternder Teichfledermäuse (z.B. Andreasstollen, Georgsmarienhütte-Kloster Oesede) aufweisen.

Die Lage der einzelnen Quartiere ist der Abbildung 8 zu entnehmen.

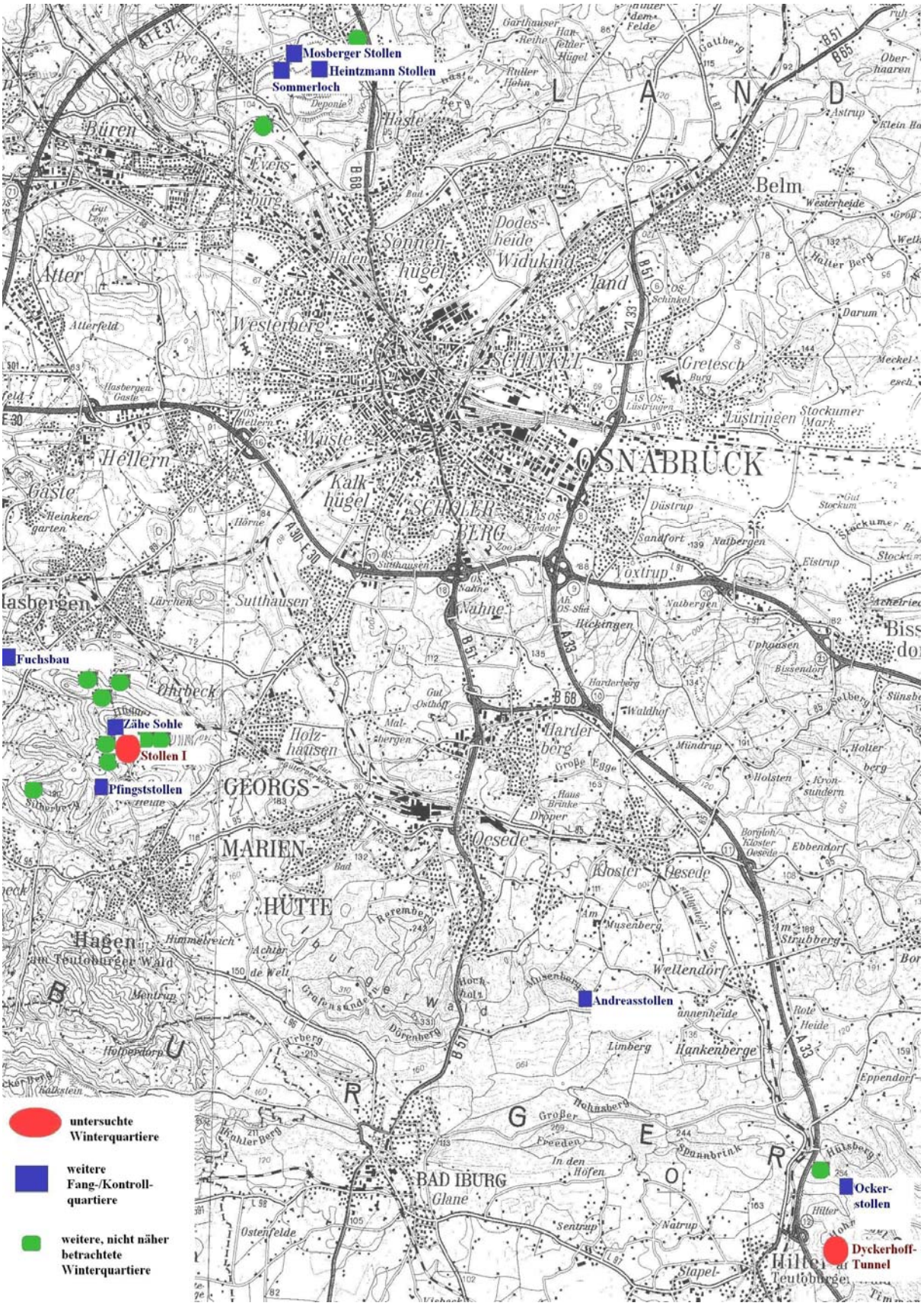


Abb. 8: Übersicht über das Untersuchungsgebiet

(Kartenscan von: LANDESVERMESUNG & GEOINFORMATION NIEDERSACHSEN (2004), verändert)

4 Material und Methoden

Eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung nach § 43 Abs. 8 Ziffer 2 und 3 in Verbindung mit § 42 Abs. 1 Ziffer 3 und Abs. 2 Ziffer 1 BNatSchG lag für die Untersuchungen vor.

4.1 Meteorologische Messungen

Zur Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit in den Quartieren wurden 2007/2008 Temperatur- und Feuchtemesser (HOBO® Pro Series Weatherproof Loggers) eingesetzt. Im Stollen I wurden sie an zwei Messpunkten (M1 und M2, s. Skizze Anhang A VII a) in ca. 1,20 m Höhe angebracht. Vom 03.10.2007 bis 06.04.2008 wurden die Werte alle vier Stunden aufgezeichnet. Im Dyckerhoff-Tunnel wurden in demselben Zeitraum drei „Hobos“ verwendet, die stündlich im vorderen, mittleren und hinteren Bereich des Tunnels an einem Seitenstein in jeweils ca. 1,50 m Höhe Messungen durchführten. Mittelwerte (MW), Standardabweichung (+/-) und Diagramme wurden mit Microsoft Excel 2003 berechnet bzw. erstellt. Zusätzlich wurde die Variationsbreite (Minimum – Maximum) angegeben. Die Angaben zu Außentemperaturen, Luftdruck, relativer Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Regenmenge beruhen auf Messungen der Universität Osnabrück, Fachbereich Physik (UNIVERSITÄT OSNABRÜCK 2008). Alle Temperaturmessungen an den Kontrolltagen wurden eigenständig mit einem Universalthermometer der Firma Koch durchgeführt.

Die Werte dienten zur Charakterisierung der Quartiere und als Hilfestellung für Diskussionen.

4.2 Fang mit Netzen

Die Fänge dienten zum einen der Feststellung des Eintreffzeitpunktes der Teichfledermäuse im Überwinterungsgebiet. Zum anderen sollte ein Gesamtbild von dem jahreszeitlich unterschiedlichen Auftreten von Fledermäusen an Schwärm- bzw. Winterquartieren des Untersuchungsgebiets geliefert werden (Tab. 3). Eine Aufschlüsselung nach einzelnen Quartieren erfolgte deshalb nicht. Für eine Beurteilung (u. a.) der Artzusammensetzung in den Monaten August bis November wurden zur besseren Vergleichbarkeit Mittelwerte gebildet:

$$\frac{\text{Anzahl Fledermäuse je Art und Monat}}{\text{Anzahl der Fänge/Monat}}$$

Tab. 3: Übersicht über die Fänge vor den Winterquartieren im Spätsommer, Herbst und Frühwinter

Monat	Zeitraum	Anzahl Fänge	Anzahl beprobter Quartiere
Saison 2006/2007	21.07.-01.12.2007		
Juli 2006		1	1
August 2006		6	4
September 2006		7	6
Oktober 2006		4	4
November 2006		3	3
Dezember 2006		1	1
Saison 2007/2008	01.08.-01.12.2007		
August 2007		3	2
September 2007		7	4
Oktober 2007		9	4
November 2007		6	4
Dezember 2007		1	1

Um u. a. die Abfolge Quartier verlassender Tiere mit Überwinterungsendgewichten zu dokumentieren wurden im Frühjahr weitere Fänge durchgeführt (Tab. 4):

Tab. 4: Übersicht über die im Frühjahr durchgeführten Fänge

Monat	Zeitraum	Anzahl Fänge	Anzahl beprobter Quartiere
Saison 2006/2007	28.03.2007		
März 2007		1	1
Saison 2007/2008	30.03.- 21.04.2008		
Februar 2008		2	1
März 2008		2	1
April 2008		14	1

In der Saison 2007/2008 wurden an sieben Abenden ein bis zwei Netze innerhalb des Dyckerhoff-Tunnels aufgestellt, um die innerquartierliche Aktivität sowie ebenfalls ein- und ausfliegende Fledermäuse zu ermitteln (Tab. 5).

Tab. 5: Übersicht über die Fänge im Dyckerhoff-Tunnel

Monat	Anzahl Fänge
September 2007	2
November 2007	1
März 2008	4

Es wurden ausschließlich Haarnetze aus ostdeutscher Produktion („Puppenhaarnetze“; 3,50 m, 5 m, 6,5 m, 7 m und 9 m lang, 2,50-4 m hoch) verwendet, die mit Hilfe von zusammensteckbaren Metallstangen (Fa. Heindl, Heiligenkirchen) und „Kämmchen“ zur Befestigung der Netzschlaufen (Eigenkonzeption und –produktion Gerd Mäscher), aufgebaut wurden.

Ein Netz wurde direkt vor die Einflugmöglichkeit (z.B. Stollenmundloch) gestellt (s. Abb. 9 und 10) und häufig ein bis zwei weitere Netze in das nahe Umfeld. Der Fangzeitraum richtete sich nach der jeweiligen Witterung und den Fangerfolgen. Größtenteils wurde zwischen zwei und vier bzw. fünf Stunden gefangen.

Abb. 9 und Abb. 10: Teichfledermaus im Fangnetz vor dem Dyckerhoff-Tunnel
(Fotos: Gerd Mäscher, Christian Hammermann)

Bei den gefangenen Fledermäusen wurden zuerst die Art und das Geschlecht bestimmt. Biometrische Daten wurden von den Teichfledermäusen ermittelt, bei den anderen Arten erfolgte dies z. T. nur stichprobenartig. Die Tiere wurden gewogen (Federzugwaage Lab Scale, Wägebereich 50 g) und bei den Teichfledermäusen wurde z. T. auch die Länge des rechten Unterarms gemessen (TCM digitaler Messschieber, Auflösung 0,01 mm).

Eine Trennung von Jung- und Alttieren erfolgte im Spätsommer und Herbst über den Ossifikationsgrad (Verknöcherungsgrad) der Finger und Mittelhandknochen (Ephiphysenspalten). Die Finger des ausgebreiteten Flügels wurden von unten angeleuchtet (s. Abb. 12). Waren die knorpeligen Epiphysenspalten als helle Bande sichtbar, wurde das Tier als juvenil eingestuft (nach HÄUSSLER 2003). Außerdem wurde der Fortpflanzungsstatus der Fledermäuse betrachtet.

Bei den Weibchen wurden die Zitzen untersucht, um festzustellen, ob sie im aktuellen Jahr ein Jungtier gesäugt haben. Es erfolgte eine Unterteilung in:

- kaum auffindbar, Zitzen unauffällig (Z0)
- gut sichtbar, aber ohne haarfreien Hof (Z1)
- haarfreier Hof, hat Jungtier gesäugt (Z2) (s. Abb. 11)

Abb. 11: Besäugtes Teichfledermaus-weibchen
(Fotos: Vanessa Korn)

Abb. 12: Altersbestimmung bei einer Teichfledermaus

Bei den Männchen wurde zur Feststellung der Reproduktionsaktivität/-bereitschaft der Füllungsgrad der Hoden und Nebenhoden betrachtet. Hier wurde in folgende Kategorien unterteilt und für beide Merkmale angegeben (vgl. Anhänge A X a – A X d):

- leer; keine äußerlich erkennbare Vergrößerung der Hoden oder Nebenhoden (0)
- schwach gefüllt; Schwellung der Hoden erkennbar / sichtbare Füllung der Nebenhoden (1)
- gefüllt; starke Schwellung der Hoden / prall gefüllte Nebenhoden (2)

Als Kurzzeitmarkierung zur Erkennung von Wiederfängen wurden den Fledermäusen eine oder beide Daumenkrallen mit Nagellack (Fa. Nail Star) farbig lackiert.
Ergebnistabellen und -diagramme wurden, wie bei allen anderen Auswertungen, mit Hilfe von Microsoft Excel 2003 erstellt.

4.3 Kontrollzählungen

Zur Dokumentation des Be- und Entsiedelungsverlaufs sowie zur Beantwortung weiterer Fragestellungen wurden die Quartiere mehrfach kontrolliert (Tab. 6).

Tab. 6: Überblick über die durchgeführten Quartierkontrollen

Saison	Quartier	Zeitraum	Intervall
Saison 2006/2007	Dyckerhoff-Tunnel	05.09.2006 – 19.04.2007	alle 3 bis 4 Tage, z.T. häufiger, ab Ende Januar wöchentlich
	Stollen I	05.09.2006 – 08.04.2007	ca. alle 3 bis 5 Tage, ab Ende Dezember alle 7 bis 14 Tage.
Saison 2007/2008	Dyckerhoff-Tunnel	28.08.2007 – 23.04.2008	alle 2 bis 3 Tage, im Frühjahr fast täglich. (Ausnahme: 20.01.2008- 01.02.2008, das Quartier war wegen Hochwasser nicht betretbar)
	Stollen I	28.08.2007 – 06.04.2008	ca. alle 7 bis 14 Tage

Bei jeder Begehung wurden das Quartier, bzw. einzelne Spalten und die Hohlblocksteine im Dyckerhoff-Tunnel mit Hilfe einer LED-Taschenlampe ausgeleuchtet. Alle im Quartier sichtbaren Fledermäuse wurden erfasst und in einem Protokollbogen nach Arten getrennt vermerkt (s. Anhänge A II a und A II b). Jedes Tier wurde nur so lange angeleuchtet, wie es Artbestimmung und Feststellung von Besonderheiten, wie etwa Pilzbefall, erforderten. Berührungen der Winterschläfer wurden vermieden. War eine genaue Determination einer Fledermaus nicht möglich, wurde sie im Protokollbogen als „Ufo“ („unbestimmbares Flugobjekt“) aufgenommen. Außerdem wurden Funde beringter Tiere notiert.

4.4 Ermittlung der Überwinterungsdauer

Die Angaben, wann das erste bzw. letzte Tier einer Art im Quartier angetroffen wurde, konnte aus den Protokollen der Kontrollzählungen abgelesen werden. Darüber wurde die maximale Aufenthaltsdauer einer Art im Winterquartier ermittelt. Es wurden zusätzlich die Zeitpunkte abgeleitet, an denen etwa die Hälfte der Gesamtüberwinterungspopulation einer Art das jeweilige Quartier bezogen bzw. es wieder verlassen hatte. Daraus wurde die durchschnittliche Dauer der Winterschlafperiode in Tagen berechnet. (vgl. Anhang A XVII).

4.5 Verhaltensbeobachtungen und Dokumentation des Paarungs- und Sozialverhaltens

Alle Aktivitäten, die während der Kontrollzählungen registriert werden konnten, wurden handschriftlich protokolliert. Als störungsarmes Beobachtungsinstrument wurde eine Infrarot-Videokamera (Sony DCR-TRV19E Digital Video Camera mit Infrarotlicht Sony HVL-IRH 2 Video IR Light) eingesetzt und die Aufnahmen später noch einmal am Computer ausgewertet. Soziallaute wurden mittels Detektor und mp3-Recorder (s. u.) mit gleichzeitiger Sichtbeobachtung als Referenzen für die akustische Aktivitätsmessung aufgezeichnet.

4.6 Akustische Aktivitätsmessung

Zur automatisierten Überwachung der Aktivität im Winterquartier wurde vom 14.09.2007 bis zum 23.04.2008 eine so genannte „Horchkiste“ (s. Abb. 13 und 14) im Dyckerhoff-Tunnel eingesetzt, die etwa in der Mitte des Quartiers auf einem Seitenstein platziert wurde. An insgesamt 171 Tagen wurde so die innerquartierliche Aktivität aufzeichnet. Bestandteile dieser Horchkiste waren ein Bat-Detektor (Stereodetektor Einbauversion CBD 101 R2 und Mikrofone der Fa. Ciel electronique) und ein mp3-Recorder (Cowon iAudio U2), der die Ultraschallrufe aufzeichnete und sie mit genauer Zeitangabe abspeicherte.

Abb. 13 und Abb. 14: Die im Dyckerhoff-Tunnel eingesetzte Horchkiste
(Fotos: Vanessa Korn)

Zur mehrtägigen Gewährleistung der Stromversorgung wurden für den Recorder vier Panasonic 4800 mAh-Akkus und für den Detektor Panasonic und Dalon 6-Volt-Bleigelakkus eingesetzt. Bei jeder Kontrolle wurden Recorder und Akkus ausgewechselt.
Um neben Flugaktivität auch Sozialrufe/-laute zu registrieren, wurde der Detektor auf 25 kHz eingestellt. Zur Überprüfung, ob diese Einstellung ausreichte, um alle Ereignisse zu erfassen, kam an mehreren Tagen eine weitere Horchkiste zum Einsatz, deren Detektor auf 45 kHz eingestellt wurde.

Ein Aufzeichnungstag wurde in 24-Stunden-Intervalle eingeteilt und die Ereignisse je Stunde ausgewertet. Es erfolgte eine Unterteilung der Gesamtereignisse in mehrere Klassen, wobei es vorkam, dass sich in einer Aufnahme zwei Klassen überschnitten, die dann beide gewertet wurden:

1. **Flugereignisse**

1a. Vorbeiflug einzelner Fledermäuse: es war nur eine vorbei fliegende Fledermaus zu hören, deren Flugrichtung meistens bestimmt werden konnte.
1b. Vorbeiflug mehrerer Fledermäuse: es waren eindeutig mehrere Ortungslaute gleichzeitig, z. T. aber auch zeitversetzt in einer Aufnahme hörbar.
1c. Vorbeiflug mit Sonderlauten: in diese Klasse wurden Rufe von vorbei fliegenden Tieren eingeordnet, die neben Ortungsrufen auch andere Laute abgaben. Zum Teil ähnelten diese Laute Soziallauten, die allerdings nur sporadisch abgegeben wurden, zum Teil handelte es sich um Rufe, die dem „feeding-buzz“ beim Jagdflug entsprachen.

2. **stationäre Soziallaute**

Die gewonnenen Daten wurden zunächst in eine Tabelle eingegeben (Bsp. Anhang A III bzw. A III_CD-Version) und dann mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests und durch Erstellung von Q-Q-Normalverteilungsdiagrammen im Statistikprogramm SPSS 15.0 für Windows auf Normalverteilung geprüft (s. Anhang A IV). Da diese nicht gegeben war, wurden als statistische Kennwerte für die Aktivitätsdarstellung der Mittelwert (arithmetisches Mittel) und die Variationsbreite/Spannweite (Minimum – Maximum) verwendet. Die Verwendung des Medians als Kennwert schien aufgrund der überwiegenden Nullwerte nicht sinnvoll. Es wurden mit Hilfe von Microsoft Excel

2003 die Mittelwerte für die stündlichen Intervalle (für 0-1 Uhr; für 1-2 Uhr; für 2-3 Uhr...usw.) je Monat berechnet sowie Minimum- und Maximumwerte angegeben.
Zusätzlich wurden die Summen der Einzelflugereignisse und Soziallaute für jeden Stundenintervall und jeden Monat gebildet (Anhang A III-Summe auf der Anhang-CD).
Für eine Überprüfung, ob bestimmte innen- oder außenklimatische Bedingungen mit den Ereignissen korrelierten bzw. ob es innerhalb der Ereignisklassen Zusammenhänge gab, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (mit SPSS 15.0) ermittelt (Einstufung s. Tab. 7). Dafür wurden nur die Stunden herangezogen, in denen Aktivität verzeichnet wurde (= die keine Nullwerte enthielten).

Tab. 7: Einstufung des Rangkorrelationskoeffizienten (aus BÜHL & ZÖFEL 2005)

Wert	**Interpretation**
bis 0,2	sehr geringe Korrelation
bis 0,5	geringe Korrelation
bis 0,7	mittlere Korrelation
bis 0,9	hohe Korrelation
über 0,9	sehr hohe Korrelation

Das Signifikanzniveau (Irrtumswahrscheinlichkeit) wurde wie folgt angegeben (Tab. 8):

Tab. 8: Einstufung des Signifikanzniveaus (aus BÜHL & ZÖFEL 2005)

Irrtumswahrscheinlichkeit p	**Bedeutung**	**verwendetes Symbol**
P > 0,05	nicht signifikant	Ns
P < = 0,05	Signifikant	*
P < = 0,01	sehr signifikant	**
p < = 0,001	höchst signifikant	***

Die entsprechenden Ausgabetabellen befinden sich im Anhang A V.

4.7 Erfassung der Hangplätze und Verteilung der Fledermäuse im Quartier

Dyckerhoff-Tunnel

Für eine Übersicht, wie sich die Teichfledermäuse im Dyckerhoff-Tunnel verteilen, wurde eine Tabelle angefertigt, in der die Hohlblocksteine („D“ = Deckensteine; „S = Seitensteine“) durchnummeriert eingetragen wurden. Zusätzlich wurden zwei Deckenfugen verzeichnet und Tiere, die frei hingen oder Decken- und Wandspalten sowie Bohrlöcher nutzten, vermerkt. Wurde ein gerade waches und fliegendes Tier artgenau erkannt, so wurde auch dies in die Tabelle eingetragen (Anhänge A VI a und A VI b). Für eine Einteilung des Tunnels in Abschnitte wurden die 49 Steine und eine Deckenfuge berücksichtigt. Jeweils zehn Steine (inklusive Deckenfuge) formten einen Abschnitt im Quartier, so dass fünf Abschnitte untersucht wurden.
Durch folgende Rechnung wurde der prozentuale Anteil der Besetzung eines Abschnitts mit Teichfledermäusen in einem Monat berechnet:

$$\frac{\text{Summe Teichfledermäuse in den Steinen in Abschnitt X}}{\text{Gesamtzahl Teichfledermäuse des betreffenden Monats}} \times 100$$

Stollen I

Für die Erfassung der Hangplätze wurden Skizzen des Quartiers (Maßstab 1:100) erstellt (Anhänge A VII a und A VII b). Die vorgefundenen besetzten Hangplätze je Kontrolle wurden nach Arten getrennt in diese Skizzen eingetragen, durchnummeriert und fotografisch dokumentiert (Digitalcamera Casio EX-Z50). Zusätzlich wurde in einer Tabelle (Anhänge A VIII a – A VIII c) die Besetzung je Datum vermerkt. In der Saison 2006/2007 galt diese Aufzeichnung nur den Hangplätzen der Teichfledermäuse, ab dem 25.10.2007 wurden auch die Hangplätze der Wasserfledermäuse und der Großen Mausohren berücksichtigt.

4.7.1 Individuelle Markierung von Teichfledermäusen

Für die Untersuchung des individuellen Verhaltens der Teichfledermäuse wurden 2007/2008 einige der winterschlafenden Tiere markiert (zehn im Stollen I, fünf im April 2008 im Dyckerhoff-Tunnel). Hierzu wurde ihnen mit verschiedenfarbigem Nagellack (Fa. Nail Star) am Hangplatz ein Punkt auf das Rückenfell getupft (s. Abb. 15 und 16). Bei einigen Tieren musste dieser Vorgang im Laufe des Winters ein Mal wiederholt werden.

Abb. 15 und Abb. 16: Mit Nagellack markierte Teichfledermaus
(Fotos: Vanessa Korn)

4.7.2 Dokumentation der Hangplatzwechsel markierter Teichfledermäuse

Die Angaben zur Dauer des Aufenthalts an einem Hangplatz wurden jeweils von der ersten Sichtung der Fledermaus an einem Hangplatz bis einen Tag vor der Sichtung am neuen Platz als ungefähre Werte in Tagen angegeben.
Die Daten wurden auf Grundlage von Tabelleneintragungen (Anhänge A VI a, A VI b und A VIII b) ermittelt.

4.8 Untersuchung des Pilz- und Parasitenbefalls an Teichfledermäusen

Mit Hilfe der Digitalcamera (Casio EX-Z50) wurden Auffälligkeiten wie etwa Parasiten- und Pilzbefall fotografisch festgehalten.

Für die Untersuchung eines Pilzes wurde ein einzeln hängendes, leicht erreichbares Tier gewählt. Eine Probe des Pilzes wurde von Herrn David Hellmann, Universität Oldenburg genommen, die Untersuchung leitete Frau Dr. habil. Anna Gorbushina an der Fakultät V, Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), AG Geomikrobiologie an der Carl v. Ossietzky Universität, Oldenburg.

Die Probenahme von bestimmten Ektoparasiten, die v. a. bei Teichfledermäusen häufig im Gesicht auftreten, erfolgte am winterschlafenden Tier. Mit Hilfe einer Federstahlpinzette wurden größere, nicht stark festsitzende Exemplare vorsichtig entfernt und in Schnappdeckelgläschen mit 90%-igem Ethanol überführt. Die Bestimmung dieser Parasiten führte Dr. Ingo Scheffler, Institut für Biochemie und Biologie, Universität Potsdam, durch.

5 Ergebnisse

5.1 innenklimatische Verhältnisse

5.1.1. Dyckerhoff-Tunnel

Die im Tunnel eingesetzten „Hobos“ ermittelten für die drei Teilbereiche („vorne, Mitte, hinten“) differenzierte Ergebnisse. Im vorderen, eingangsnahen Bereich traten Temperaturschwankungen von 3,3°C bis 11,4°C auf. Im Mittel herrschte eine Temperatur von 6,43°C (+/- 1,67). Auch die relative Luftfeuchtigkeit variierte hier mehr oder weniger stark zwischen 61,3% und 100% (MW= 98,54%, +/- 3,02). Im mittleren Teil, in der Nähe des Kamins, lag die Temperatur zwischen 2,5°C und 11,0°C, im Durchschnitt bei 6,55°C (+/- 1,43), die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 94,8% und 100% (MW=99,07%, +/- 1,26). Der hintere Teil, nahe der Abschlussmauer, wies zeitweise die niedrigste Temperatur auf. Im Mittel betrug die Temperatur 5,91°C (+/- 1,75), der niedrigste Wert lag allerdings bei 1,2°C, der höchste bei 11,8°C. Es wurde eine relative Luftfeuchtigkeit von nahezu konstanten 100% (MW= 99,94%, +/- 1,68) ermittelt. An mehreren Tagen konnte im Tunnel, v. a. im hinteren Teil, Nebelbildung beobachtet werden.
Eine grobe Übersicht der Temperaturverläufe und der relativen Luftfeuchtigkeit befindet sich im Anhang A IX.

5.1.2 Stollen I

Die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stollen I unterschied sich an den beiden Messpunkten kaum. Am Messpunkt M1 betrug die relative Luftfeuchtigkeit konstant 100%, am Messpunkt M2 lag sie zwischen 99,5% und 100% (MW= 99,93%, +/- 0,38).
Die Temperaturmessungen ergaben an beiden Messpunkten zwischen 7,43°C und 9,03°C (MW M1= 8,24°C, +/- 0,51; MW M2= 8,13°C, +/- 0,44).

5.2 Fang mit Netzen

5.2.1 Fang vor Quartieren im Spätsommer, Herbst und Frühwinter

Für die Darstellung der in diesem Zeitraum im Untersuchungsgebiet gefangenen Fledermäuse wurden die Ergebnisse von allen beprobten Quartieren zusammengefasst. Insgesamt wurden 432 Fledermäuse gefangen (239 Saison 2006; 193 Saison 2007). Eine Übersicht über die Individuenzahl der einzelnen Arten bietet Abbildung 17.

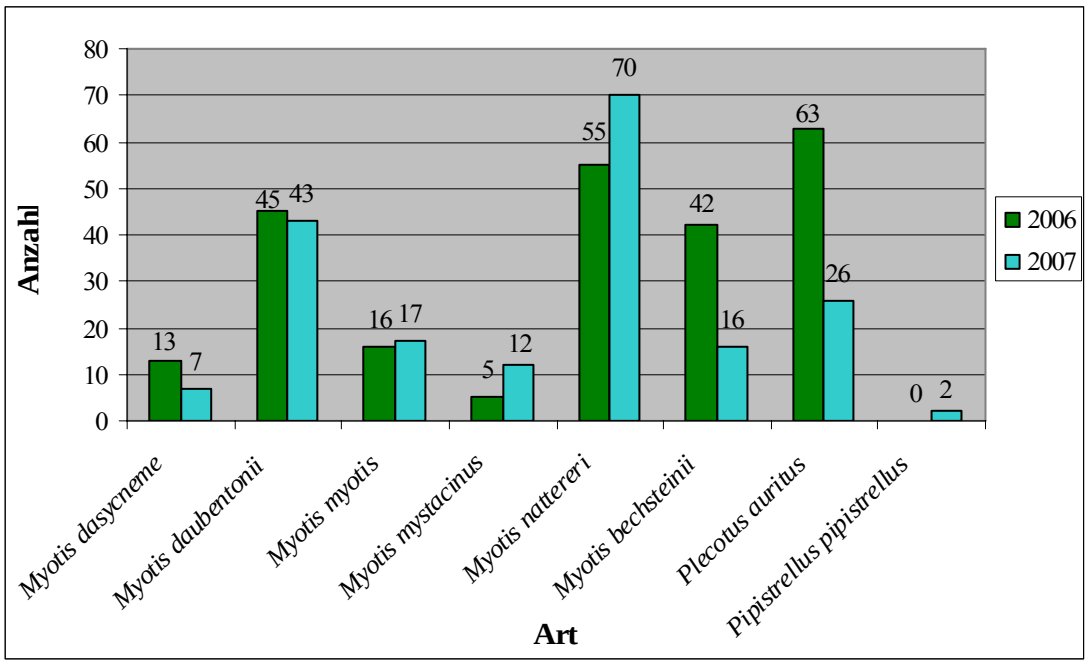


Abb. 17: Übersicht über die im Spätsommer, Herbst und Frühwinter gefangenen Fledermäuse

Am häufigsten wurden Fransenfledermaus, Braunes Langohr und Wasserfledermaus gefangen, im Jahr 2006 außerdem verhältnismäßig viele Bechsteinfledermäuse. In geringerer Zahl wurden Teichfledermaus, Großes Mausohr und Kleine Bartfledermaus nachgewiesen, zwei Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*) nur in der Saison 2007.

Nachfolgende Abbildungen stellen die Aufschlüsselung der gefangenen Fledermäuse nach Geschlecht dar.

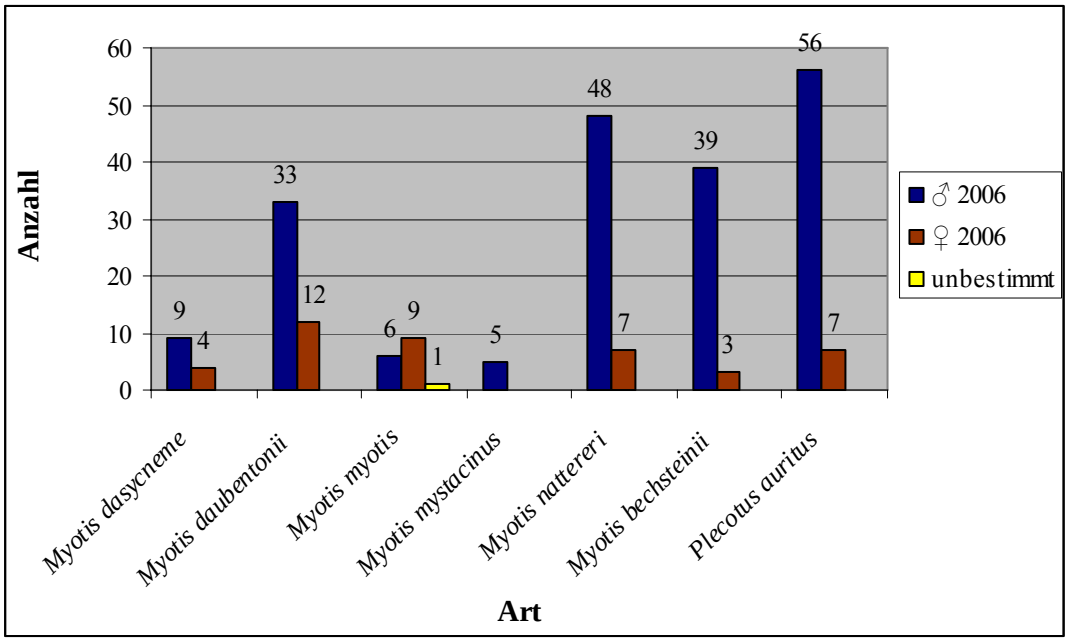


Abb. 18: Aufschlüsselung der 2006 gefangenen Fledermäuse nach Männchen und Weibchen

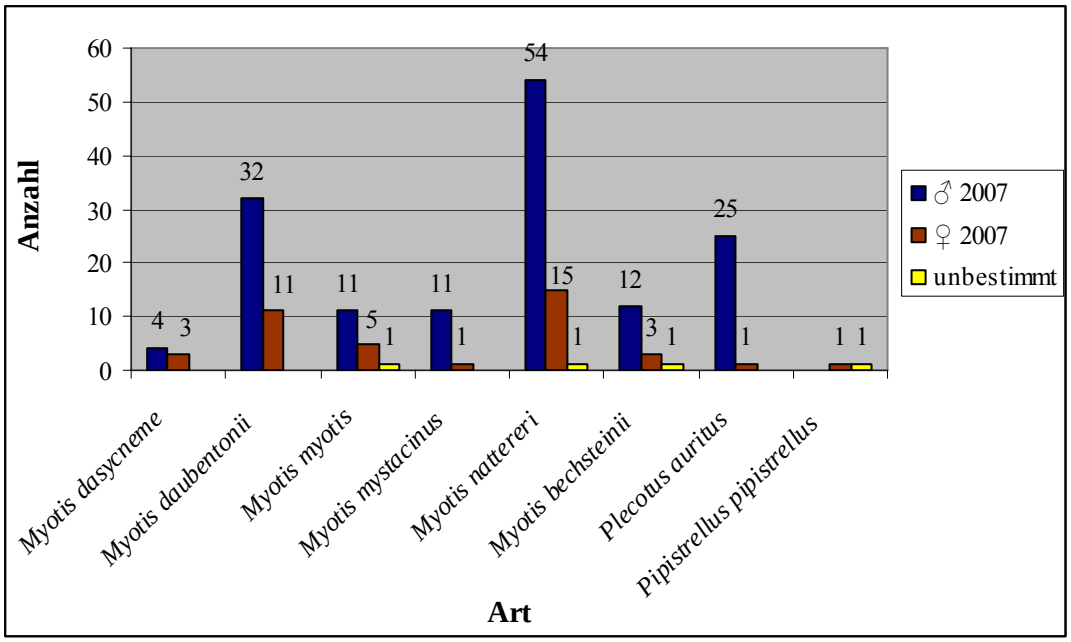


Abb. 19: Aufschlüsselung der 2007 gefangenen Fledermäuse nach Männchen und Weibchen

In beiden Jahren ist das Überwiegen der Männchen bei nahezu allen Arten deutlich zu erkennen.

In den Monaten, in denen die meisten Fänge durchgeführt wurden (August bis November) zeigte sich ein unterschiedliches Bild im Auftreten der Arten und in der Zusammensetzung der Fänge (Abb. 20 und 21). Aufgrund der ungleichen Anzahl von

Fangnächten (s. Kapitel 4.2) wurden Mittelwerte berechnet und dargestellt. Auf eine Datenbeschriftung wurde zur Wahrung der Übersichtlichkeit verzichtet.

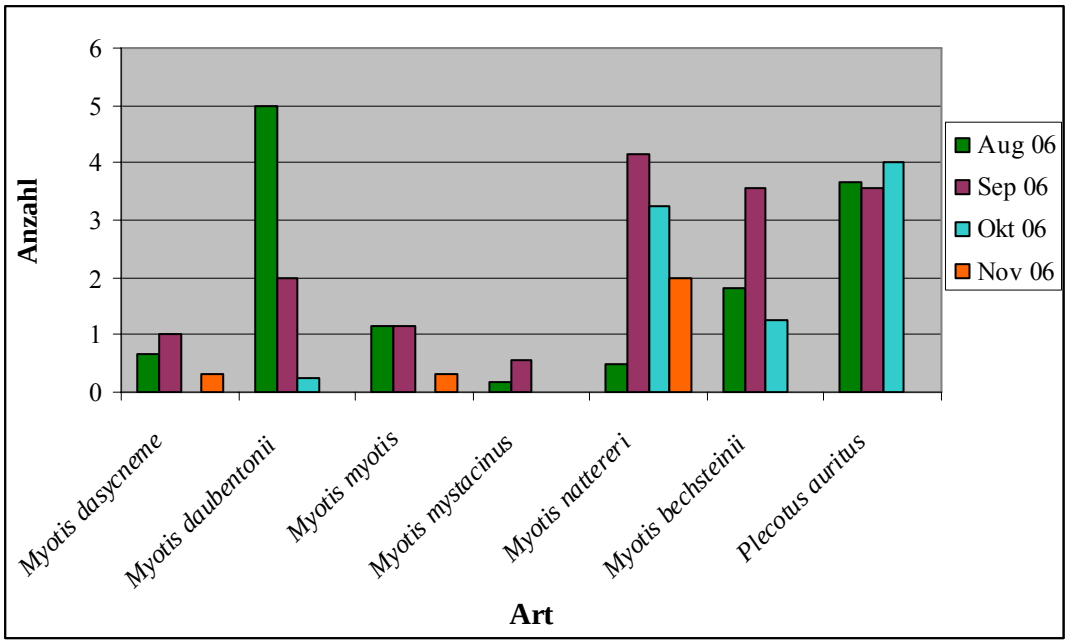


Abb. 20: Durchschnittliche Anzahl gefangener Fledermäuse in den Monaten August-November 2006

Der deutliche Schwerpunkt lag im September. Im August wurden jedoch durchschnittlich die meisten Wasserfledermäuse gefangen. Braune Langohren wurden in allen drei Herbstmonaten nahezu gleich oft nachgewiesen. Auffallend ist die deutliche Abnahme der Fänge im Oktober. In diesem Monat und im November wurden viele Arten gar nicht mehr nachgewiesen.

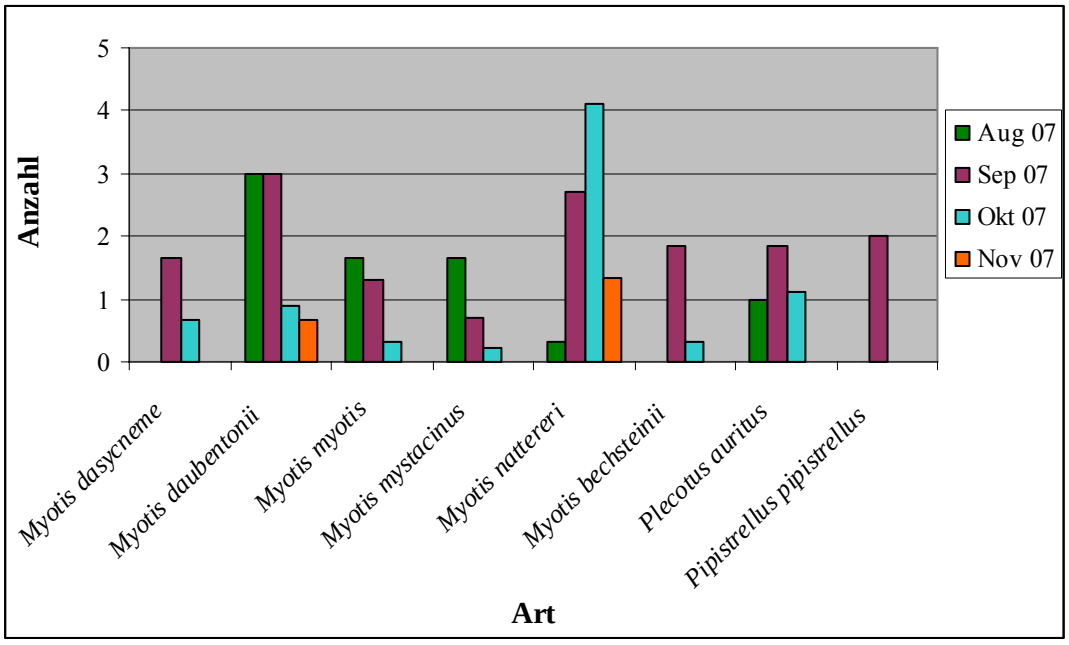


Abb. 21: Durchschnittliche Anzahl gefangener Fledermäuse in den Monaten August-November 2007

Auch im Jahr 2007 bot der September die höchste Zahl gefangener Fledermäuse. Die Maximalzahl der Fransenfledermäuse verschob sich allerdings auf den Oktober. Fransen- und Wasserfledermäuse wurden als einzige Arten noch im November gefangen.

Anfang bis Mitte September wurden die ersten paarungsaktiven Männchen angetroffen (z.B. Braunes Langohr, Fransenfledermaus). Es wurden verhältnismäßig wenig Jungtiere gefangen, 2006 lediglich eine Teichfledermaus, 2007 zwei Teichfledermäuse, eine Wasserfledermaus und zwei Große Mausohren. Alle Daten befinden sich im Anhang A X a.

5.2.2 Fang vor Quartieren im Frühjahr

Im Jahr 2008 wurden die Winterquartiere im Frühjahr intensiv beprobt. Bei den beiden Fängen im Februar 2008 wurden ausschließlich in den Tunnel einfliegende Männchen der Arten Fransenfledermaus und Braunes Langohr gefangen.
Einen Überblick über die im März und April 2008 nachgewiesenen Fledermäuse verschafft Abbildung 22.

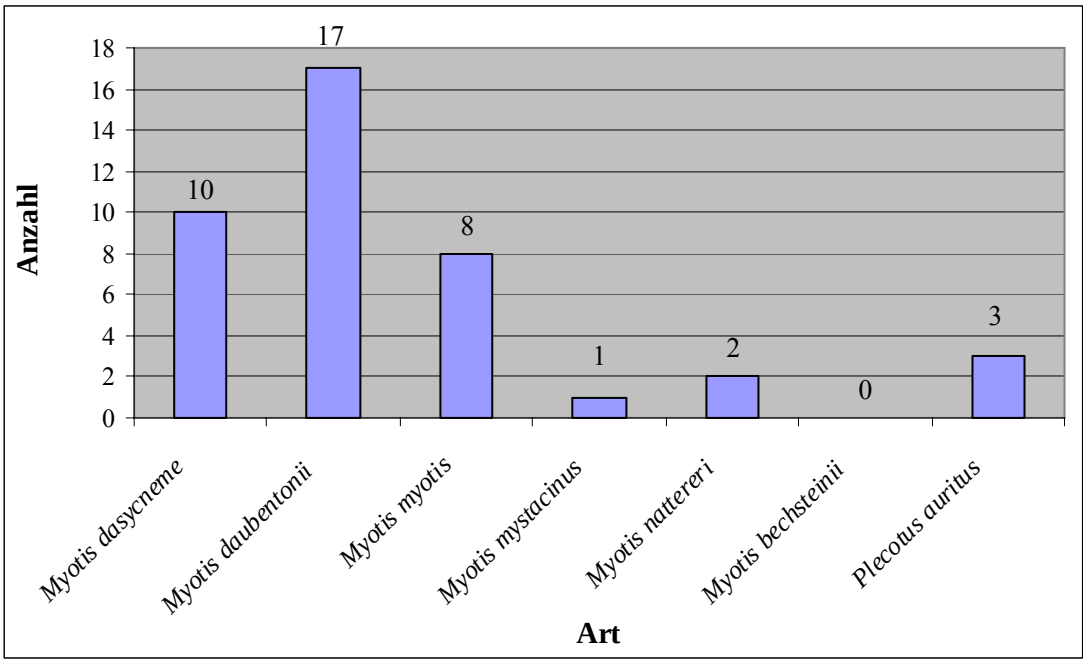


Abb. 22: Im März und April 2008 gefangene Fledermäuse

Insgesamt konnten 41 Tiere gefangen werden. Die Wasserfledermaus trat dabei am häufigsten auf (13 Männchen, vier Weibchen), gefolgt von der Teichfledermaus (jeweils fünf) und dem Großen Mausohr (vier Weibchen, drei Männchen, ein Tier konnte unbestimmt entkommen). Bei der Wasserfledermaus wurden Männchen und Weibchen gleichermaßen zu frühen und späteren Terminen gefangen (Ende März bis Mitte April). Bei den Großen Mausohren hingegen wurden zu späteren Zeitpunkten mehr Weibchen nachgewiesen. Von den beiden Fransenfledermäusen (Männchen) wurde eine aus- die andere einfliegend ermittelt. Genauso verhielt es sich beim Braunen Langohr (Männchen), ein weiteres Individuum wurde schwärmend gefangen. Der einzige Frühjahrsfang einer Kleinen Bartfledermaus war ein ausfliegendes Männchen.

Die Tiere, die spät im Frühjahr das Quartier verließen, wiesen niedrige Gewichte auf. Keine Wasserfledermaus war schwerer als 8,5 g, der Durchschnitt bewegte sich bei etwa 7,6 g. Am 21.04.2008 wurde ein weibliches Großes Mausohr mit 21,0 g ausfliegend gefangen. Alle Daten zu den gefangenen Tieren sind dem Anhang A X b zu entnehmen.

5.2.3 Fang im Dyckerhoff-Tunnel

Im Dyckerhoff-Tunnel wurden sowohl ein- und ausfliegende Fledermäuse, als auch Tiere, die sich nur im Quartier bewegten, gefangen (s. Abb. 23).

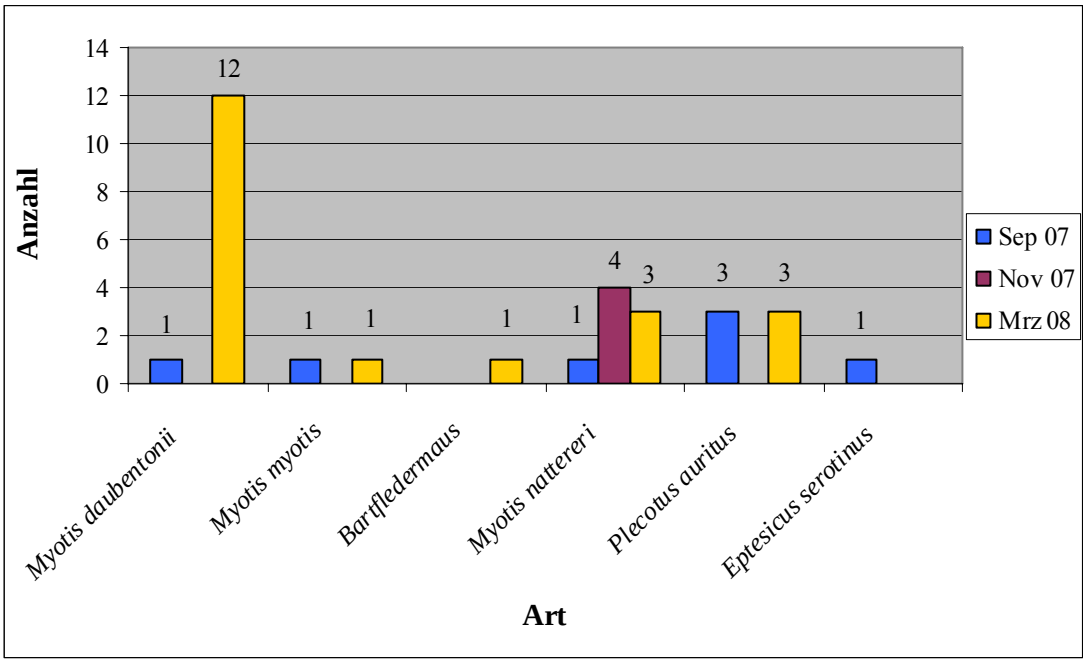


Abb. 23: Im Dyckerhoff-Tunnel gefangene Fledermäuse

Im September, zur beginnenden Besiedelung, konnten verschiedene Arten, darunter auch eine Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serontinus*) nachgewiesen werden.
Bei dem Fang im November wurden ausschließlich Fransenfledermäuse ermittelt. Im März nahmen vor allem die Wasserfledermäuse an der innerquartierlichen Aktivität teil. Darüber hinaus wurden auch Braune Langohren im Tunnel fliegend beobachtet, die zu diesem Zeitpunkt nicht mehr im Quartier winterschlafend gefunden wurden. Am 28.03.2008 wurden zwei Männchen gefangen. Davon hatte eins ausgeprägte Nebenhoden, das andere, einfliegend gefangen, war unauffällig (Anhang A X c).

5.2.4 Schwärmverhalten der Braunen Langohren am Dyckerhoff-Tunnel

Bei allen Ende März und im April durchgeführten Fängen sowie bei abendlichen Quartierkontrollen wurden vor dem Dyckerhoff-Tunnel die „zirpenden“ Sozialrufe von schwärmenden Braunen Langohren wahrgenommen. Tageweise erschien das erste Tier zu einer bestimmten Uhrzeit (31.03.2008 20:50 Uhr, 03.04.2008 20:48 Uhr, 04.04.2008 20:46 Uhr, 06.04.2008 20:48 Uhr), dann wieder unregelmäßiger (08.04.2008 22:30 Uhr, 09.04.2008 21:30 Uhr, 11.04.2008 20:35 Uhr). Am 06.04.2008 schwärmten sie auch bei Temperaturen um 3°C.

5.2.5 Fang von Teichfledermäusen

Von den 432 im Spätsommer/Herbst (Frühwinter) gefangenen Fledermäusen waren 20 Teichfledermäuse (13 in der Saison 2006, sieben in der Saison 2007).

Während 2006 die gefangenen Männchen mit neun zu vier Weibchen deutlich dominierten, war 2007 das Verhältnis relativ ausgeglichen (vier Männchen, drei Weibchen).

Der früheste Nachweis von Teichfledermäusen im Überwinterungsgebiet konnte am 23.08.2006 erbracht werden. Hierbei handelte es sich um ein adultes Männchen mit deutlich ausgeprägten Hoden, aber leeren Nebenhoden und um ein Weibchen, das noch einen deutlich haarfreien Hof um die Zitzen aufwies. Das erste juvenile Tier wurde am 26.08.2006 nachgewiesen. Fortpflanzungsaktive bzw. -bereite Männchen wurden von Ende August bis Anfang Dezember gefangen.

Zum größten Teil handelte es sich um Tiere, die in ein Quartier ein- oder ausflogen (vier Ausflüge, acht Einflüge), die restlichen Exemplare wurden in den Netzen gefangen, die in einiger Distanz zur Einflugöffnung standen. Zwei Teichfledermäuse (davon eine ausfliegend) konnten nach relativ kurzer Zeit einfliegend erneut gefangen werden. Durch Wiederfunde von zwei beim Fang markierten Tieren (Daumenkralle/ Nackenfell) konnte die definitive Nutzung der Überwinterungsstätte belegt werden.

Die Gewichte bewegten sich zwischen 14,0 g und 23,7 g. Später im Jahr gefangene Tiere wogen größtenteils mehr als diejenigen, die Ende August bzw. Anfang September gefangen wurden.

Im März 2007 wurde bei dem einzigen im Frühjahr durchgeführten Fang ein Teichfledermausweibchen ausfliegend gefangen.

In der zweiten untersuchten Saison wurden zehn Teichfledermäuse ermittelt, dabei war das Geschlechterverhältnis mit jeweils fünf Tieren ausgeglichen. Männchen und Weibchen wurden gleichermaßen zu früheren, als auch zu späteren Zeitpunkten nachgewiesen. Es konnte keine klare Geschlechterabfolge beim Abflug erkannt werden. Die Gewichte variierten stark zwischen 12,5 g und 20,9 g. Die zuletzt gefangenen Tiere (10.4./20.4./21.4.) wiesen Werte unter 16 g auf.

Ein Teichfledermausmännchen wies am 30.03.2008 vergrößerte Nebenhoden auf, alle anderen waren unauffällig. Am 20.04.2008 konnten zwei Teichfledermäuse gefangen werden, die im April eine Kurzzeitmarkierung mit Nagellack bekommen hatten (ein Weibchen/ein Männchen).

Die Tabelle A X d im Anhang bietet einen Überblick über die per Fang nachgewiesenen Teichfledermäuse.

5.3 Ergebnisse der Kontrollzählungen

5.3.1 Funde beringter Fledermäuse

Im Rahmen der Quartierkontrollen wurden mit Aluminiumklammern der Beringungszentrale Museum Alexander König in Bonn markierte Fledermäuse gefunden. Einen Überblick verschafft Tab. A XI im Anhang.
In beiden Saisons wurde eine in den Niederlanden beringte Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel angetroffen (s. Abb. 24 und 25), über deren Verhalten in nachfolgenden Kapiteln detailliertere Angaben gemacht werden können.

Abb. 24 und Abb. 25: Beringte Teichfledermaus E421549 („Jan-Frieso“) im Dyckerhoff-Tunnel (Fotos: Christian Hammermann, Vanessa Korn)

5.3.2 Besiedelungs- und Abflugsverlauf

Alle Besiedelungsverläufe gestalteten sich mehr oder weniger kontinuierlich, waren jedoch von Schwankungen (+/-) geprägt. Die Besiedelungsphase dauerte länger als der Abbau der Überwinterungspopulation.

Dyckerhoff-Tunnel

Der Ein- und Abwanderungsverlauf im Dyckerhoff-Tunnel wurde durch 58 bzw. 92 Kontrollen dokumentiert. Die gewählte Diagrammdarstellung des Polygonzuges bezieht sich nicht auf eine mathematische Behandlung der Daten, sondern dient nur der besseren Veranschaulichung.
Abbildung 26 zeigt den Besiedelungsverlauf und den Verlauf des Abflugzeitraums der Teichfledermaus 2006/2007, Abbildung 27 den von 2007/2008.

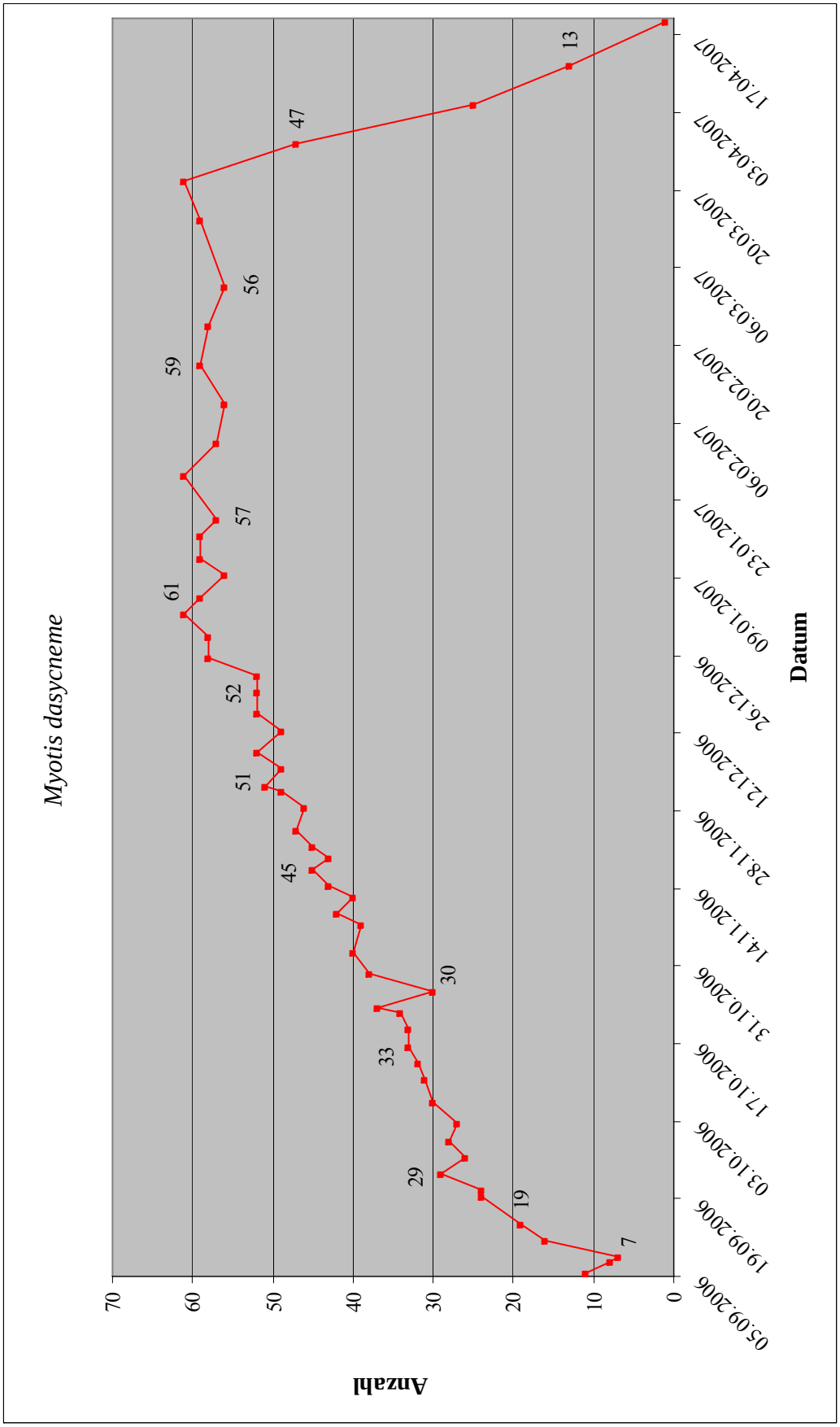


Abb. 26: Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007

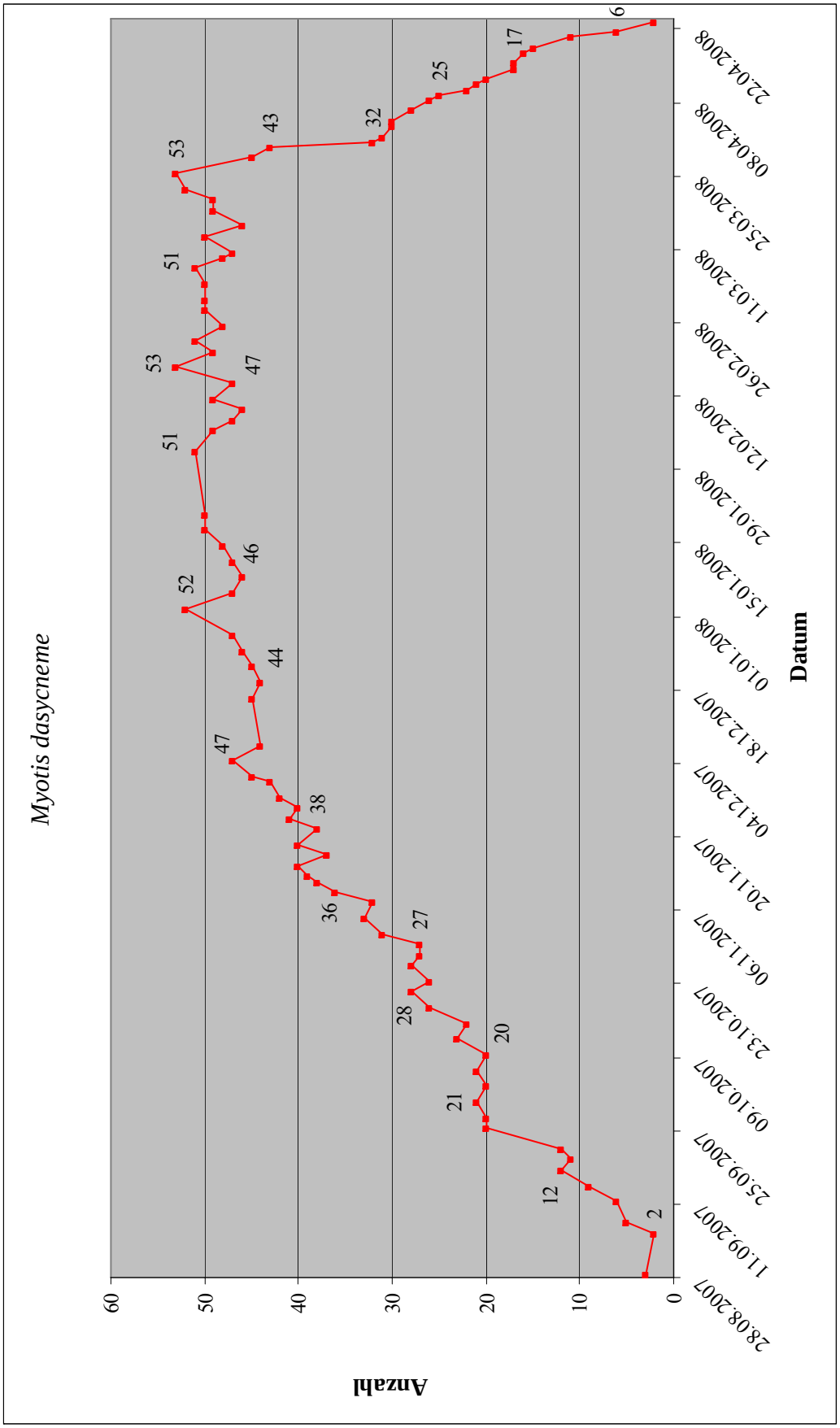


Abb. 27: Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008

Teichfledermäuse

Die Besiedelung des Quartiers startete in beiden Jahren Anfang September. Einzelne Tiere waren aber bereits im August anwesend. Im September konnten jeweils auffällige Zunahmen verzeichnet werden (vom 08.09.2006 (7) auf den 11.09.2006 (16) und vom 21.09.2007 (12) auf den 25.09.2007 (20)).
Die Höchstzahl in der ersten Saison (61) wurde am 02.01.2007 erreicht, in der zweiten konnte der Maximalbestand von 53 Teichfledermäusen am 17.02.2008 registriert werden.
2007 und 2008 verließen die Teichfledermäuse das Quartier ab Mitte/Ende März. Vom 28.03.2007 (47) auf den 04.04.2007 (25) reduzierte sich die Zahl um fast die Hälfte. Vom 30.03.2008 auf den 31.03.2008 nahm die Zahl bereits um neun Individuen ab.

Weitere Arten

Die Abbildungen 28 und 29 zeigen die Verläufe für fünf weitere Arten.

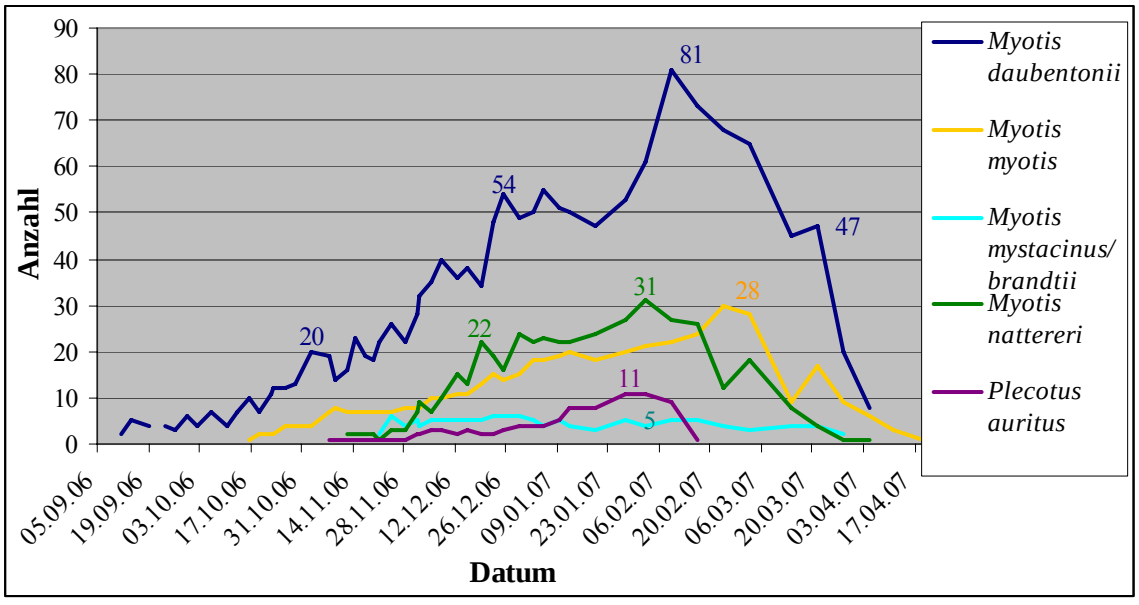


Abb. 28: Besiedelungs- und Abflugsverlauf weiterer Arten im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007

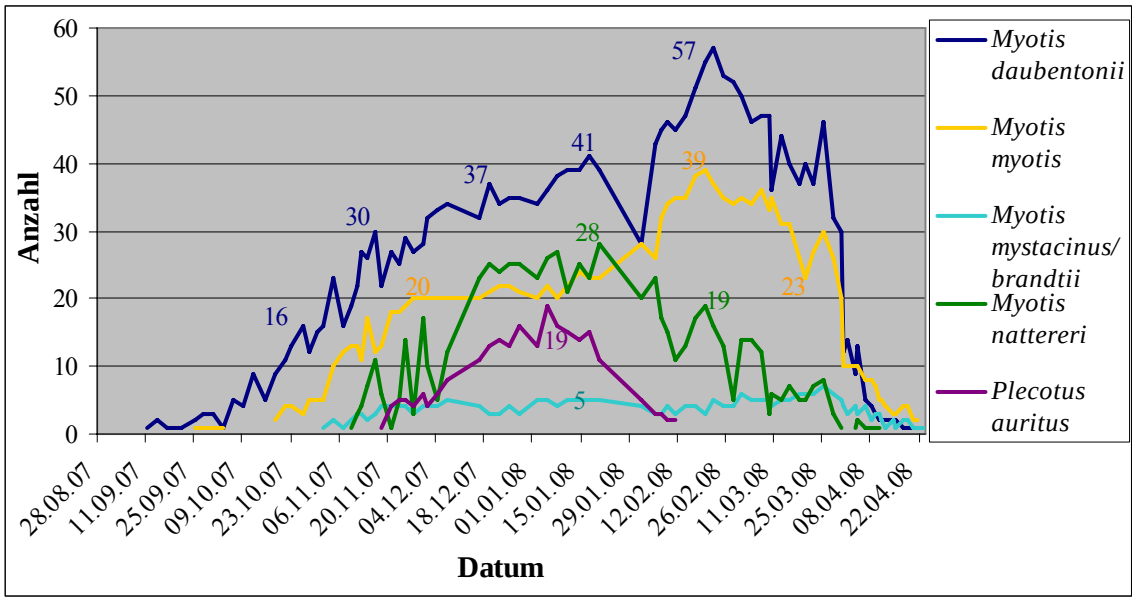


Abb. 29: Besiedelungs- und Abflugsverlauf weiterer Arten im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008

Wasserfledermäuse

Die Art traf ebenfalls im September im Tunnel ein. Einen auffälligen Anstieg gab es im Dezember 2006 (von 34 auf 54 Wasserfledermäuse innerhalb einer Woche, 19.12.2006-25.12.2006). Der Maximalbestand (81 Tiere) wurde am 09.02.2007 nachgewiesen, 2008 wurde das Maximum von 57 Individuen Mitte/Ende Februar erreicht. Auffällig ist eine Abnahme der Individuenzahl Ende Januar/Anfang Februar 2008 (von 39 auf 28 Tiere). Danach kam es noch einmal zu einem Anstieg auf 43 Individuen. Im Laufe des Februars und März 2007 nahm die Zahl beständig ab, 2008 verließ der Großteil der Wasserfledermäuse erst Ende März das Quartier.

Große Mausohren

Die kontinuierliche Besiedelung durch mehrere Tiere datierte sich in beiden Jahren auf etwa Mitte Oktober. Die Zahl blieb in beiden Jahren zeitweise unverändert (Mitte/Ende November), bevor erneut Tiere hinzu kamen. Die Maxima wurden fast zeitgleich Mitte/Ende Februar erreicht. Die Großen Mausohren verließen das Quartier überwiegend Mitte/Ende März.

Fransenfledermäuse

Eine beständige Zunahme war in beiden Jahren in den ersten Novemberwochen festzustellen. Im Dezember 2006 konnten zwei relativ große Anstiege von 13 auf 22 bzw. von 16 auf 24 Individuen verzeichnet werden. Zu deutlicheren Schwankungen kam es im Jahr 2007. Die Höchstzahlen wurden 2007 Anfang Februar, 2008 etwas früher erreicht. Die Fransenfledermäuse verließen ab Ende Januar bzw. im Februar das Quartier.

Bartfledermäuse

Im Jahr 2007 wurde die erste Bartfledermaus fast drei Wochen früher festgestellt als im Jahr zuvor (01.11.2007/21.11.2006). Die Zeitpunkte, an denen die Maximalzahl erreicht wurde, lagen im Dezember 2006 und im März 2008. Die Bartfledermäuse waren 2007 bereits im März nicht mehr anzutreffen, 2008 wurden sie noch im April gesichtet.

Braune Langohren

Diese Art bezog den Tunnel etwa ab November, allerdings verlief die Besiedelung 2006 eher zögerlich. Maxima wurden Ende Januar 2007 und Anfang Januar 2008 verzeichnet. Mitte Februar 2007 war nur noch ein Braunes Langohr präsent, zum letzten Mal wurde ein Exemplar am 14.03.2007 belegt. Eine starke Abnahme gab es Ende Januar/Anfang Februar 2008.

Die Bechsteinfledermaus wird im Kapitel 5.4 berücksichtigt.

Stollen I

Im Stollen I wurden die Besiedelungs- und Abflugsverläufe der beiden am stärksten vertretenen Arten Teich- und Wasserfledermaus betrachtet. Die Dokumentation erfolgte durch 46 bzw. 27 Kontrollzählungen. Abbildung 30 stellt den Verlauf für die Teichfledermaus für beide Jahre dar.

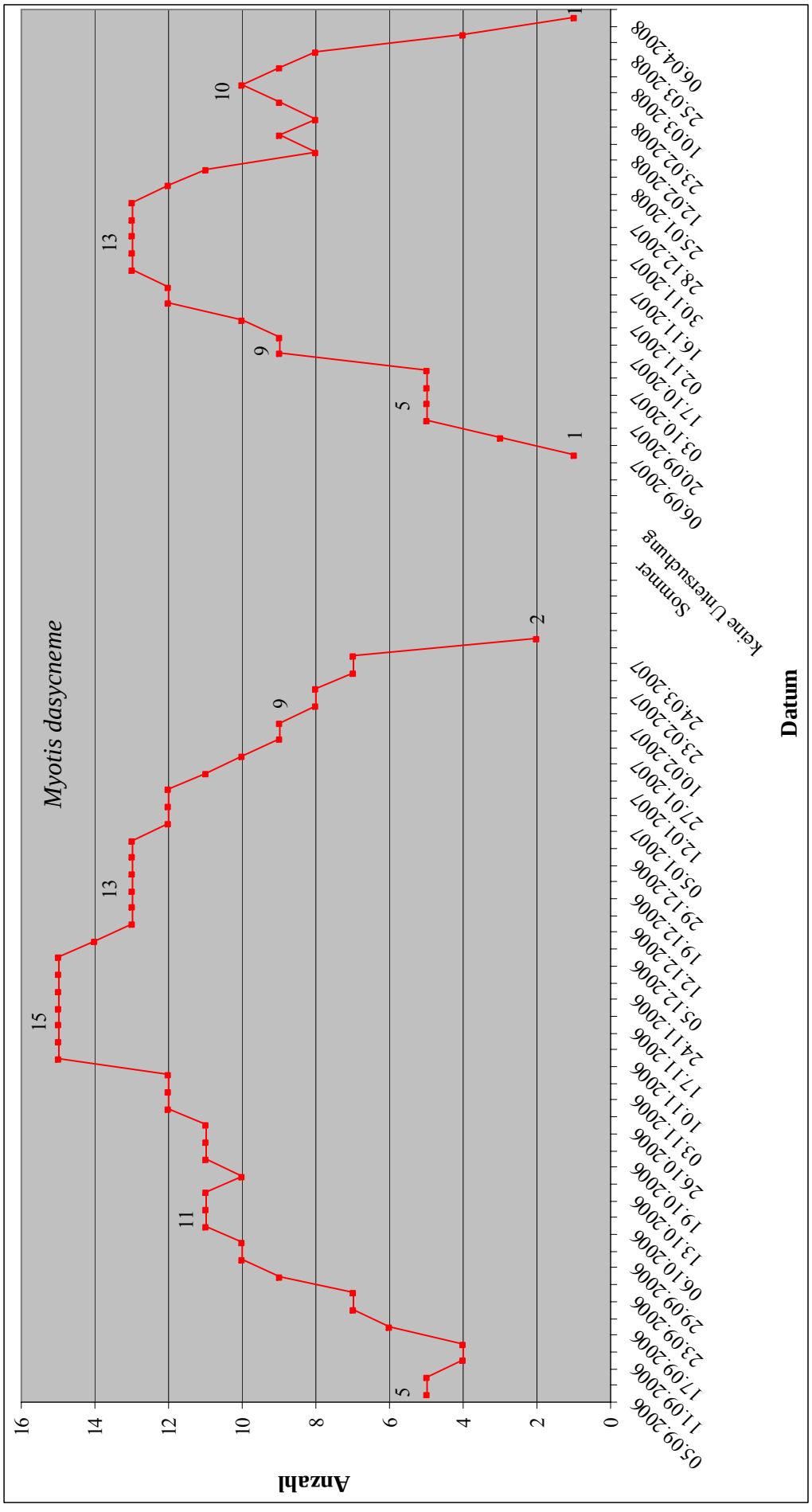


Abb. 30: Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Teichfledermaus im Stollen I 2006/2007 und 2007/2008

Teichfledermäuse

Anfang September wurden auch im Stollen I die ersten Individuen angetroffen. Die Jahreshöchstzahlen wurden jeweils Anfang/Mitte November festgestellt und blieben eine Zeit lang konstant. Nach der Kontrolle am 08.12.2006 begann die Anzahl der Teichfledermäuse langsam abzunehmen, in der folgenden Saison konnte dies ab dem 25.01.2008 dokumentiert werden. Erst Mitte/Ende März verließ die Art verstärkt den Stollen.

Wasserfledermäuse

Nachfolgende Abbildungen verdeutlichen den Ablauf der Be- und Entsiedelungsphase der Wasserfledermaus.

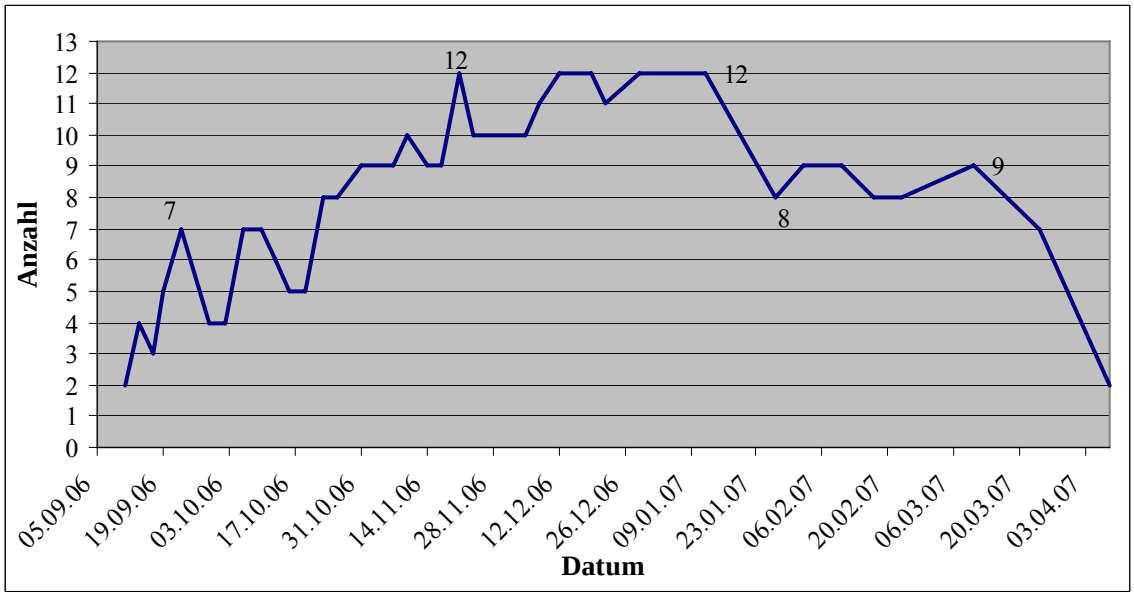


Abb. 31: Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Wasserfledermaus im Stollen I 2006/2007

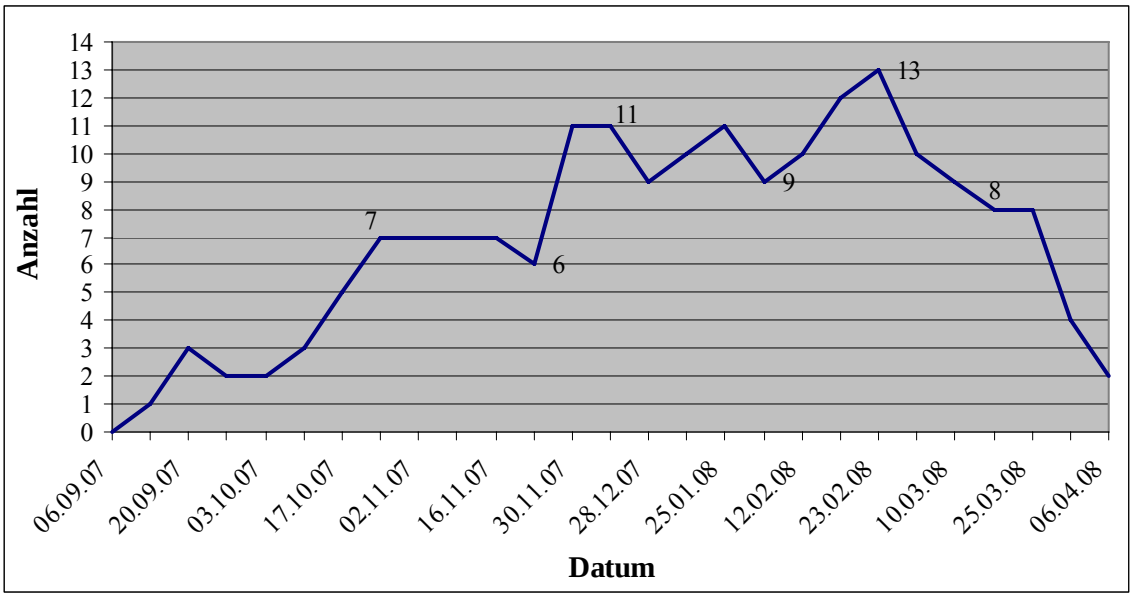


Abb. 32: Besiedelungs- und Abflugsverlauf der Wasserfledermaus im Stollen I 2007/2008

In beiden Saisons trat die Art etwas später auf als die Teichfledermaus. Die Anzahl der bei der jeweiligen Kontrolle angetroffenen Tiere schwankte gerade zu Beginn des Untersuchungszeitraums 2006/2007 stark. Besonders deutliche Unterschiede waren Mitte/Ende November zu erkennen. Während am 21.11.2006 bereits der Höchstbestand von zwölf Individuen erreicht war, wurden dort im zweiten Jahr erst sechs Wasserfledermäuse gezählt. Erst Ende Februar 2008 konnte mit 13 Tieren die maximale Anzahl ermittelt werden. Das Verlassen des Quartiers im Frühjahr verlief in beiden Jahren ab dem 10.03. relativ parallel.

5.4 Überwinterungsdauer einzelner Arten

Für die Teichfledermaus mit der Ringnummer E421549 kann die ungefähre Überwinterungsdauer (Zeitraum zwischen der Erst- und Letztbeobachtung) angegeben werden (Tab. 9).

Tab. 9: Überwinterungsdauer der Teichfledermaus E421549

Beringte Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel	im Quartier registriert von – bis	Gesamtdauer in Tagen
E421549	29.09.2006 – 04.04.2007	188 Tage
E421549	25.09.2007 – 28.03.2008	186 Tage

Ebenso wird für sieben der zehn markierten Teichfledermäuse im Stollen I verfahren (Tab. 10). Die „lila“ und „schwarz“ markierten Fledermäuse werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da es nicht sicher war, ob sie sich nicht schon vor der Markierung im Quartier aufhielten. Für die „blau“ markierte Teichfledermaus kann ebenfalls keine Zeitangabe gemacht werden, da ab Ende Januar die Markierung nicht mehr erkennbar war.

Tab. 10: Überwinterungsdauer der im Stollen I markierten Teichfledermäuse

markierte Teichfledermaus im Stollen I	im Quartier registriert von – bis	Gesamtdauer in Tagen
rosa	17.10.2007 – 25.01.2008	101 Tage
weiß	17.10.2007 – 04.02.2008	111 Tage
hellgrün	20.09.2007 – 04.02.2008	138 Tage
dunkelgrün	17.10.2007 – 10.03..2008	146 Tage
gelb	20.09.2007 – 25.03.2008	188 Tage
rot	13.09.2007 – 25.03.2008	195 Tage
orange	13.09.2007 – 01.04.2008	202 Tage

Nachfolgende Tabellen stellen die Zeitpunkte der Erst- und Letzterfassung, die maximale Aufenthaltsdauer einer Art im Quartier sowie die mittlere Überwinterungsdauer dar:

Tab.11a: Überwinterungsdauer einzelner Arten im Dyckerhoff-Tunnel

Dyckerhoff-Tunnel	Teich-fledermaus		Wasser-fledermaus		Großes Mausohr		Fransen-fledermaus	
Saison	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08
erstes Tier im Quartier	05.09.	28.08.	05.09.	11.09.	05.09.	25.09.	07.11.	03.10.
letztes Tier im Quartier	19.04.	23.04.	04.04.	20.04.	19.04.	21.04.	04.04.	10.04.
Maximale Aufenthaltsdauer der Art im Quartier in Tagen	227	240	212	223	227	210	149	191
Mittlere Überwinterungsdauer in Tagen	181	174	97	140	90	127	74	98

Tab 11b: Überwinterungsdauer einzelner Arten im Dyckerhoff-Tunnel

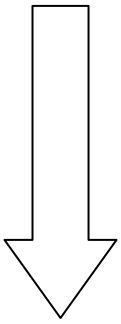
Dyckerhoff-Tunnel	Bartfleder-maus		Bechstein-fledermaus		Braunes Langohr	
Saison	06/07	07/08		07/08	06/07	07/08
erstes Tier im Quartier	21.11.	01.11.		15.03.	07.11.	18.11.
letztes Tier im Quartier	28.03.	23.04.		23.04.	14.03.	14.02.
Maximale Aufenthaltsdauer der Art im Quartier in Tagen	128	175		40	128	89
Mittlere Überwinterungsdauer in Tagen	102	152		40	39	36

Tab. 12: Überwinterungsdauer einzelner Arten im Stollen I

Stollen I	Teich-fledermaus		Wasser-fledermaus		Großes Mausohr		Bechstein-fledermaus		Braunes Langohr
Saison	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07	07/08	06/07
erstes Tier im Quartier	05.09.	06.09.	11.09.	13.09.	16.10.	25.10.	22.12.	25.01.	28.11.
letztes Tier im Quartier	08.04.	06.04.	08.04.	06.04.	24.03.	25.03.	24.03.	06.04.	17.02.
Maximale Aufenthaltsdauer der Art im Quartier in Tagen	216	214	210	207	160	153	93	73	82
Mittlere Überwinterungsdauer in Tagen	174	126	163	146	160	153	93	73	82

Nach der durchschnittlichen Überwinterungsdauer sortiert können die Arten in absteigender Reihenfolge aufgelistet werden:

- Teichfledermaus
- Wasserfledermaus
- Großes Mausohr
- Bartfledermaus
- Fransenfledermaus
- Bechsteinfledermaus
- Braunes Langohr



5.5 Ergebnisse zum Paarungs- und Sozialverhalten

Im Dyckerhoff-Tunnel wurden gelegentlich wache und aktive Tiere, fliegend oder am Hangplatz, angetroffen.

- Vereinzelt konnten Fledermäuse bei der Körperpflege beobachtet werden (vgl. Video „Wasserfledermaus_putzt_sich“ auf der CD im Anhang).
- Waren mehrere Fledermäuse gemeinsam am selben Hangplatz (überwiegend in den Steinen) wach, so handelte es sich in den meisten Fällen um Individuen der gleichen Art.

Im Stollen I wurden in der Saison 2006/2007 zwei Paarungen von Wasserfledermäusen verzeichnet.

Allgemein kann festgehalten werden:

- Im Dyckerhoff-Tunnel konnten insgesamt 41 Paarungen, verteilt auf vier Arten, beobachtet werden.
- Die Paarungen wurden von September bis April registriert.
- Es bestanden Unterschiede im Verhalten der einzelnen Arten. Wie in Abbildung 33 erkennbar, gab es z.B. Differenzen bei der jahreszeitlichen Verteilung der Paarungen.

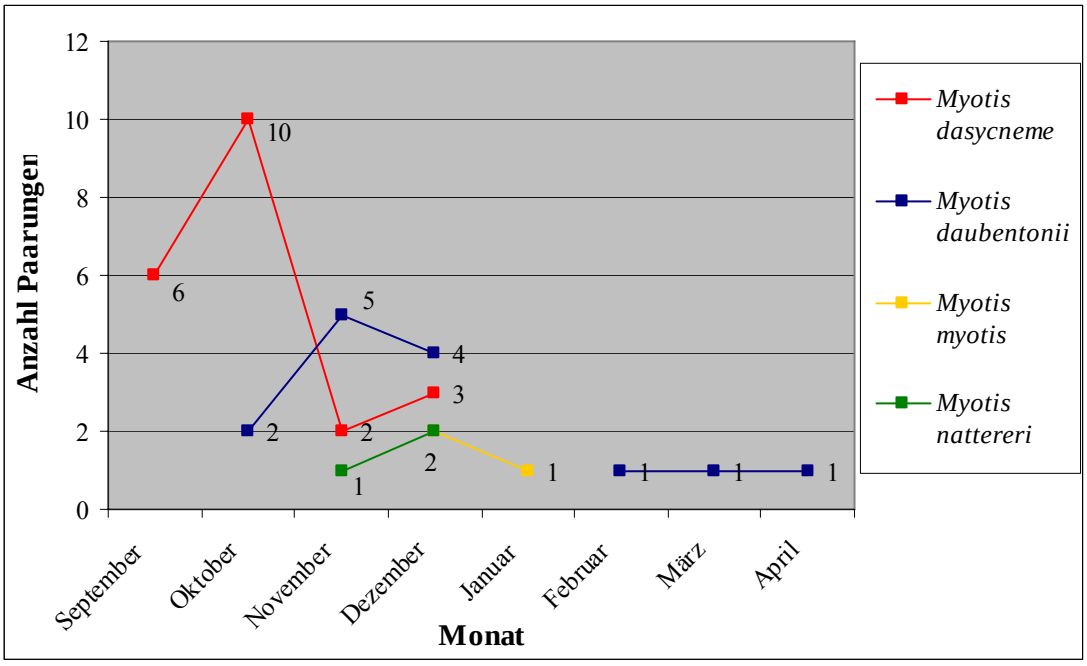


Abb. 33: Monatliche Verteilung der beobachteten Paarungen im Dyckerhoff-Tunnel

Eine genaue Auflistung der Paarungen mit Datum und Uhrzeit befindet sich im Anhang A XII. Die Abbildungen 34 und 35 zeigen Teich- bzw. Wasserfledermäuse während der Paarung.

- Bei allen Arten umschlang und „betrommelte“ das Männchen das Weibchen mit den Armen.
- Die Männchen „verbissen“ sich bei allen Arten im Nackenfell der Weibchen.
- Viele Tiere verweilten auch nach beendeter Kopulation eine Weile regungslos in Paarungsstellung.
- Nahezu alle Paarungen waren von Lautäußerungen begleitet. Unterschiede bestanden gelegentlich in der Tonhöhe und –dauer und Intensität der Rufe.

Teichfledermäuse

- Ein Ausschnitt einer Paarung befindet sich auf der CD im Anhang (Video „Ende_Teichfledermauspaarung“).
- Die Paarungen der Teichfledermäuse konnten in den Monaten September bis Dezember verzeichnet werden, wobei die deutliche Spitze, bezogen auf beide Kontrolljahre, im Oktober lag.
- Beide Partner erschienen vollständig wach, es war keine Lethargie bei den Weibchen erkennbar.
- Die im hörbaren Bereich liegenden Lautäußerungen wurden überwiegend von den Männchen abgegeben. Bei den Weibchen war ein schnelles Öffnen und Schließen des Mauls zu sehen, jedoch waren keine Laute hörbar (auch nicht mit Hilfe des Bat-Detektors).
- Die Lautäußerungen wurden z. T. mit kleineren Unterbrechungen von mehreren Minuten vorgetragen (kein „Dauerton“).
- Nach jeder Paarung konnte ein ausgiebiges Putzen des ganzen Körpers, v. a. aber des Genitalbereichs, dokumentiert werden.
- Zwei Mal wurde vor der eigentlichen Kopulation ein ausgiebiges „Annähern“ mit gegenseitiger Körperpflege wahrgenommen.
- Teilweise kam es auch zu einem gegenseitigen Putzen im Anschluss an die Kopulation

- Gegenseitiges Putzen fand auch ohne offensichtlichen direkten Bezug zu einer Paarung statt. Dabei wurde überwiegend die Kopfregion geputzt und beleckt, allerdings auch die Hals- und Bauchpartie (vgl. Video „Teichfledermäuse _gegenseitges Putzen“ auf der CD im Anhang).

Abb. 34: Beringte Teichfledermaus während der Paarung an der 1. Deckenfuge des Dyckerhoff-Tunnels
(Fotos: Gerd Mäscher)

Abb. 35: Wasserfledermauspaarung im Dyckerhoff-Tunnel

- Fast immer verblieben die Tiere zuerst zusammen am gleichen Hangplatz. Einmal konnte dokumentiert werden, dass das Männchen direkt nach der Paarung den Stein verließ und sich in einem weiter entfernten Deckenstein putzte. Ein weiteres Mal verließen Männchen und Weibchen gemeinsam den Stein und suchten zusammen einen neuen Hangplatz auf. Die dort bereits hängende, lethargische Teichfledermaus wurde von dem Männchen „attackiert“.
- Es konnte nie beobachtet werden, dass eine Teichfledermaus im Quartier umher flog und es anschließend zu einer Kopulation kam (kein „Suchen“ eines Partners).
- Nach beendeter Paarung konnte einmal festgestellt werden, dass die Tiere nach einiger Zeit erneut Paarungsstellung eingenommen hatten.
- Die Paarungsaktivitäten der Teichfledermäuse (inklusive Körperpflege vorher und nachher) erstreckten sich teilweise über einen Zeitraum von einer halben bis dreiviertel Stunde.

Wasserfledermäuse

- Mit Ausnahme der Monate September und Januar konnten während des ganzen Kontrollzeitraums Kopulationen festgestellt werden.
- Meistens gaben beide Tiere während der Paarung z. T. kurze, z. T. aber auch längere Laute von sich.
- Öfters wurde eine durchs Quartier fliegende Wasserfledermaus beobachtet, die immer wieder nah an oder auf anderen Fledermäusen landete. Mehrheitlich handelte es sich um Tiere gleicher Art. Meistens flog die Wasserfledermaus zügig weiter, wenige Male nur gab es einen direkten Zusammenhang mit einer Paarung.
- Mehrfach wurde eine Wasserfledermaus erfasst, die an der Wand des Tunnels hing oder in einem Bohrloch lag und hohe, rhythmische, als Dauerton vorgetragene Töne von sich gab (vgl. Videos „Wasserfledermausweibchen_Lockrufe“ (deutlich) und „Wasserfledermauspaarung“ (leise) auf der CD im Anhang). Eine weitere Wasserfledermaus flog dabei im Tunnel und landete immer wieder relativ nah am rufenden Tier. Da es in allen Fällen zur Paarung kam stellte sich heraus, dass die Laute („Lockrufe“) vom weiblichen Tier abgegeben wurden und es sich beim fliegenden um das Männchen handelte. Auch während der Paarung waren diese Laute hörbar.

Große Mausohren

- Die drei wahrgenommenen Paarungen fanden im Dezember und Januar statt.
- Einmal konnte direkt im Anschluss an die Kopulation Fellpflege beobachtet werden, jedoch putzten sich die Tiere nicht gegenseitig.

Fransenfledermäuse

- Die drei Paarungen wurden im November und Dezember registriert.
- Die Kopulationen waren mit schrillem Zetern beiderlei Geschlechts verbunden.
- Die Männchen agierten sehr heftig. Die Weibchen wirkten nicht lethargisch, sie zeigten Abwehrverhalten, bissen teilweise um sich.
- Video „Paarung_Fransenfledermäuse“ auf der CD (Anhang) zeigt einen Ausschnitt einer Fransenfledermauspaarung.

5.6 Akustische Aktivitätsmessung

Insgesamt zeichnete die Horchkiste 17.740 Dateien („Gesamtereignisse“) auf. Diese verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Klassen:

1. **Flugereignisse** (10.055 Dateien)

1a. Vorbeiflug einzelner Fledermäuse (8.249 Dateien)

1b. Vorbeiflug mehrerer Fledermäuse (1.160 Dateien)

1c. Vorbeiflug mit Sonderlauten (763 Dateien): Es stellte sich heraus, dass Fledermäuse, die einen neuen Hangplatz ansteuerten, kurz vor der Landung (z.B. an einer Wand), die Rufrate deutlich erhöhten und es so zu einem Laut kam, der dem „feeding-buzz“ entsprach. Beispiele sind auf der Anhangs-CD im Ordner „Hörbeispiele“ enthalten.

Überschnitten sich zwei Klassen, so war dies am häufigsten bei 1b und 1c der Fall.

2. **stationäre Soziallaute** (7.751 Dateien)

5.6.1 Stationäre Soziallaute

Die Dateien, die der Kategorie „stationäre Soziallaute“ zugeordnet wurden, ließen sich mit Hilfe von Referenzaufnahmen und Sichtbeobachtungen in unterschiedliche Kategorien einteilen.

Grundlage für diese Einteilung war u. a. ein differenziertes Verhalten der Fledermäuse während dieser Lautäußerungen. Weitere Parameter zur Unterscheidung waren die Lautstruktur, die Länge der einzelnen Aufzeichnungen, die Häufigkeit, mit der sie je Stunde vorgetragen wurden und der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Aufnahmen.

(1) Die erste Kategorie bildeten die **„Lockrufe“** der **Wasserfledermausweibchen** (vgl. Kapitel 5.5). Im Gegensatz zu den anderen Sozialrufen zeigten diese Rufe kaum Variationen, aber eine hohe Regelmäßigkeit. Der Anteil der Lockrufe an den gesamten Soziallauten betrug etwa 5%. Auffällig war besonders der relativ lange Zeitraum, in dem die Rufe vorgetragen wurden (z. T. bis zu einer dreiviertel Stunde). Rufbeispiele befinden sich auf der CD im Ordner „Hörbeispiele – Kategorie 1_Wasserfledermausweibchen“.

(2) Halblethargische oder lethargische Fledermäuse gaben bei einer Störung, die fast immer durch den taktilen Reiz (Berührung) durch eine andere Fledermaus hervorgerufen wurde, z. T. lang gezogene, **„quietschende“** oder **„fauchende“ (Abwehr-)Töne** von sich. Manchmal ließ sich dieser Ruf mit dem Geräusch langsam aus einem Luftballon entweichender Luft vergleichen. Charakteristisch hierfür war das weite Aufsperren des Mauls. Diese Rufe wurden sowohl als kurze bis lange Einzeltöne als auch mit kurzen Unterbrechungen in Folge registriert. Etwa 15% der aufgenommenen Soziallaute konnten hier eingestuft werden. Beispiele dieser Rufe sind auf der CD im Ordner „Hörbeispiele – Kategorie 2_Fauchen“ zu finden.

(3) Eine weitere Klasse wurde ausschließlich wachen, mehr oder weniger aktiven Tieren zugesprochen. Diese Rufe wurden bei Sichtbeobachtung eines Tieres immer im Kontakt mit einem anderen, wachen Tier abgegeben. Dieses z. T. sehr lautstarke **„Zetern“** konnte sowohl als einzelner Laut, aber auch sehr ausgeprägt über einen längeren Zeitraum verzeichnet werden. In diese Kategorie konnten ca. 20% der Rufe eingeordnet werden. Beispieldateien enthält der Ordner „Hörbeispiele – Kategorie 3_Zetern“ auf der CD.

(4) Eine Abgrenzung dieser Klasse gegenüber einer **vermuteten Paarung** fiel z. T. schwer, da auch während der Kopulationen solche oder sehr ähnlich klingende Laute hörbar waren. Durch das Hinzuziehen weiterer Faktoren, wie etwa der Gesamtdauer, in der diese gleich klingenden Rufe (z. T. ausschließlich) vorgetragen wurden oder die gelegentliche Überlagerung zweier Rufe (= zweier Tiere), wurden ca. 25% der Laute in die Klasse **„Vermutung einer Paarung“** eingestuft (Beispiele dafür befinden sich auf der CD im Ordner „Hörbeispiele – Kategorie 4_Paarungsvermutung“).

(5) In den Abend- und Nachtstunden bzw. in den frühen Morgenstunden wurden Soziallaute aufgenommen, die sowohl fliegend, als auch ortsfest abgegeben wurden und wie ein **„Rattern“ (Maschinengewehr ähnlich)** oder **„Klopfen“** klangen. Mit Ausnahme des Monats November wurden diese Laute im ganzen Untersuchungszeitraum verzeichnet. Schwerpunkte lagen dabei im Herbst und im Frühjahr.

Durch eine eigene Aufnahme und gleichzeitige Sichtbeobachtung am 28.03.2008 konnten diese Rufe **Braunen Langohren** zugeordnet werden.
Bestätigung fand dies durch eine Auswertung der Laute durch Joanna Furmankiewicz, Universität Wroclaw, Polen. FURMANKIEWICZ (2004) beschreibt die Einteilung der Sozialrufe von Braunen Langohren in verschiedene „Typen".

Die im Tunnel entstandenen Aufnahmen konnten von Frau Furmankiewicz zum größten Teil einem von ihr beschriebenen Typ zugeordnet werden. Bei einigen Aufnahmen überlagerten sich jedoch auch zwei oder mehrere Typen oder reihten sich aneinander. An den gesamten Soziallauten hatten sie einen Anteil von etwa 10%, machten aber im Frühjahr den Großteil der Aufnahmen aus. Folgende Rufe kamen vor (angelehnt an FURMANKIEWICZ (2004)):

1. **„single calls" (SC):** Einfach abgegebene, „klopfende" Rufe. Meistens wurden diese mit kurzen Pausen in Folge abgegeben. Dieser Ruftyp wurde am häufigsten und ausschließlich im Frühjahr aufgezeichnet.
2. **„serie of single calls" (SS)**: Mehrere Einzelrufe hintereinander. Dieser Typ trat im Herbst am häufigsten auf
3. **„double calls" / „serie of double calls" (DC)**: zwei schnell aufeinander folgende „klopfende" Rufe.
4. **„triple calls" / „serie of triple calls" (TC):** drei schnell aufeinander folgende „klopfende" Rufe.
5. **„long and rapid series of single calls" / „gunshots" (LRS)**: sehr schnelle, „Maschinengewehr ähnliche" Rufe.

Die Typen 3.-5. wurden regelmäßig während der Saison verzeichnet.
Nur sehr selten kamen die beiden letzten Ruftypen vor:

6. **„undulated calls"**
7. **„V-shape-calls"**

Die Einteilung der Langohr-Rufe ist dem Anhang A XIII zu entnehmen. Hörbeispiele sind auf der CD unter „Hörbeispiele – Kategorie 5_Braune Langohren zu finden.

Die fehlenden 25% blieben ohne Einstufung. Hierbei handelte es sich überwiegend um Rufe, die den Kategorien 3 oder 4 zugeordnet werden könnten.

5.6.2 Aktivitätsauswertung

- In jedem Monat wurde Aktivität (Flug und Soziallaute) erfasst.
- Aktivitätsaufnahmen fanden sowohl während der Nacht als auch am Tage statt. Der Schwerpunkt lag allerdings in den Nachtstunden (Dunkelphase).
- Die Zeiten ohne Aktivitätsaufzeichnung überwogen gegenüber den Zeiten, in denen Aktivität festgestellt wurde. Diese aktivitätsärmeren Phasen waren in allen Klassen gut erkennbar.
- Im Saisonverlauf nahm die (Flug-)Aktivität ab.
- Es konnten neben Schwerpunktzeiten deutliche Aktivitätsspitzen ermittelt werden.
- Das Minimum lag in jedem Fall bei Null. Auch die Mittelwerte betrugen vielfach Null, weshalb den Maxima besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.
- In der Stunde nach einem Peak nahm die Aktivität in vielen Fällen zuerst wieder ab.
- Die Maxima wurden immer wieder zu unterschiedlichen Uhrzeiten erreicht, es kam hier zu zeitlichen Verschiebungen im Verlauf der Saison.

Ein Beispiel für hohe Flugaktivität befindet sich auf der Anhangs-CD im Ordner „Hörbeispiele“.

Die Ergebnisse werden direkt für die Unterkategorien dargestellt. Die Abbildungen 36 und 37 zeigen den Aktivitätsverlauf für die einzelnen Vorbeiflüge.

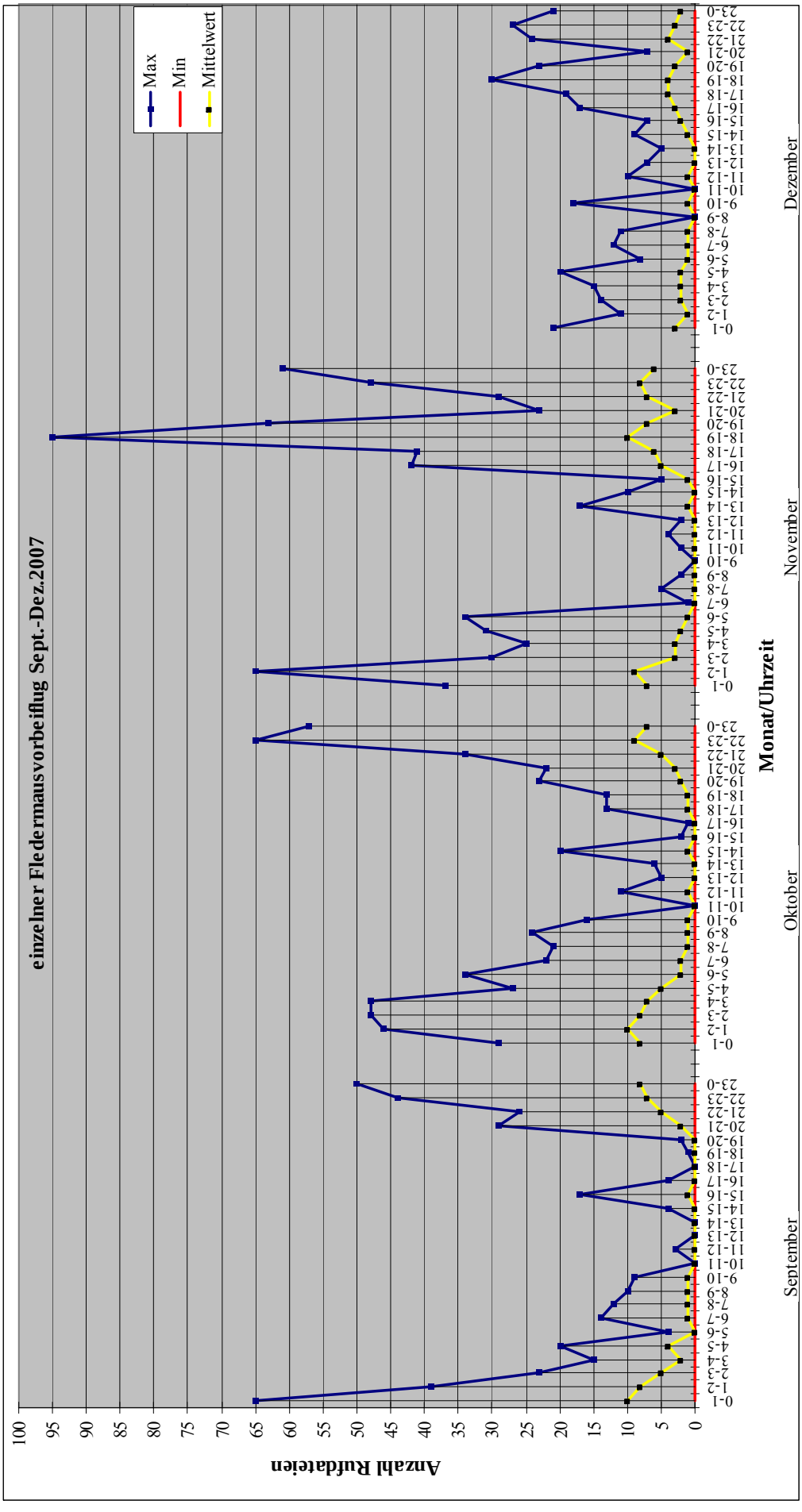


Abb. 36: Verlauf der Flugaktivität einzeln fliegender Fledermäuse von September bis Dezember

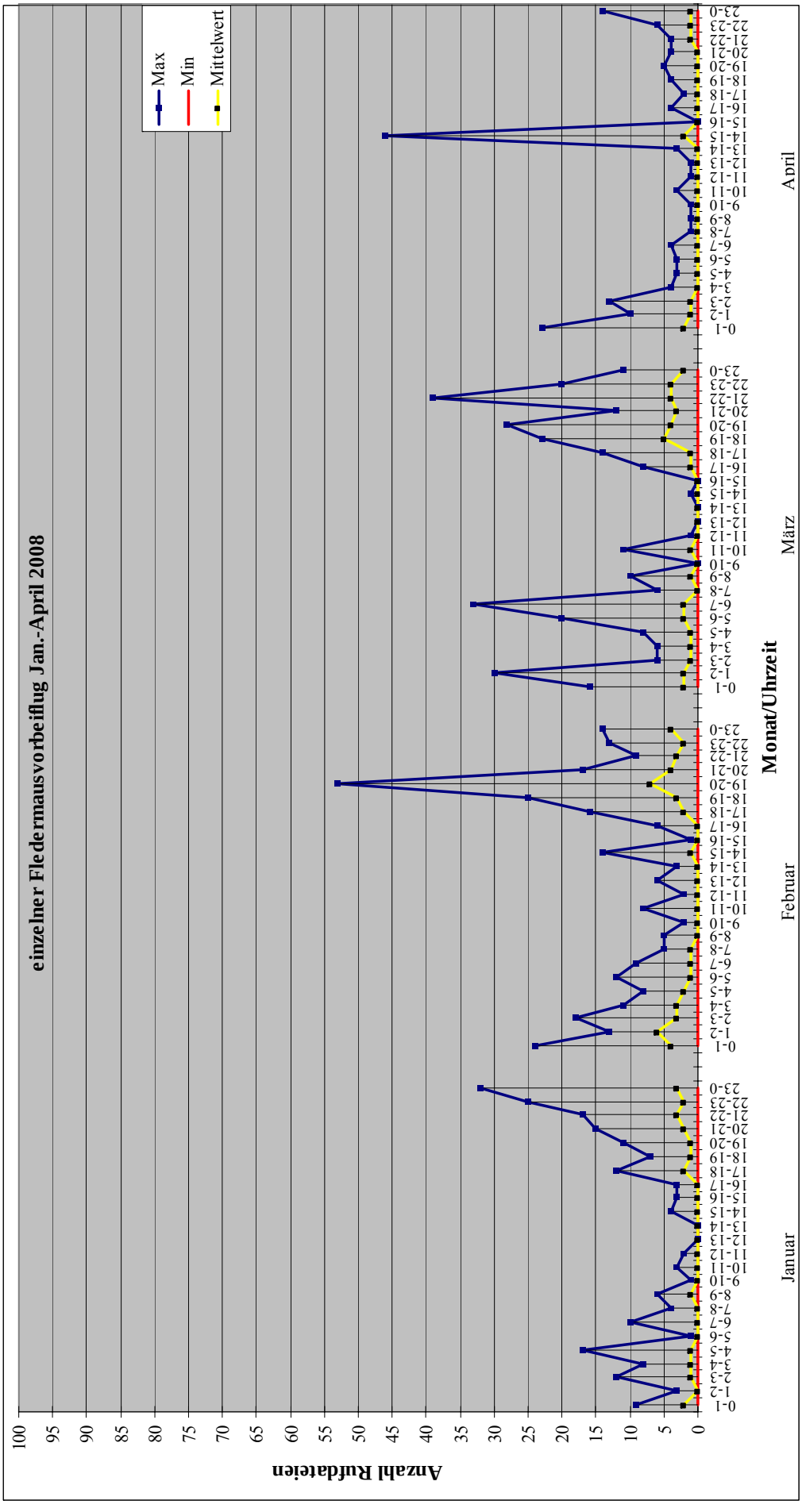


Abb. 37: Verlauf der Flugaktivität einzeln fliegender Fledermäuse von Januar bis April

Vorbeiflug einer einzelnen Fledermaus

- Meistens lagen mindestens zwei Maxima in der Dunkelperiode (Aktivitätsschwerpunkt).
- Bei der Betrachtung aller Monate stellte sich heraus, dass zwischen 10 und 11 Uhr die wenigsten Flugaufnahmen gemacht wurden.
- In Summe fanden die meisten Flugaktivitäten einzelner Fledermäuse zwischen 21 und 2 Uhr statt (zwischen 700 und 829 Aufnahmen) (vgl. Anhang A_A III_Summe auf der Anhangs-CD).
- Im April wurden die wenigsten Einzelvorbeiflüge (246 Aufnahmen) registriert, im November die meisten (2.204 Aufnahmen).
- Im September, Oktober und November fallen, neben mindestens zwei Maxima in der Dunkelperiode, besonders Peaks in den Nachmittagstunden (14-16 Uhr) auf.
- Im Oktober stieg die Flugaktivität gegenüber dem September stark an. Bis November verschoben sich die Peaks (am Abend) immer weiter nach vorne (vgl. Anhang A III a).
- Im Dezember nahmen die Einzelvorbeiflüge deutlich ab. Die Aktivitätsverteilung zeigte sich, trotz erneuter Schwerpunkte in den Abend- und Nachtstunden, ausgeglichener als in den Vormonaten.
- Im Vergleich zum Dezember gab es im Januar kaum eine Aktivitätssteigerung. Die Hauptaktivitäten fanden vor Mitternacht statt (ca. 20-0 Uhr).
- Die Wintermonate zeigten sich generell aktivitätsärmer, wobei im Februar zum ersten Mal wieder ein recht hoher Peak erreicht wurde. Es gab jeweils ein größeres Maximum in der Dunkelphase.
- Im März kamen vier ähnlich hohe Maxima in den Abend- bzw. Nachtstunden vor. Das Aprilmaximum zwischen 14 und 15 Uhr resultiert nur aus Aufzeichnungen vom 20.04.2008, ansonsten waren die wenigen verzeichneten Flüge an die Nachtstunden gebunden.

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Soziallautaktivitäten.

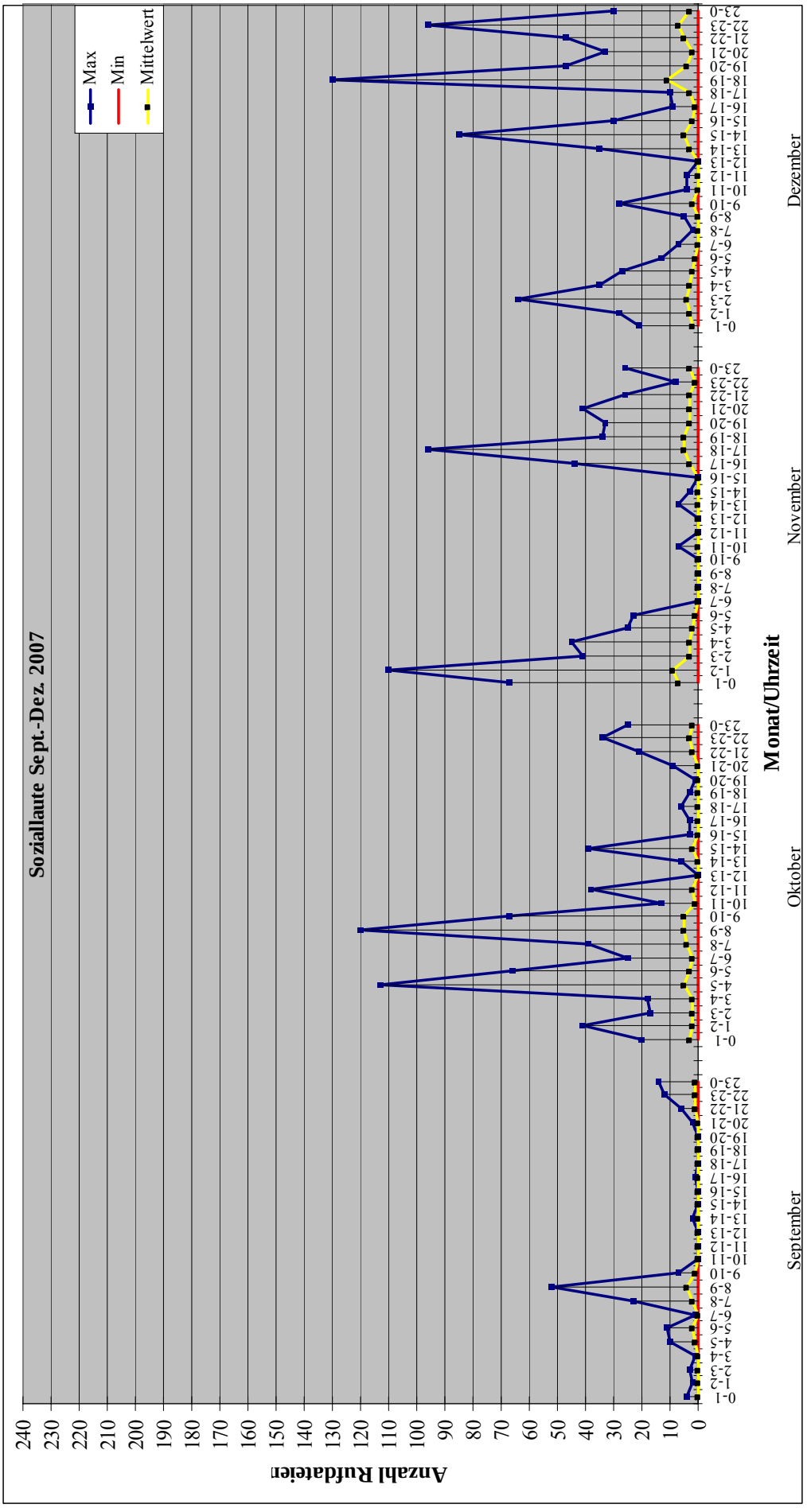


Abb. 38: Verlauf der Soziallautaktivität von September bis Dezember

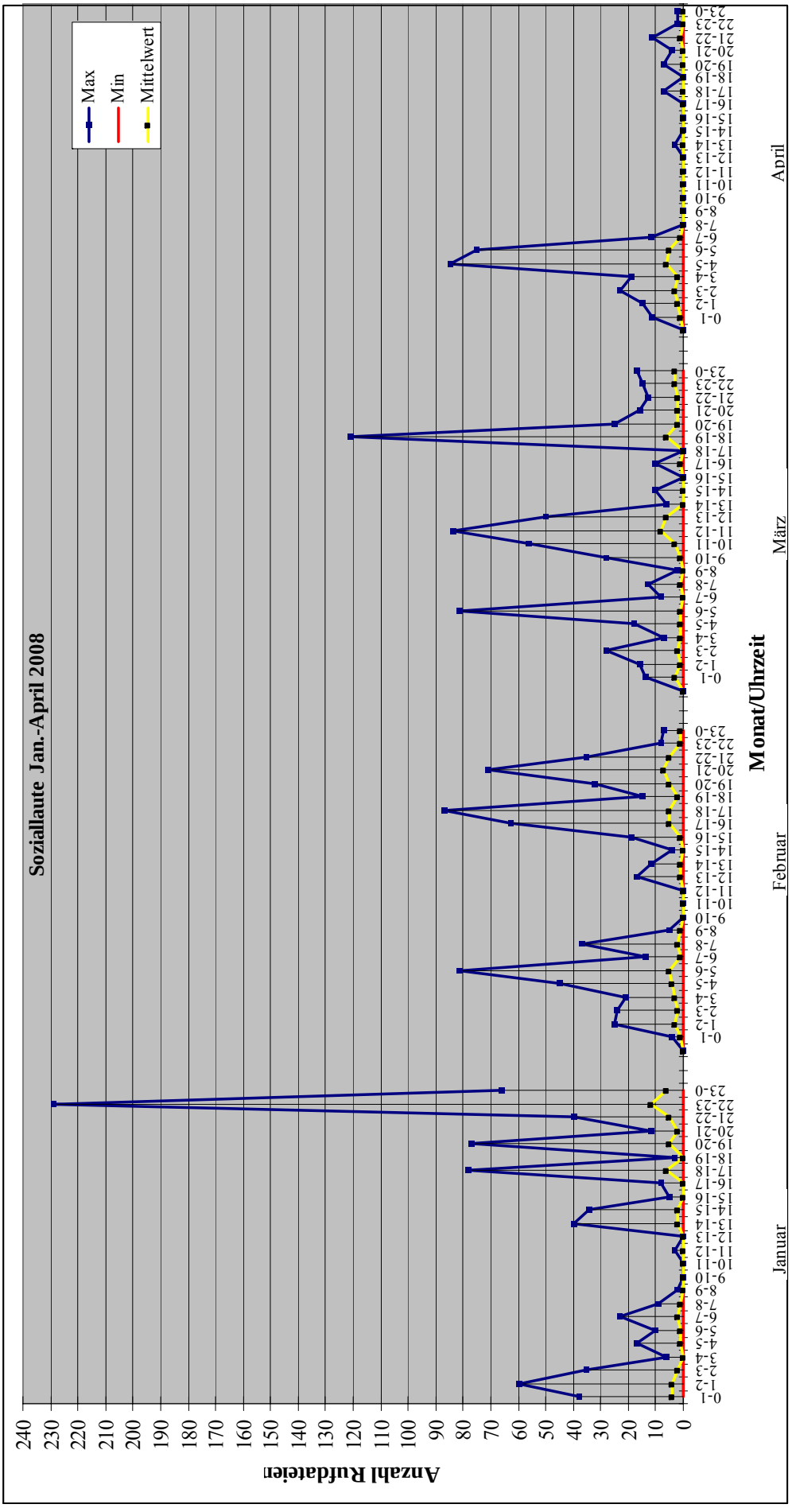


Abb. 39: Verlauf der Sozialautaktivität von Januar bis April

Stationäre Soziallaute

- Viele Soziallaute wurden im Verlauf der Saison zwischen 22 und 23 Uhr aufgezeichnet (600).
- Im November wurden die meisten Soziallaute erfasst (1.367 Aufnahmen), im September die wenigsten (177 Aufnahmen). Die Anzahl der Soziallaute nahm bis zum März nur wenig ab (1.021 Aufnahmen) (vgl. Anhang A_A III_Summe auf der Anhangs-CD).
- Auch hier war der Bezug zu den Abend- und Nachtstunden erkennbar. Jedoch zeigten sich die Peaks (Anhang A III a) verstreuter über 24 Stunden als bei den Einzelvorbeiflügen.
- Die Maxima in den Tagstunden waren deutlich höher als die der Einzelvorbeiflüge. Generell gab es in dieser Klasse höhere Peaks.
- Ab Oktober wurden vermehrt Soziallaute aufgenommen. Die meiste Sozialaktivität fand in den frühen Morgenstunden bis etwa 10 Uhr statt.
- Im November verschob sich dieser Zeitraum, es war eine Konzentration vom späten Nachmittag bis zum frühen Morgen (ca. 4 Uhr) erkennbar. In diesem Monat war die Soziallautaktivität am deutlichsten an die Nachtstunden gebunden.
- Im Dezember und Januar war die Aktivität vor Mitternacht höher als danach. Auffallend sind die wenigen Aufzeichnungen in den Morgen- bzw. Vormittagstunden.
- Ab Februar nahmen die Soziallaute (Peaks!) im Vergleich zu den Vormonaten geringfügig ab.
- Die Sozialrufaufnahmen waren im März relativ ausgeglichen verteilt. Auch am Tage fand wieder mehr soziales Geschehen statt.
- Im April wurden die wenigen Soziallaute hauptsächlich in den frühen Morgenstunden (ab Mitternacht) registriert.

Nachfolgend sind die Vorbeiflüge mehrerer Fledermäuse und die mit Sonderlauten dargestellt.

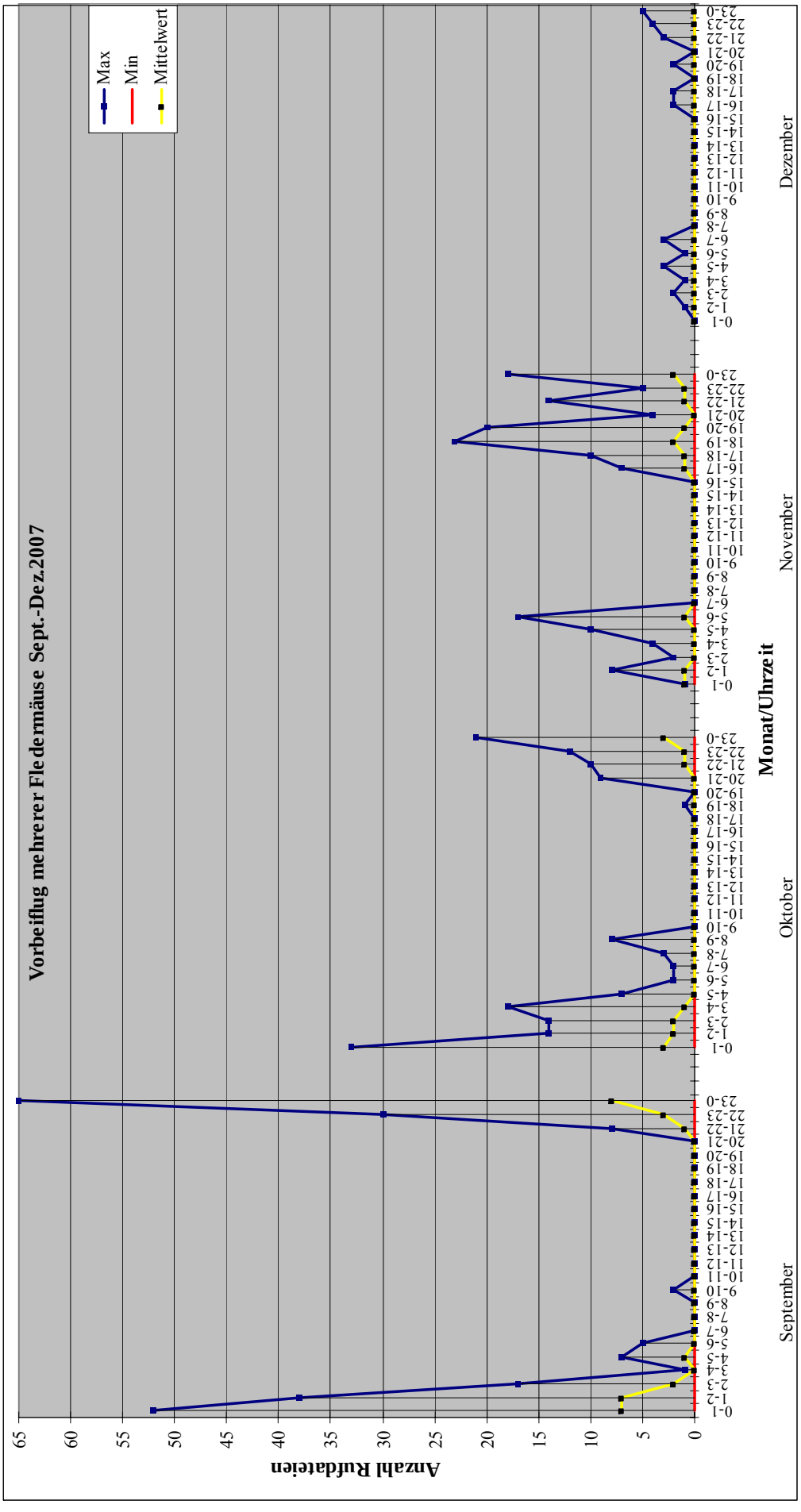


Abb. 40: Verlauf der Flugaktivität mehrerer gleichzeitig fliegender Fledermäuse

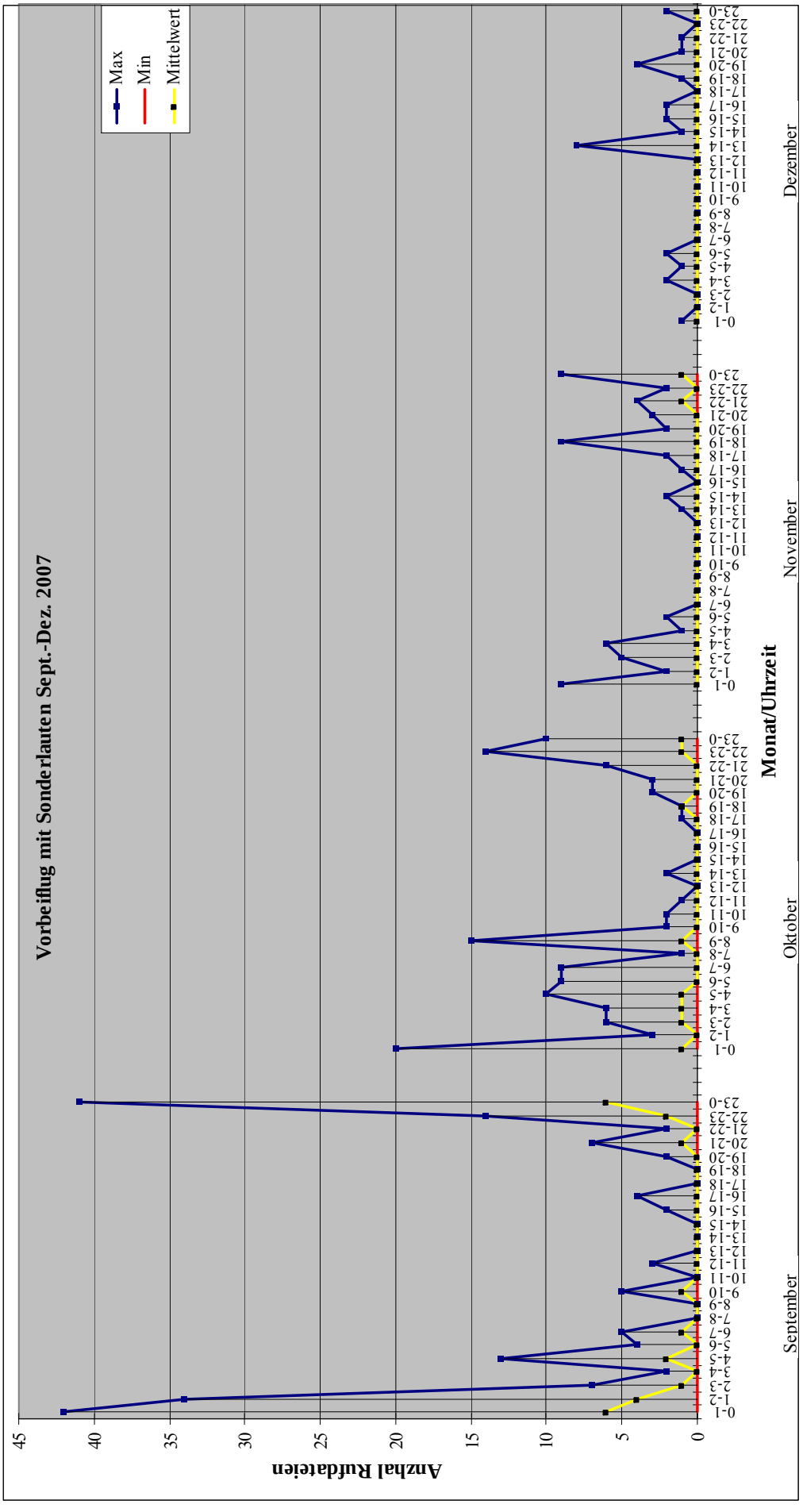


Abb. 41: Verlauf der Flugaktivität mit Sonderlauten

Vorbeiflug mehrerer Fledermäuse gleichzeitig/Vorbeiflug mit Sonderlauten

- Vorbeiflüge von mehreren Fledermäusen gleichzeitig und mit Sonderlauten wurden fast ausschließlich in den Monaten September bis Dezember verzeichnet.
- Bis zum Dezember nahm die Anzahl der Ereignisse stark ab.
- In den folgenden Monaten war die Anzahl der Aufnahmen so gering, dass auf eine Darstellung verzichtet wurde.
- In den Tagstunden wurden kaum bis keine Mehrfachvorbeiflüge erfasst, jedoch wurden, v. a. im September und Oktober auch tagsüber einzelne Aufnahmen mit Sonderlauten gemacht.

5.6.3 Korrelationen

Korrelationen zwischen einzelnen Vorbeiflügen und klimatischen Faktoren

Zwischen dem Flug einzelner Fledermäuse und den Temperaturen im Quartier gab es nach Berechnung des Spearmann´schen Rangkorrelationskoeffizienten (vgl. Anhang A V; Erläuterungen Kap. 4.6) einen sehr schwachen (0,184** vorne/0,177** hinten) und einen schwachen Zusammenhang (0,217** Mitte). Bei steigender Temperatur erhöhte sich auch die Flugaktivität (positive Korrelation). Bei der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Einzelflügen und relativer Luftfeuchtigkeit traten besonders geringe negative Korrelationen auf (vorne -0,013/Mitte -0,012/hinten -0,036*). Die Beeinflussung durch außenklimatische Faktoren wurde ebenfalls überprüft. Die Beziehung zur Außentemperatur war mit -0,008 so gering ausgeprägt, dass von einem Zusammenhang kaum gesprochen werden kann. Sehr schwach war der Bezug zum Luftdruck (0,136**) und zur Regenmenge (-0,102**). Zur Windgeschwindigkeit trat ein sehr geringer Koeffizient von -0,020 auf.

Korrelationen zwischen Soziallauten und klimatischen Faktoren

Zwischen den Soziallauten und den Innentemperaturen bestand eine sehr, sehr schwache, kaum bis gar nicht messbare negative Korrelation (-0,066* vorne/-0,074* Mitte/-0,090** hinten). Das gleiche Bild zeigte sich bei der relativen Luftfeuchte (-0,012 vorne/-0,006 Mitte/-0,019 hinten). Auch die Beziehungen zu Luftdruck (-0,009) und Außentemperatur (-0,077*) waren sehr gering.

Korrelationen innerhalb der verschiedenen Klassen

Zwischen Soziallautaktivität und den einzelnen Flugklassen bestanden in jedem Fall sehr schwache, kaum vorhandene Zusammenhänge. Am schwächsten war dabei die Beziehung zum Vorbeiflug eines einzelnen Tieres (0,030), gefolgt vom Vorbeiflug mit Sonderlauten (0,080**). Von den drei Klassen am stärksten, aber immer noch sehr schwach war die Beziehung zum Vorbeiflug mehrerer Fledermäuse (0,136**). Der Zusammenhang zwischen den Flugbewegungen mehrerer Tiere und der Abgabe von Sonderlauten war gering (0,459**). Ebenso gab es eine geringe Korrelation zwischen einzelnem Vorbeiflug und dem mit Sonderlauten (0,408**).

5.7 Hangplatznutzung und Verteilung

5.7.1 Hangplätze im Dyckerhoff-Tunnel

- Der überwiegende Teil aller Fledermäuse nutzte die Hohlblocksteine, ein geringerer Wand- und Deckenspalten, Fugen, Bohrlöcher oder freie Hangplätze.
- Teichfledermäuse wurden von Zeit zu Zeit außerhalb der Hohlblocksteine, dann aber an allen anderen Hangplatzmöglichkeiten, angetroffen.
- Bartfledermäuse wurden nur vereinzelt in den Hohlblocksteinen festgestellt. Sie nutzten zum größten Teil Spaltenverstecke und freie Hangplätze, bevorzugt im hinteren Teil des Tunnels.
- Die Spaltenverstecke wurden am häufigsten von Wasserfledermäusen genutzt.
- Von den Großen Mausohren wurden nur Einzelexemplare freihängend bzw. mit Bauchkontakt zur Wand und keine in Spalten gefunden.
- Nie wurde eine Fransenfledermaus freihängend im Dyckerhoff-Tunnel und nur ein Einzelexemplar in einer Deckenspalte beobachtet.
- Gelegentlich hing ein Braunes Langohr frei, in einer Spalte eingezwängt oder nutzte die Deckenfugen.
- Der Kamin bot zusätzliche, aber kaum bis gar nicht einsehbare Hangplätze. Vielfach konnten Soziallaute aus dem Kamin ohne Sichtkontakt zu einer Fledermaus vernommen werden. Außerdem wurden mehrfach Tiere beobachtet, die in den Kamin flogen und dort verblieben.

5.7.2 Verteilung der Teichfledermäuse im Dyckerhoff-Tunnel

Nachstehende Tabelle zeigt die Einteilung der fünf Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel und deren Lage.

Tab. 13: Einteilung der fünf Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel

Abschnitt Nr.	Hohlblocksteine im Abschnitt	Lage und Länge des Abschnitts
A1	S1, S2, D3, D4, S5, S6, D7, 1.Deckenfuge, D8, D9	4-22 m
A2	S10, S11, D12, D13, D14, S15, S16, D17, D18, D19	22-42 m
A3	S20, S21, D22, D23, S24, S25, D26, D27, S28, S29	42-59 m
A4	D30, D31, S32, S33, D33, S35, S39, D37, D38, D39	59-78 m
A5	S40, S41, D42, S43, S45, D44, D46, D47, S48, S49	78-92 m

Die einzelnen Abschnitte wurden im Verlauf der Saison unterschiedlich genutzt. Die Abbildungen 42 und 43 sowie die Tabellen 14 und 15 geben eine Übersicht.

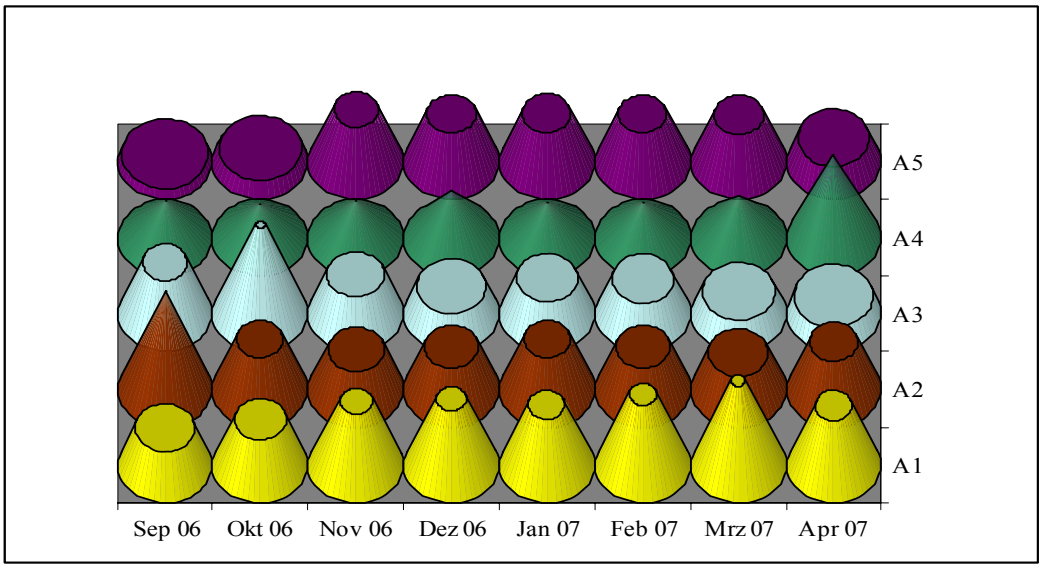


Abb. 42: Besetzung der fünf Abschnitte des Dyckerhoff-Tunnels durch Teichfledermäuse 2006/2007

Tab. 14: Prozentuale Besetzung der Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel 2006/2007 (Teichfledermäuse)

Monat	A1	A2	A3	A4	A5
Sep 06	16,18%	42,20%	21,97%	16,18%	3,47%
Okt 06	19,48%	21,75%	38,31%	14,61%	5,84%
Nov 06	27,47%	17,35%	16,87%	15,66%	22,65%
Dez 06	28,57%	18,45%	11,71%	20,63%	20,83%
Jan 07	26,17%	21,73%	15,55%	15,06%	20,99%
Feb 07	30,46%	18,39%	14,94%	14,94%	20,69%
Mrz 07	36,32%	15,70%	9,87%	17,94%	20,18%
Apr 07	25,64%	20,51%	7,69%	35,90%	10,26%

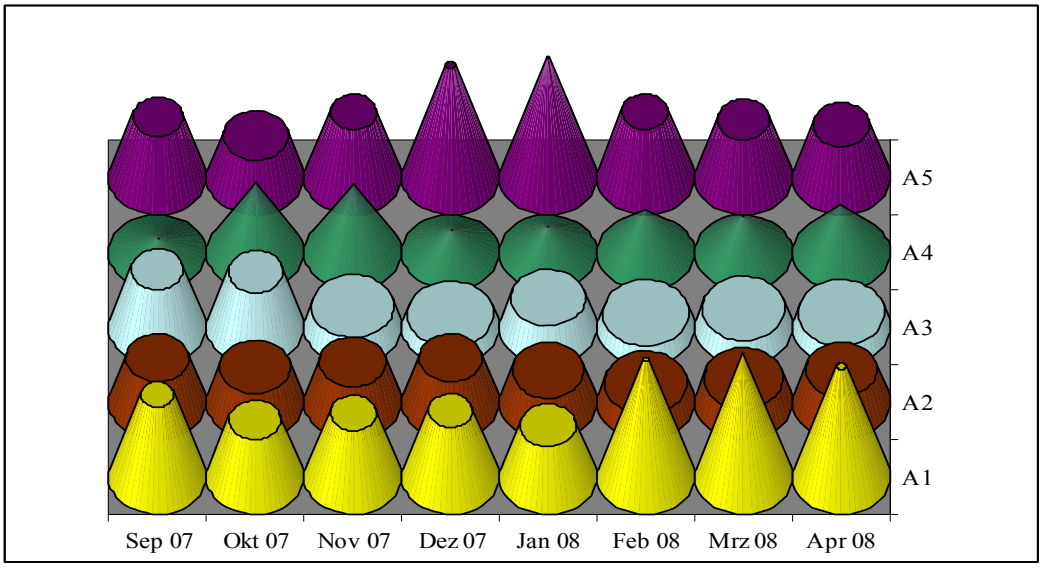


Abb.: 43: Besetzung der fünf Abschnitte des Dyckerhoff-Tunnels durch Teichfledermäuse 2007/2008

Tab. 15: Prozentuale Besetzung der Abschnitte im Dyckerhoff-Tunnel 2007/2008 (Teichfledermäuse)

Monat	A1	A2	A3	A4	A5
Sep 07	31,90%	17,24%	22,41%	5,17%	23,28%
Okt 07	22,27%	13,67%	21,48%	26,56%	16,02%
Nov 07	25,10%	15,71%	8,16%	25,92%	25,10%
Dez 07	25,87%	17,15%	5,23%	8,72%	43,02%
Jan 08	20,24%	12,39%	11,48%	9,67%	46,22%
Feb 08	45,25%	7,60%	5,51%	16,35%	25,29%
Mrz 08	47,74%	9,19%	7,23%	13,55%	22,29%
Apr 08	42,86%	12,70%	5,71%	18,41%	20,32%

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Randbereiche besonders stark genutzt wurden. Auffällig ist, dass in der ersten Saison die mittleren Abschnitte stärker frequentiert wurden als in der zweiten, in der sie eher spärlich besetzt waren. Die Schwerpunkte im Randbereich waren im Dezember 2007 und Januar 2008 besonders deutlich zu erkennen, v. a. beim letzten Abschnitt. Außerdem sticht die Verlagerung in den ausflugnahen Abschnitt 1 in den Monaten Februar, März und April 2008 hervor. Im

März 2008 hing fast die Hälfte aller Teichfledermäuse in diesem Abschnitt. In beiden Saisons war die Besetzung des Tunnels in den Monaten September und Oktober relativ ausgeglichen, ebenso im November 2007.

Eine Übersicht über die Nutzung der Hohlblocksteine bietet Anhang AVI c.

5.7.3 Hangplätze im Stollen I

Teichfledermäuse

- In beiden betrachteten Saisons konnten insgesamt 22 verschiedene Hangplätze ermittelt werden (zwölf in der Saison 2006/2007, zehn im Untersuchungszeitraum 2007/2008).
- Sechs Hangplätze waren sowohl 2006/2007, als auch 2007/2008 besetzt.
- Hangplatz 1 war in beiden Zeitabschnitten von mehreren Tieren gleichzeitig besetzt (= "Clusterhangplatz").
- Neben mehreren Tieren im Cluster kam es auch vor, dass zwei Tiere an anderer Stelle zusammen hingen.
- Bis auf drei Wandspalten (2, 7, 8, vgl. Anhang A VII a), die als Überwinterungsplatz genutzt wurden, hingen alle Tiere frei an der Decke.
- Die Hangplätze verteilten sich über den kompletten Stollen, lediglich der Eingangsbereich wurde gemieden. Im linken Abzweig, rechts von der Nische und am Ende des Stollens kam es zu Hangplatzhäufungen.
- Durch die individuelle Markierung konnte ermittelt werden, dass Tiere zwischen einem Hangplatz im Cluster und einem „Einzelhangplatz" wechselten.
- Im ersten Kontrollabschnitt 2006/2007 wurden durch die engeren Kontrollintervalle häufiger ähnliche Hangkonstellationen im Cluster festgestellt, jedoch traten bei fast jeder Kontrolle minimale Veränderungen zu Tage (s. Anhang A XIV a).
- In der Saison 2007/2008 konnten die Veränderungen im Cluster durch die Farbmarkierung einzelner Tiere deutlicher dokumentiert werden (s. Anhang A XIV b).
- Ein gerade verlassener Hangplatz wurde von einer aktiven Fledermaus mehrfach zielgenau wieder angeflogen.

Wasserfledermäuse

- Insgesamt konnten 29 verschiedene Hangplätze festgestellt werden.
- Die Tiere hingen (mit Bauchkontakt) frei an der Wand oder der Decke, nutzten aber auch Spalten in den Wänden. (Spaltenhangplätze: 5, 10, 13, 14, 15, 21, 24, 25, 28,l vgl. Anhang A VII b). In den Spalten kam es vor, dass sie neben Bauch- auch Rückenkontakt zum Gestein hatten.
- Schwerpunktmäßig waren die Wasserfledermäuse im linken Abzweig, vor und in der Nische und im hinteren Bereich (gegenüber des Mundlochs) anzutreffen. Eingangsnah hing kein Tier.
- Es wurde immer nur ein Individuum an einem Hangplatz angetroffen.

Große Mausohren

- Die maximal drei im Stollen I anwesenden Großen Mausohren nutzten insgesamt acht unterschiedliche Hangplätze.
- Die Tiere hingen ausschließlich frei an der Decke
- Die Mausohren hingen einzeln, einmal konnte ein Individuum am Rande des Teichfledermausclusters vorgefunden werden.
- Auch von den Mausohren wurde, mit Ausnahme des Eingangsbereichs, nahezu der ganze Stollen genutzt.

Bechsteinfledermaus

- Die nur einzeln aufgetretenen Bechsteinfledermäuse nutzten ausschließlich freie Hangplätze an der Decke.

5.7.4 Hangplatzwechsel markierter Teichfledermäuse

Dyckerhoff-Tunnel

Angaben können zur beringten Teichfledermaus E421549 gemacht werden (Tab. 16):

Tab. 16: Hangplatzwechsel der Teichfledermaus E421549

Saison	Anzahl sichtbarer Hangplatz-wechsel im Kontrollzeitraum	Dauer des Aufenthalts am Hangplatz
2006/2007	4	ca. 1 Tag in einer Deckenspalte ca. 94 Tage in der 1. Deckenfuge, ca. 14 Tage in D14, ca. 57 Tage in D7, ca. 22 Tage in D3
2007/2008	2	ca. 99 Tage in der 1. Deckenfuge, ca. 30 Tage in D44, ca. 57 Tage in D3

Die Teichfledermaus, die am 06.04.2008 im ersten Seitenstein „gelb“ markiert wurde, konnte einen Tag später wach in demselben Stein angetroffen werden. Am 09.04.2008 wurde sie das letzte Mal in diesem Stein beobachtet, vom 10.04.08 bis 20.04.2008 nutzte sie den Deckenstein D7. Andere verblieben nach der Markierung im gleichen Stein („hellgrün“, 06.04.2008-17.04.2008, Stein S39) oder wechselten innerhalb des Steins in ein anderes Fach („lila“, Stein S45).

Stollen I

Insgesamt wurden zehn Teichfledermäuse markiert, bei denen die Markierung auch über einen längeren Zeitraum sichtbar war.
Tabelle 17 stellt die Hangplatzwechsel und die Aufenthaltsdauer am jeweiligen Hang-platz dar.

Tab. 17: Hangplatzwechsel der im Stollen I markierten Teichfledermäuse

Markiertes Tier	Anzahl sichtbarer Hangplatz-wechsel im Kontrollzeitraum	Dauer des Aufenthalts am Hangplatz
blau	keine erkennbaren	ca. 145 Tage an Hangplatz 1, dann keine Markierung mehr erkennbar
rot	keine erkennbaren	ca. 195 Tage an Hangplatz 1
hellgrün	1	ca. 13 Tage an Hangplatz B, ca. 125 Tage an Hangplatz 1
rosa	1	ca. 23 Tage an Hangplatz 8, ca. 78 Tage an Hangplatz 10
orange	2	ca. 7 Tage an Hangplatz A, ca. 85 Tage an Hangplatz 9, ca. 110 Tage an Hangplatz 1
weiß	2	ca. 8 Tage an Hangplatz D ca. 50 Tage an Hangplatz F, ca. 53 Tage an Hangplatz 1
dunkelgrün	2	ca. 8 Tage an Hangplatz C ca. 8 Tage an Hangplatz E ca. 130 Tage an Hangplatz 1
gelb	2	ca. 35 Tage an Hangplatz 1, ca. 8 Tage an Hangplatz E, ca. 145 Tage an Hangplatz 1
lila	5	ca. 51 Tage an Hangplatz 1, ca. 13 Tage an Hangplatz H, ca. 22 Tage an Hangplatz 1, ca. 7 Tage an Hangplatz E, ca. 31 Tage an Hangplatz 9, Wechsel zu Hangplatz 1
schwarz	8	ca. 6 Tage an Hangplatz G ca. 36 Tage an Hangplatz 3 ca. 28 Tage an Hangplatz B ca. 18 Tage an Hangplatz J, ca. 4 Tage nicht auffindbar ca. 7 Tage an Hangplatz J ca. 16 Tage nicht auffindbar ca. 23 Tage an Hangplatz D

Zu Beginn der Winterschlafzeit nutzten die Fledermäuse kürzere Zeit ein und denselben Hangplatz als später in der Saison.

Ausnahmen davon waren die Tiere „lila“ und „schwarz“.

5.8 Ergebnisse zum Pilz- und Parasitenbefall

Auftreten des Pilzes

Vor allem zum Ende der Winterschlafzeit wiesen manche Fledermäuse in der Nasen- und Schnauzenregion, z. T. aber auch an Armen und Ohren oder an der Schwanzflughaut, einen weißen Pilzrasen auf (Abb. 44 und 45). Vor allem an Teichfledermäusen, an Großen Mausohren und an Wasserfledermäusen, in einem Fall auch an einer Bartfledermaus, konnte der Pilz festgestellt werden. Er trat für den Betrachter plötzlich auf und entwickelte sich mehr oder weniger schnell. In den untersuchten Quartieren wurden befallene Tiere in unterschiedlicher Dichte angetroffen. Eine detaillierte Übersicht über die betroffenen Teichfledermäuse bieten die Anhänge A VI a und A VI b (Anmerkung „Pilz“). Die Abbildungen 46 und 47 zeigen Mikroskopaufnahmen befallener Barthaare.

Abb. 44: Wasserfledermaus mit Pilzbefall

Abb. 45: Teichfledermaus mit Pilzbefall

(Fotos: Vanessa Korn)

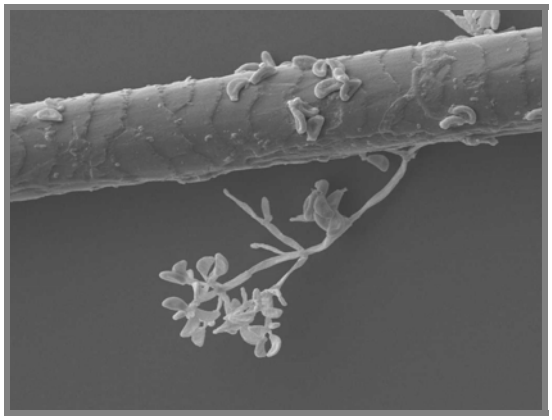


Abb. 46: Teichfledermausbarthaar mit Pilzsporen

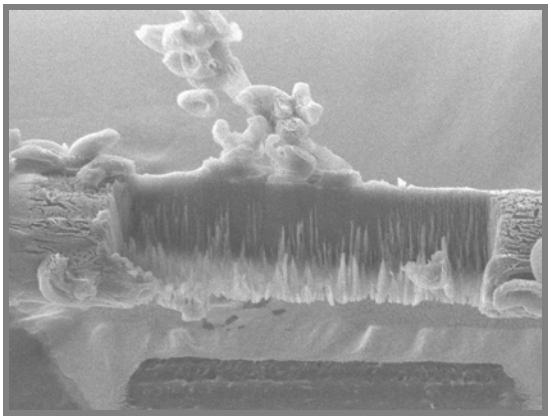


Abb. 47: Schnitt durch ein von Pilzsporen befallenes Barthaar

(Fotos: Mikroskopaufnahmen v. D. Hellmann, Fakultät V, Institut für Physik, Universität Oldenburg)

Ergebnis der Pilzuntersuchung

Das Ergebnis der Pilzuntersuchung lag bis zur Abgabe dieser Arbeit noch nicht vor.

Parasitenbefall

Besonders bei manchen Teichfledermäusen fiel ein mehr oder weniger starker Befall mit weiß- gelblichen Milben unterschiedlicher Größe im Gesicht auf (Abb. 48). Der Befall konnte während der kompletten Winterschlafsaison festgestellt werden, jedoch zeigte sich, ähnlich wie beim Pilzbefall die Tendenz, dass er ausgeprägter war, je länger ein Tier hibernierte. Außer an Teichfledermäusen konnten diese Milben auch an Wasserfledermäusen, einmal auch an einer Fransenfledermaus gesehen werden.

Abb. 48: Von Milben befallene Teichfledermaus (Foto: Vanessa Korn)

Abb. 49: Milbenart *Macronyssus ellipticus* (Mikroskopaufnahme v. Dr. I. Scheffler)

Nach Determination durch Herrn Dr. Ingo Scheffler, Institut für Biochemie/Biologie der Universität Potsdam, handelt es sich bei dieser Milbe um *Macronyssus ellipticus* (Kolenati, 1856) (vgl. Abb. 49 und Anhang A XV).

6 Diskussion

6.1 Methoden

6.1.1 Fang mit Netzen

Der Fang von Fledermäusen mit Hilfe von Netzen gilt als anerkannte Nachweismethode, da so eine unmittelbare Artbestimmung erfolgen kann (BRINKMANN et al. 1996). Zusätzlich ist dies eine Möglichkeit biometrische Daten gerade aktiver Tiere zu erhalten.

Bei den Untersuchungen am Dyckerhoff-Tunnel musste unbeantwortet bleiben, ob die Fledermäuse möglicherweise die zweite Ein- und Ausflugmöglichkeit am Ende des Tunnels nutzten. Durch einen einmaligen Horchkisteneinsatz im Herbst konnte zwar Aktivität festgestellt werden, ein Fang zur Bestätigung ist jedoch nicht durchgeführt worden.

Einen Kritikpunkt können die u. U. nicht ausreichend lang gewählten Erfassungszeiten im Frühjahr darstellen. Die Abflugaktivität soll in der ersten Nachthälfte am stärksten sein (BAAGØE et al. 1988 zitiert in JURCZYSZYN 1998; HARRJE 1994; BERKOVA & ZUKAL 2004). Für die vorliegende Arbeit stand das Netz größtenteils von 20:30 Uhr bis ca. 23:30 Uhr fängig. Ausschlaggebend für die Beendigung des Fangs war eine zweite Zählung im Quartier. Wurden keine wachen, (flug-)aktiven Fledermäuse angetroffen wurde der Fang beendet. Da aber oftmals am darauf folgenden Tag Tiere, v. a. Teichfledermäuse, im Tunnel fehlten muss davon ausgegangen werden, dass diese in der zweiten Nachthälfte das Quartier verließen. Eine Überprüfung dieser Vermutung in nachfolgenden Saisons wäre erstrebenswert.

Mit Hilfe der Fänge sollten v. a. Daten von Teichfledermäusen erfasst werden. Die Art ließ sich allerdings mit dieser Methode vor Stollen nur schwer nachweisen. Trotz vieler Fangnächte wurde, auch im Vergleich zu anderen Arten, im Herbst nur eine geringe Anzahl gefangen. Möglicherweise nehmen sie an den untersuchten Quartieren nicht oder weniger am Schwärmgeschehen teil. Dass sie weniger schwärmen als andere Arten behauptet auch HAARSMA (mdl. Mitt. 13.07.2008).

6.1.2 Kontrollzählungen und Störungen der Überwinterer

Die im Winterquartier ermittelten Zahlen lieferten letztlich nur Aussagen über die zum Zeitpunkt der Kontrolle sichtbaren Fledermäuse (= Mindestbesatz). Wie viele Tiere sich wirklich im Quartier aufhielten lässt sich nicht sagen. Jedes der kontrollierten Quartiere weist eine hohe Anzahl von Versteckmöglichkeiten in Form von verschiedenartigen Spalten auf. Eine Kompletterfassung erscheint somit unmöglich. Zu einem solchen Schluss kommen auch MAYER & GEIGER (1996). Im Dyckerhoff-Tunnel kommen zahllose Hangplatzmöglichkeiten im Kamin hinzu, die nicht kontrolliert werden konnten.

Die Begehungshäufigkeit sollte einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Die Störintensität häufiger Begehungen ist vermutlich auch abhängig von der Größe und Ausgestaltung der Quartiere. So hängen die Fledermäuse z.B. im großräumigen Dyckerhoff-Tunnel, zumindest in den Deckensteinen, relativ weit entfernt vom Betrachter. Anders verhält es sich in den kleineren Objekten, in denen ein nahes Herantreten an die Fledermäuse unumgänglich ist (Folge: stärkere Lichtintensität, Erhöhung der Temperatur im direkten Umfeld, Atmung). In solchen Fällen scheint die Gefahr, Tiere auch bei kurzer Begehungsdauer aufzuwecken, ebenso wie eine langfristige Beeinträchtigung durch wiederholte Kontrollen, erhöht.
Bei vielen Langzeituntersuchungen im Winterhalbjahr wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Vermeidung einer Störung der Tiere oberstes Gebot ist (VAN NIEUWENHOVEN 1956; DAAN & WICHERS 1968). Untersuchungen, die auf der reinen Erfassung und Betrachtung der winterschlafenden Tiere beruhen, ohne sie durch (stärkere) Berührung oder Abnehmen vom Hangplatz zu wecken, können diesen Anspruch erfüllen. Ein bewusstes Abnehmen der Tiere provoziert hingegen immer einen Aufwachvorgang des betroffenen Individuums.
Es ist möglich, dass sich bei Fledermäusen bei einer kontinuierlichen, immer wieder auftretenden „Veränderung“ im Quartier, z.B. den regelmäßigen Kontrollen, ein gewisser Gewöhnungseffekt einstellt. Fledermäuse sind im Winterschlaf durchaus wahrnehmungs- bzw. lernfähig (GEBHARD 1997, MITCHELL-JONES et al. 2007). Auch HAENSEL & THOMAS (2006) berichten von einer gewissen Toleranz der Fledermäuse gegenüber menschlichen Eingriffen.
Jeder Bearbeiter sollte daher für sich verantwortungsvoll abwägen, ob eine Untersuchung, die er im Winterquartier durchführt, vertretbar ist.

6.1.3 Horchkisteneinsatz unter Tage

Horchkisten zur automatisierten akustischen Erfassung von Fledermäusen kommen bei vielen Untersuchungen zum Einsatz (STARRACH & MEIER-LAMMERING 2008).

Ein Einsatz innerhalb eines Winterquartiers ist allerdings eher ungewöhnlich. Mehrere Faktoren beeinflussen innerhalb eines geschlossenen Quartiers die Rufe und den Rufrhythmus der Fledermäuse, die eine Bestimmung erschweren und mit einem Mischerdetektor (unter Umständen selbst auf Gattungsniveau) unmöglich machen (RUNKEL, in mail 15.05.2008). Im Freiland gilt, dass die Rufe der Fledermäuse mit zunehmender Nähe zu Strukturen kürzer werden (LIMPENS & ROSCHEN 2005). In einem Quartier wie dem Dyckerhoff-Tunnel erhält die Fledermaus von den Wänden, dem Boden und der Decke vier sehr starke Echos. Um noch orten zu können, wird sie, wegen der nahen Reflexion, zusätzlich leiser rufen. Der Rufabstand ändert sich ebenso, da auch die Fluggeschwindigkeit angepasst werden muss (RUNKEL, in mail 15.05.2008).

Bei einer Einstellung auf 25 kHz wird man aber, nach RUNKEL (in mail 15.05.2008) alle Rufe zwischen (18) 20 und 30 (32) kHz hören können. Damit werden alle unter Tage zu erwartenden Arten erfasst.

Bei Außenaufnahmen wird häufig bemängelt, dass Horchkisten nur in einem relativ kleinen Umfeld (Nahbereich) aufzeichnen (MÄSCHER, mdl. Mitt. März 2008). Dieser Nahbereich sollte bei den Aufzeichnungen im Tunnel gegeben sein. Eine Fledermaus, die rufend an der Horchkiste vorbei fliegt, sollte auch registriert werden. Nicht ausgeschlossen werden kann hingegen, dass Tiere, die im Eingangsbereich oder am Ende des Tunnels riefen, verpasst wurden. Im Frühjahr hielt sich eine größere Anzahl Fledermäuse im Eingangsbereich auf und verließ das Quartier, jedoch wurden nur wenige Rufe aufgezeichnet. Der Einsatz einer zweiten Horchkiste in Hangplatzschwerpunktbereichen hätte darüber Auskunft geben können

Die Einstellung auf 25 kHz wurde gewählt, da hier die Chance auch Soziallaute aufzuzeichnen, erhöht ist (MÄSCHER, mdl. Mitt. September 2007). Die z. T. parallel eingesetzte, auf 45 kHz eingestellte, Horchkiste (sicherste Frequenz zur Erfassung der *Myotis*-Arten und *Plecotus auritus*, SCHOBER & GRIMMBERGER 1998) lieferte die Rufe in einer anderen Qualität und einem anderen Klang, jedoch nicht in größerer Zahl.

Es konnte mit dieser Methode allerdings trotz kurz gewählter Kontrollintervalle keine lückenlose Aktivitätserfassung garantiert werden. Dies hatte folgende Gründe, die überwiegend in technischen Problemen und der Stromversorgung (Ausfall eines Akkus, der den Detektor versorgte) begründet waren:
Der mp3-Recorder:

- schaltete sich nach einer gewissen Zeit von alleine aus, obwohl die Stromversorgung stabil war.
- ging vom Aufnahme- in den Ladevorgang über.
- war beim Auswechseln noch an, aber nicht mehr im Aufnahmemodus.

Viele Untersuchungen zur Aktivität am und im Winterquartier wurden mit Hilfe von Lichtschranken durchgeführt (z.B. DAAN 1970; ZÖPHEL et al. 2001; BERKOVA & ZUKAL 2006). Vor allem Ein- und Ausflüge werden so registriert. Der Horchkisteneinsatz bot hingegen den Vorteil, dass die Aktivität innerhalb des Quartiers erfasst werden konnte. EHLERS (1983) erhielt durch die Aufstellung einer Lichtschranke in einigem Abstand zum Stollenmundloch auch Informationen über innerquartierliche Flüge. Allerdings war dafür eine Verengung der Durchflugwege unumgänglich, was u. U. zu einer Beeinflussung der Tiere führte. Ein Horchkisteneinsatz hingegen beeinträchtigt die Tiere nicht.

Eine parallele Untersuchung im Stollen I, in dem eindeutig weniger Tiere überwintern und in dem auch nur sehr selten wache Fledermäuse angetroffen werden konnten, wäre durchaus interessant gewesen.

6.1.4 Markierung mit Nagellack

Um Fledermäuse im Winterquartier individuell zu kennzeichnen wurde nach einer störungsarmen Methode gesucht. Für eine Kurzzeitmarkierung mit Netzen gefangener Tiere hat sich eine Lackierung der Daumenkrallen mit Nagellack bewährt.
Wie eigene Versuche in der ersten Untersuchungssaison an zwei Fledermäusen im Stollen I zeigten, gestaltet es sich im Winterquartier u. U. schwierig, am hängenden Tier eine Markierung der Daumenkrallen durchzuführen. In der zweiten Saison wurde den Fledermäusen also ein Tropfen Nagellack auf das Nacken- bzw. Rückenfell getupft. Es wurden nur Tiere mit gut erreichbarem Rücken-/Nackenfell markiert. Bei

eng zusammenhängenden Tieren im Cluster war dies nicht immer der Fall und so wurde auf eine Komplettmarkierung des Teichfledermausbestandes im Stollen I verzichtet. Stichprobenartig konnten jedoch Ergebnisse erzielt werden.
Vorteilhaft an dieser Methode ist zweifellos, dass die Tiere nicht vom Hangplatz abgenommen werden müssen. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich die Fledermäuse durch die unterschiedlichen Farbpunkte auf einen Blick determinieren lassen. Schwierig wird es, wenn eine markierte Fledermaus in ein Spaltenversteck wechselt oder von einem anderen Tier verdeckt hängt. Dieses Problem stellt sich auch z.B. bei der Vorgehensweise von DAAN (1969, 1973) (Verwendung kleiner Aufkleber mit Zahlen/Buchstaben). Die von PUNT & VAN NIEUVENHOVEN (1957) angewandte Methode, auch in Spalten versteckte Fledermäuse zu entdecken (Nutzung von Ringen mit radioaktivem Antimonium) erscheint fragwürdig und nicht unbedingt nachahmenswert.
Nachteilig ist die unterschiedliche Haltbarkeit des Nagellacks. Auf der anderen Seite zeigt dies aber auch, dass es sich lediglich um eine Kurzzeitmarkierung handelt. Zwei der im Dyckerhoff-Tunnel markierten Fledermäuse konnten ausfliegend gefangen werden. Dabei ließ sich feststellen, dass der Nagellack, wie vorgesehen, nur auf den obersten Haarspitzen haftete und nicht bis zur Haut vorgedrungen war.

Die haltbarste Methode einer individuellen Kennzeichnung stellt die „Beringung“, dar. Der größte Vorteil dieses Verfahrens ist, dass das Tier so zu jeder Zeit an jedem Ort identifiziert werden kann. Jedoch ist, zum Ermitteln der Ringnummer, ein Abnehmen vom Hangplatz oftmals unumgänglich.
Eine Beringung der Teichfledermäuse im Rahmen dieser Arbeit war nicht vorgesehen. Da im Herbst nur vergleichsweise wenige Exemplare gefangen wurden, hätte die Beringung in großem Maße innerhalb des Winterquartiers stattfinden müssen. Dies und eventuell weitere Ablesevorgänge zur Dokumentation des Verhaltens, hätten einen massiven Eingriff bedeutet. Vor dem Hintergrund, dass es sich um eine wandernde FFH-Art handelt und dass z.B. über das Verhalten der Teichfledermaus E421549 interessante Erkenntnisse gewonnen wurden, sollte über eine zukünftige Beringung im Überwinterungsgebiet durchaus nachgedacht werden.

6.2 Fang mit Netzen

6.2.1 Artenspektrum und jahreszeitliches Auftreten

Es wurde das (nahezu) vollständige Artenspektrum heimischer lithophiler Arten an den Winterquartieren nachgewiesen. Auffallend ist allerdings, dass von den beiden Bartfledermausarten lediglich die Kleine Bartfledermaus gefangen wurde. Zu diesem Ergebnis kam auch GÖTZ (2005). Nach MESCHEDE & RUDOLPH (2004) ist das Schwärmverhalten der Großen Bartfledermaus weniger stark ausgeprägt als bei der Schwesterart. Es muss an dieser Stelle allerdings offen bleiben, ob die Kleine Bartfledermaus den größten Teil der Bartfledermausüberwinterer ausmacht. Der Habitus vieler Bartfledermäuse im Winterquartier spräche dafür.
Dominierend waren Fransenfledermäuse, Braune Langohren und Wasserfledermäuse, gefolgt von Bechsteinfledermäusen. Dies entspricht Angaben von TRAPPMANN (1997), PARSONS et al. (2003) und RIVERS et al. (2006). Wie auch KRETZSCHMAR (2003) beschreibt zeigte die Fransenfledermaus eine besonders starke Tendenz zum Schwärmen.
Bemerkenswert ist, dass die Anzahl vor Quartieren schwärmender Bechsteinfledermäuse viel höher ist, als die Zahl, die später überwinternd im Quartier angetroffen wird.

Die beiden Arten Großes Mausohr und Teichfledermaus wurden vergleichsweise selten gefangen. TRAPPMANN (1997) bestätigt dies für das Große Mausohr, von der Teichfledermaus liegen dem Autor vermehrt Nachweise vor. Möglicherweise untermauert dies die zuvor geäußerte Vermutung (siehe Kap. 6.1.1), dass die Teichfledermäuse andere Quartiere zum Schwärmen aufsuchen. Vom Großen Mausohr wurden 2006 mehr Weibchen als Männchen gefangen, auch 2007 war der Anteil weiblicher Tiere recht hoch. Von einem hohen Weibchenanteil berichten auch KRETZSCHMAR (1997) und MESCHEDE & RUDOLPH (2004). Im Jahr 2007 war das Geschlechterverhältnis der Teichfledermäuse fast ausgeglichen, 2006 die Zahl der Männchen etwas höher. Denkbar ist, dass es sich bei diesen Nachweisen rein um Winterquartier beziehende Tiere handelte. Dafür sprächen auch die relativ ausgeglichene Verteilung über die untersuchten Monate sowie v. a. die Novemberfänge.

Ein Überwiegen der Männchen ist bei den anderen Arten z. T. deutlich zu erkennen. Der hohe Männchenanteil wird in verschiedenster Literatur beschrieben (z.B. HALL & BRENNER 1968; HARRJE 1994; TRAPPMANN 1997; KRETZSCHMAR 1997; KERTH et al. 2003; PARSONS et al. 2003; MESCHEDE &RUDOLPH 2004; GÖTZ 2005; DIETZ et al. 2007). Die Schwärmzeit fällt bei den meisten Arten mit der maximalen Ausprägung der sekundären männlichen Geschlechtsorgane zusammen. Die Nebenhoden sind zu diesem Zeitpunkt prall mit Spermien gefüllt (NEUWEILER 1993). Da die Schwärmquartiere auch der Balz und Paarung dienen können (u. a. FENTON 1969; RIVERS et al. 2005) kann dieser Sachverhalt eine Erklärung für die Überzahl der Männchen sein.

Das höchste Fledermausaufkommen an den Quartieren gab es in beiden Jahren im September. In diesem Monat häuften sich auch die Nachweise paarungsbereiter Männchen (s. o.). Dies entspricht Angaben von MESCHEDE & RUDOLPH (2004). Dass allerdings Wasserfledermäuse schon im August ihre Nachweisspitze hatten ähnelt Angaben von ROER & EGSBAEK (1966). Warum sich die Nachweisspitze der Fransenfledermäuse 2007 in den Oktober verschob, kann nicht geklärt werden. Bei vielen Arten nahmen die Belege ab Oktober deutlich ab (vgl. MESCHEDE & RUDOLPH 2004). Im November 2007 wurden z.B. nur noch Wasser- und Fransenfledermäuse gefangen. TRAPPMANN (1997) stellte ab November kein Schwärmverhalten mehr fest. Er fing zu diesem Zeitpunkt fast ausschließlich direkt das Quartier anfliegende Fransenfledermäuse. Auch die eigenen Daten weisen auf Quartier beziehende Tiere hin.
Es wurden verhältnismäßig wenige Jungtiere gefangen, obwohl diese zu bestimmten Zeitpunkten durchaus überwiegen können (TRAPPMANN 1997).
Es kann nicht ausgeschlossen werden dass dieses Merkmal, aufgrund des überwiegenden Erkenntnisinteresses an der Teichfledermaus, bei anderen Arten mangelhaft überprüft wurde.

6.2.2 Fänge im Frühjahr

Im Februar wurden einfliegende Fransenfledermäuse und Braune Langohren gefangen. Für die Langohren besteht die theoretische Möglichkeit, dass sie nur für Balzaktivitäten das Quartier aufsuchten. Für die Fransenfledermäuse kommt in Betracht, dass sie schon früh im Jahr wieder aktiv sind bzw. temperaturabhängig das Quartier

verlassen und wieder aufsuchen (MESCHEDE & RUDOLPH 2004). Die Frage, ob diese Tiere an demselben Abend aus- und eingeflogen sind oder sich längere Zeit an anderen Orten aufhielten (vgl. BRAUN & HÄUSSLER 2003) muss ohne Antwort bleiben.

Bei den Wasserfledermäusen waren bezüglich der Abflugzeitpunkte keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Geschlechtern erkennbar. Zu diesem Ergebnis kamen auch SKIBA (1987) und HARRJE (1994). Anders beschreiben es ROER & EGSBAEK (1969) (Männchen reisen vor Weibchen ab).
Bei den Großen Mausohren fiel auf, dass zu späteren Zeitpunkten (im April) mehr Weibchen als Männchen erfasst wurden. Vermehrte Frühjahrsaktivität der Weibchen ermittelten auch MESCHEDE & RUDOLPH (2004).

Die Gewichte lagen erwartungsgemäß bei den meisten Tieren nahe der bei SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) angegebenen Untergrenze.
Auffällig waren die niedrigen Gewichte der Großen Mausohren. Die Tiere wogen im Durchschnitt 24,3 g, wobei das niedrigste Gewicht bei nur 21,0 g, das höchste bei 27,8 g lag (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998: (20) 28-40 g).

6.2.3 Fänge im Dyckerhoff-Tunnel

Besonders bemerkenswert ist der Fang einer einfliegenden Breitflügelfledermaus. Über Winterquartiere der Art im Osnabrücker Hügelland ist wenig bekannt. (MÄSCHER, mdl. Mitt., September 2007). Da aber im April 2007 bereits ein Individuum der Art in einem der Seitensteine gefunden wurde, ist eine Nutzung des Quartiers durch diese Art nicht ausgeschlossen. Vielleicht überwintern einzelne Exemplare aber so versteckt (Kamin, tiefe Spalten, Geröllhaufen), dass sie nicht entdeckt werden.
Bei den anderen im September erfassten Arten kann es sich um „Schwärmer“ oder „Quartierbezieher“ handeln. Dass im November ausschließlich Fransenfledermäuse gefangen wurden, verwundert nicht, da es in diesem Monat zum verstärkten Aufbau ihrer Überwinterungspopulation kam. Im März wurden zu großen Teilen Wasserfledermäuse gefangen. Allerdings waren auch andere Arten aktiv. Dies kann mit beginnender Abflugsaktivität zusammenhängen.

Positiv sind die Märznachweise Brauner Langohren im Tunnel. Obwohl sie winterschlafend nicht mehr angetroffen wurden, schienen einzelne Individuen das Quartier für soziale Aktionen gezielt aufzusuchen (vgl. u. a. Kapitel 6.2.2)

6.2.4 Schwärmen der Braunen Langohren

Das Auftreten der Langohrfledermäuse im Frühjahr stimmt mit den Zeiten überein, die FURMANKIEWICZ (2008) für eine polnische Untersuchung angibt. Dass diese Art verstärkt im Frühjahr schwärmt berichtet FURMANKIEWICZ (2004**,** 2008).
Nicht ganz klar sind das fast zeitgleiche Erscheinen der Art an verschiedenen Tagen kurz nach Sonnenuntergang und die plötzlich eintretenden zeitlichen Differenzen. Eine Überlegung wäre, dass die zeitlichen Verschiebungen mit einem Abnehmen der Schwärmaktivität ab Mitte April zusammenhängen.
Schwärmverhalten bei niedrigen Temperaturen beschreibt auch VIERHAUS (1984) für diese Art. Systematische Untersuchungen zum Schwärmverhalten der Braunen Langohren am Tunnel würden sich nach den ersten Erkenntnissen anbieten.

6.2.5 Fang von Teichfledermäusen

Bereits Ende August konnten Tiere beiderlei Geschlechts sowie Jungtiere im Überwinterungsgebiet angetroffen werden. Weibchen- und Jungtiernachweise belegen die frühe Abwanderung aus den Wochenstubengebieten. DENSE et al. (1996) wiesen lediglich männliche Tiere im August 1992 und 1993 im Osnabrücker Hügelland nach.

Fortpflanzungsaktive Männchen wurden von Ende August bis Dezember ermittelt, dies entspricht auch etwa den Zeiten, in denen im Quartier Paarungen wahrgenommen wurden. Ende März 2008 wurde allerdings ein Männchen mit deutlich gefüllten Nebenhoden gefangen. Ob es sich dabei um ein Tier handelte, das im Verlauf des Winters nicht am Paarungsgeschehen teilgenommen hatte, eine Ausnahmeerscheinung darstellt oder ob zu dieser Zeit noch Paarungen stattfinden, kann durch dieses Einzelexemplar nicht beantwortet werden.
Die Gewichte der Teichfledermäuse wiesen die ganze Bandbreite der in der Literatur angegebenen Spanne von 14-20 (23) g auf (LIMPENS et al. 1999). Da gerade die früher im Jahr gefangenen Tiere ein recht niedriges Gewicht aufzeigten, ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Winterreserven im Überwinterungsgebiet angelegt wird.

Eigene Erhebungen belegen noch im November Jagdaktivität von Teichfledermäusen am Mittellandkanal bei Bramsche (Landkreis Osnabrück). Die Überwinterungsendgewichte bewegten sich alle noch im „Normalbereich“, ein Weibchen wies sogar fast 21 g auf. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass teilweise kaum Unterschiede zwischen den frühen Herbst- und den Frühjahrgewichten bestanden. Weiterführend kann an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Die ermittelten Daten erlauben nur Aussagen zur breiten Gewichtsspanne nach der Überwinterung. Lediglich individuelle Kontrollen hätten Ergebnisse über die genaue Gewichtsentwicklung während des Winterschlafs (vgl. HARRJE 1994) geliefert.

Beim Verlassen des Dyckerhoff-Tunnels im Frühjahr wurden keine geschlechterspezifischen Unterschiede herausgefunden. Beim vorletzten Fang am 20.04.2008 wurden jeweils ein Männchen und ein Weibchen gefangen. Auffällig ist allerdings, dass die letzten beiden bei Kontrollen angetroffenen Teichfledermäuse im Stollen I und im Andreasstollen jeweils männliche Tiere waren. Dies würde Ergebnissen von DAAN (1973) entsprechen.
Endogene Faktoren, „Alarmmelder“, wie etwa die Abnahme der Fettvorräte eines Tieres, scheinen den Zeitpunkt der individuellen Abreise zu bestimmen. Der Abflug, zumindest einzelner Tiere, fand auch bei deutlich kühlen Temperaturen statt (vgl. Anhang A XVI). KUGELSCHAFTER & LÜDERS (1993) fanden bei Lichtschrankenuntersuchungen an der Bad Segeberger Kalkberghöhle heraus, dass die Zahl ausfliegender Tiere bei gefallenen Temperaturen deutlich niedriger war, jedoch flogen einzelne Tiere selbst bei Frost aus. Ihre Daten weisen darauf hin, dass der endogene Druck stärker wird, je weiter das Frühjahr voran geschritten ist und Witterungseinflüsse mehr in den Hintergrund treten.

6.3 Aufbau der Überwinterungspopulation, Überwinterungsdauer und Verlassen des Quartiers

Bei allen Arten bestand eine grundsätzliche Einwanderungsbereitschaft in die Winterquartiere im Laufe des Herbstes. Ungleichheiten wurden bei den Besiedelungszeitpunkten, beim Verlassen des Quartiers und daraus folgend bei Betrachtung der Überwinterungsdauer deutlich.
Nicht in jedem Fall konnte bei der Berechnung der Überwinterungsdauer der Zeitpunkt, an dem sich exakt die Hälfte des Maximalbestands einer Art im Quartier befand, herangezogen werden (siehe Anhang A XVII). Dadurch kam es z.B. bei der Wasserfledermaus zu nur 97 Tagen mittlerer Überwinterungsdauer, beim Großen Mausohr zu 90 Tagen. Problematisch wurde die Berechnung auch bei einer sehr kleinen Individuenzahl (z.B. Bechsteinfledermäuse, Mausohren im Stollen I). Diese Werte sollten mit Vorsicht betrachtet werden.

In den untersuchten Quartieren wurden die ersten Teichfledermäuse Anfang September angetroffen, einzelne Tiere schon eher. In der Literatur wird der Einwanderungszeitpunkt für Ende September (DAAN & WICHERS 1968; DAAN 1973), bzw. Mitte Oktober (LIMPENS et al. 2000) angegeben. Im September konnten, im Vergleich zu den anderen Monaten, die sprunghaftesten Zugänge verzeichnet werden. Nach genauer Überprüfung der Temperaturen (UNIVERSITÄT OSNABRÜCK 2008) konnte kein Zusammenhang gesehen werden.
Die Überwinterungsmaxima wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten erreicht. Im Stollen I war z.B. der Teichfledermausbestand schon im November vollständig. Warum dies so ist kann nicht begründet werden. Vielleicht ist eine kleine Population wie im Stollen I schneller vollzählig als größere Gruppen. Der Abbau der Teichfledermauspopulation erfolgte in beiden Quartieren etwa Mitte/Ende März und stimmt mit Ergebnissen von DAAN (1973) überein. Weshalb im Stollen I schon im Dezember bzw. Januar Tiere fehlten ist unklar.
Die Art steht bei dieser Untersuchung mit einer Überwinterungsdauer von maximal 240 Tagen an der Spitze. Es wird allerdings nicht davon ausgegangen, dass ein einzelnes Tier diese Maximaldauer erreicht. Vielmehr wird angenommen, dass die Individuen, die früh im Überwinterungsgebiet und im Winterquartier eintreffen, auch eher abfliegen. Zusätzlich besteht Grund zu der Annahme, dass früh eintreffende Tiere das Quartier zu Jagdzwecken verlassen, um das nötige Überwinterungsgewicht

zu erreichen. Daten, die diese Annahme stützen, konnten an verschiedenen Quartieren ermittelt werden (z.B. Zähe Sohle, 24.08.2006, Stollen I, 05.09.2006, Dyckerhoff-Tunnel 20.09.2006). Radiotelemetrische Untersuchungen könnten Antworten liefern, was die Tiere nach Quartierverlassen tun.
Da die Wanderungen für die Tiere einen hohen Energieaufwand bedeuten (EHLERS 1983), könnte das Vorhandensein nahe gelegener potentieller Nahrungshabitate eine wichtige Rolle für die Wahl eines Winterquartiers spielen (und vielleicht für den Zeitpunkt des Aufsuchens des Quartiers).

Neben Differenzen zwischen unterschiedlichen Kontrolljahren gibt es möglicherweise auch geografische Unterschiede. Eine Art, bei der dies vermutet werden kann, ist die Wasserfledermaus. Während die Wasserfledermäuse im Osnabrücker Hügelland die Quartiere im September beziehen, wandern in Kalkstollensystemen Nord-Jütlands die ersten Wasserfledermäuse schon Anfang August ein (ROER & EGSBAEK 1966). Die ersten Exemplare in süd-limburgischen Kalkstollen erscheinen dagegen ab Mitte September (DAAN 1973).
Im Dezember 2006 gab es im Dyckerhoff-Tunnel innerhalb einer Woche einen starken Anstieg von 34 auf 54 Wasserfledermäuse. Dies geschah bei relativ niedrigen Temperaturen (1°C bis 7°C, gemessen um 23 Uhr, UNIVERSITÄT OSNABRÜCK 2008). Die auffällige Abnahme der Zahl mit darauf folgendem erneuten Anstieg im Januar 2008 kann vermutlich mit dem Hochwasserereignis in Verbindung gebracht werden. Es ist möglich, dass die Tiere entweder kurzfristig das Quartier verließen oder sich an geschütztere, nicht kontrollierbare Stellen begaben.
Parallel zu anderen Arten (z.B. Teichfledermaus 2007, Großes Mausohr) wurden die Maximalzahlen im Dyckerhoff-Tunnel im Februar ermittelt. HAHN et al. (2003) bestätigen, dass in diesem Monat die besten Kontrollergebnisse im Winterquartier erzielt, d.h. die meisten Tiere angetroffen werden können. Es ist denkbar, dass sich die Tiere zu diesem Zeitpunkt von verborgenen an sichtbare Hangplätze bewegen.
Die schwankenden Zahlen zu Beginn der Untersuchungen im Stollen I könnten mit einer noch nicht vollständig ausgeprägten Winterschlafbereitschaft zusammen hängen, so dass einzelne Tiere immer wieder das Winterquartier verließen. Weshalb sich im Stollen I die Zahlen im November so deutlich unterschieden kann nicht erklärt werden. Ein Bezug zur Temperatur wurde nicht ermittelt.

Nach HARRJE (1994) verlässt die Art ab Mitte März das Winterquartier. Dies kann bestätigt werden.
Mit einer mittleren Überwinterungsdauer zwischen (97) 140 und 163 Tagen steht die Wasserfledermaus an zweiter Stelle der Überwinterer. HARRJE (1994) gibt dagegen 177 bis 194 Tage an. Die bei DAAN & WICHERS (1968) angegebene Maximalaufenthaltsdauer (196 Tage) liegt unterhalb der ermittelten Werte (207 bis 223 Tage).

Bei keiner Art konnten im Dyckerhoff-Tunnel so viele Parallelen zwischen beiden Saisons festgestellt werden wie beim Großen Mausohr. Obwohl einzelne Exemplare schon Anfang September ankamen, traf der Großteil ab Mitte Oktober ein. Diese Ergebnisse stimmen mit Angaben von SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) überein. Der Abflugsbeginn Mitte (Ende) März passt zu Angaben von MESCHEDE & RUDOLPH (2004).
DAAN & WICHERS (1968) geben als maximale Aufenthaltsdauer 208 Tage an (eigene Daten: 153 bis 227 Tage), allerdings beziehen sich ihre Angaben zu Erst- und Letztbeobachtung auf zwei verschiedene Quartiere, was die Vergleichbarkeit erschwert.

Wie bereits im Kapitel 6.2.1 erwähnt, steht die Zahl schwärmender Bechsteinfledermäuse in keinem Verhältnis zu den sichtbaren Überwinterern, obwohl den Tieren die Quartierorte demnach bekannt sind. Ein Großteil der Bechsteinfledermäuse scheint den Winter in Baumquartieren zu verbringen (DIETZ et al. 2007). Möglicherweise verließen die im Rahmen dieser Arbeit zu späten Zeitpunkten gefundenen Bechsteinfledermäuse witterungsbeeinflusste Baumquartiere und suchten die relativ konstant temperierten Quartiere zur Energieeinsparung auf. HAENSEL (1978, 1991) spricht von einer nicht besonders ausgeprägten Bindung an untertägige Quartiertypen, außerdem ermittelte er häufige Wechsel der Winterquartiere. Dies könnte als Begründung in Betracht kommen. Die Winterschlafdauer betrug zwischen 40 und 93 Tagen und liegt damit im Rahmen der Angaben von HAENSEL (1991). Die Kenntnisse über das Überwinterungsverhalten der Bechsteinfledermaus im Osnabrücker Hügelland sind sehr lückenhaft (MÄSCHER, mdl. Mitt. 14.07.2008). Der Bedarf für weitere, intensive Forschungen an dieser Art, v. a. zum Winterverbleib, besteht durchaus.
Eine weitere Art, die die untersuchten Quartiere nur einen mäßig langen Zeitraum nutzte (zwischen 36 und 82 Tagen mittlerer Überwinterungsdauer), ist das Braune

Langohr. Ab November wurden nach und nach Individuen angetroffen. DAAN & WICHERS (1968) bestätigen die Besiedelung ab Anfang November. SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) geben die Winterschlafzeit von Oktober/November bis März/April an. Im Jahr 2006 erstreckte sich die Einwanderungsphase über einen längeren Zeitraum. Dies kann mit den recht milden Temperaturen im Herbst zusammenhängen (vgl. eigene Messungen Anhang A II a), zumal diese Art als relativ kälteunempfindlich gilt (BRAUN & HÄUSSLER 2003). Im Februar 2007 hatte der Großteil der Langohren das Quartier verlassen und kam offensichtlich auch bei noch einmal sinkenden Temperaturen nicht zurück. Im Jahr 2008 fallen Aussagen zur Beendigung des Winterschlafs schwer, da bei dem Hochwasserereignis Ende Januar der Großteil der Langohren ertrank (vgl. Kap. 7).

Früher wurde noch davon ausgegangen, dass der Winterschlafbeginn rein temperaturabhängig ist (z.B. NATUSCHKE 1960). Bald darauf wurden aber mehr und mehr auch endogene Faktoren berücksichtigt (z.B. GRIMMBERGER 1979).
Eine Mischung aus artspezifischen und endogenen Verhaltensweisen und Beziehungen zur Temperatur lässt sich neben dem Braunen Langohr auch bei der Fransenfledermaus feststellen. Die Maximalzahl der Braunen Langohren im Dyckerhoff-Tunnel im Jahr 2008 wurde am 05.01. nach einer kurzen Kälteperiode (-1°C bis 2°C) Anfang Januar (UNIVERSITÄT OSNABRÜCK 2008) ermittelt. Bei der Fransenfledermaus konnten Zunahmen verzeichnet werden, wenn die Außentemperatur mehr oder weniger stark fiel (z.B. 07.12.2007 = 12 Individuen, 12°C; 16.12.2007 = 23 Individuen, -1°C, Temperaturen gemessen um 23 Uhr, UNIVERSITÄT OSNABRÜCK 2008). LINDENSCHMIDT & VIERHAUS (1997) sahen einen Zusammenhang zwischen milden und kalten Wintern und dem unterschiedlichen Auftreten von Fransenfledermäusen. Temperaturschwankungen standen auch am Dyckerhoff-Tunnel größtenteils im Zusammenhang mit unterschiedlichen Nachweiszahlen.

Eine weitere Parallele zwischen den beiden Arten ist die Art des Nahrungserwerbs, die sie auch mit der Bechsteinfledermaus teilen. Sie gelten als „gleaner“, d.h., sie lesen ihre Nahrung u. a. von der Vegetation ab oder jagen dicht an dieser (MESCHEDE & HELLER 2002). Das spätere Eintreffen im Quartier, das frühere Verlassen und die demnach kürzere Überwinterungsdauer kann also gegebenenfalls mit einem länger vorhandenem Beuteangebot und dem breiteren Beutespektrum (z.B.

GEISLER & DIETZ 1999, Fransenfledermaus) zusammenhängen. Nach MESCHEDE & HELLER (2002) kann sich z.B. die Fransenfledermaus ihr nötiges Winterfett über einen längeren Zeitraum (bis in den Dezember) anlegen.
JURCZYSZYN (1998) gibt, parallel zu den eigenen Daten, einen Anstieg der Fransenfledermauszahl während des Novembers und Anfang Dezember an, allerdings registrierte er erst im März deutliche Abnahmen. DAAN & WICHERS (1968) dagegen beschreiben Ende Oktober als Besiedelungszeitpunkt in Süd-Limburg. Die maximale Überwinterungsdauer betrug dort 165 Tage (DAAN & WICHERS 1968), sie ähnelt also den Daten aus dem Dyckerhoff-Tunnel.

Interpretationen von Daten fallen schwerer, je geringer die Individuenzahl (Stichprobengröße) einer Art ist. So kann beispielsweise nicht begründet werden, warum die Bartfledermäuse im Dyckerhoff-Tunnel im zweiten Jahr deutlich früher eintrafen und länger überwinterten als in der ersten Saison. SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) geben für beide Arten eine Überwinterungsspanne von Oktober bis März bzw. April an, die den eigenen Erhebungen entspricht. Die Literaturangaben zur Überwinterungsdauer der Kleinen Bartfledermaus sind nach HÄUSSLER (2003a) z. T. widersprüchlich. Einzelne Exemplare werden schon im September angetroffen, der Hauptzustrom ins Winterquartier scheint erst im Dezember zu erfolgen. Im Vergleich zur Schwesterart gehört die Große Bartfledermaus nach HÄUSSLER (2003b) zu den Arten mit lang ausgedehnter Winterschlafphase. Möglicherweise wird es, zur Klärung solcher Fragen, in Zukunft nötig sein, die beiden Bartfledermausarten im Winterquartier genau zu bestimmen.

6.4 Paarungs- und Sozialverhalten

Die Beobachtungen des Putzverhaltens entsprachen den Angaben in der Literatur (Durchkämmen des Fells mit den Fußkrallen, ausgiebiges Pflegen der Flughäute) (GEBHARD 1997; SCHOBER & GRIMMBERGER 1998).

Bei den Teichfledermäusen konnte nach einigen Kopulationen auch gegenseitige Körperpflege festgehalten werden. Ob dies mit einem reinen Komfortverhalten zu tun hat oder noch Teil der Paarungshandlung ist, lässt sich nicht genau sagen. Möglicherweise wird so eine Bindung zwischen den Kopulationspartnern geschaffen. Dafür spräche auch die Beobachtung, dass die Tiere nach der Kopulation gemeinsam einen neuen Hangplatz aufsuchten oder die Tatsache, dass eine dritte Teichfledermaus vom Männchen lautstark attackiert wurde, als sie „seinem" Weibchen zu nahe kam.
Die gegenseitige Körperpflege wurde auch ohne direkten Paarungsbezug festgestellt. Eine Hypothese wäre, dass es sich um eine soziale Kontaktaufnahme von miteinander vertrauten Tieren handelt. Ähnliches erwähnt GEBHARD (1997). Diese Beschreibungen treffen u. U. also nicht nur auf Wochenstubenkolonien oder Männchengemeinschaften zu, sondern auch auf gemischtgeschlechtliche Winterschlafkolonien. Bei der Teichfledermaus ist diese Handlungsweise offenbar sehr ausgeprägt. Gerade zu Beginn der Winterschlafzeit wurden gelegentlich mehrere gleichzeitig wache Individuen im gleichen Fach eines Steines im Dyckerhoff-Tunnel angetroffen. Ob dies Zufall war oder etwas mit einem „Wiedersehen" untereinander bekannter Tiere zu tun hatte, bleibt hypothetisch.

Kopulationen im Winterquartier können, v. a. bei den *Myotis*-Arten, relativ häufig beobachtet werden (GRIMMBERGER 2002a). Allerdings liegen bisher nur wenige veröffentlichte Dokumentationen über das Paarungsverhalten einzelner Arten vor.
Die in der Literatur (z.B. bei GRIMMBERGER et al. 1987; GRIMMBERGER 2002a; DIETZ et al. 2007) beschriebenen Handlungen beim Paarungsakt, wie das „Betrommeln" oder das Verbeißen im Nackenfell konnten wahrgenommen werden.

Die Paarungen von Teichfledermäusen wurden von September bis Anfang Dezember erfasst. In dieser Zeit war auch die Zahl der bei den Kontrollen wachen Tiere am höchsten. Danach wurden bei den Begehungen nur selten bis nie wache

Teichfledermäuse angetroffen. DENSE et al. (1996) stellten allerdings noch im Januar eine Paarung fest.
Die ersten Kopulationen der Wasserfledermäuse konnten im Oktober registriert werden. Im September und Januar wurden keine Paarungen beobachtet. Im Januar kann dies mit den in beiden Jahren geringen Kontrollgängen zusammen hängen. HARRJE (1994) ermittelte Paarungen von September bis März. KLAWITTER (1980) beschrieb die früheste Paarung im August, ROER & EGSBAEK (1969) nahmen Paarungen bis in den März und die erste Aprilhälfte wahr.
Berichte über Paarungen von Großen Mausohren und Fransenfledermäusen im Winterquartier liegen nur unzureichend vor. Die Fransenfledermauspaarungen fanden im Dezember und Januar statt und decken sich somit mit Aussagen von JURCZYSZYN (1998). GRIMMBERGER (2002a) dagegen beobachtete eine Paarung im Januar. Nach DIETZ et al. 2007 paart sich diese Art auch an Schwärmquartieren.
Für die Großen Mausohren beschreiben EISENTRAUT (1949), GEBHARD (1997) und SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) Paarungen im Winterquartier. Wesentlich häufiger scheinen bei dieser Art Paarungen in Männchenquartieren oder an anderen Quartieren in Baumhöhlen, Fledermauskästen etc. zu sein (z.B. MESCHEDE & RUDOLPH 2004; SCHMIDT 2006).
Auch für die Teichfledermaus liegen Belege für Paarungsgemeinschaften in Fledermauskästen oder sonstigen Nisthöhlen vor (DIETERICH et al. 1998; BOSHAMER & LINA 1999; GRIMMBERGER 2002).

Warum paaren sich manche Fledermäuse also offensichtlich bereits im Spätsommer und Frühherbst und andere kopulieren erst im Winterquartier? Durch die Fähigkeit der Weibchen, das Sperma im Genitaltrakt zu speichern, und die Tatsache, dass sie sich promiskuitiv verhalten, wäre es denkbar, dass sich die Weibchen sowohl in Paarungsquartieren, als auch im Winterquartier paaren und somit die sich dadurch ergebene Genvielfalt ausnutzen. Ähnlich könnte es sich bei den Männchen verhalten. Durch Paarung an mehreren Orten mit verschiedenen Weibchen erhöht sich u. U. die Chance, die eigenen Gene weiter zu geben. Dass es, v. a. im Winterquartier, dazu kommt, dass sich sowohl Männchen als auch Weibchen mit mehreren Partnern paaren, belegt HAARJE (1994).
Die Beschreibungen zum Wachheitsgrad der Weibchen von GRIMMBERGER et al. (1987) konnten für die Großen Mausohren und einen Teil der Wasserfledermäuse

bestätigt werden. Die Teich- und Fransenfledermausweibchen machten dagegen während der Paarung einen wachen, nicht oder kaum noch lethargischen Eindruck.

Für die Wasserfledermaus liegen mehrfach Veröffentlichungen zur Partnerfindung vor, die sich alle sehr ähneln. Paarungsbereite Männchen finden ein Weibchen anscheinend über „Versuch und Irrtum" (GRIMMBERGER et al. 1987; JURCZYSZYN 1998): Das Männchen fliegt im Quartier umher und „begutachtet" verschiedene Fledermäuse indem es z.B. immer wieder die Genitalregionen kontrolliert. Hat das Wasserfledermausmännchen ein Weibchen gefunden, so nimmt es Paarungsstellung ein. Ein solches Verhalten wurde während der Datenerhebung bei Wasser- und auch bei Fransenfledermäusen registriert. HARRJE (1994) berichtet davon, dass auch flugaktive Wasserfledermausweibchen torpide Männchen aufsuchen und sich mit ihnen paaren. Von der nordamerikanischen Kleinen Braunen Fledermaus (*Myotis lucifugus*), die der Wasserfledermaus sehr ähnelt, ist bekannt, dass die Männchen zu Beginn der Paarungszeit im August rufend an den Wänden des Quartiers hängen und Weibchen anlocken (FENTON 1983 zitiert in GRIMMBERGER et al. 1987). Solche Verhaltensweisen konnten nicht festgestellt werden.
Eine andere, in der Literatur nicht beschriebene Verhaltensweise wurde im Dyckerhoff-Tunnel mehrfach registriert: Das „Anlocken" der Männchen durch die hohen, rhythmischen Rufe der Weibchen (vgl. Kap. 5.5).
Diese Beobachtungen zeigen eine weitere Taktik im vielfältigen Feld der Balzstrategien, obwohl die Tatsache, dass das Weibchen die Lockrufe aussendet, eher ungewöhnlich erscheint.
Besonders auffallend war, dass nie eine Teichfledermaus bei der „Suche" nach einem Partner beobachtet werden konnte. Bezug nehmend auf die oben beschriebene soziale Bindung wird vermutet, dass die Tiere schon vorher gemeinsam einen Hangplatz aufgesucht hatten. Weitere Nachforschungen wären hier nötig.

GRIMMBERGER et al. (1987) vermuten bei Wasserfledermäusen mehrere Ejakulationen. Eigene Beobachtungen an Wasser- und Teichfledermausmännchen können dies bestätigen. Die Dauer einer Paarung wird bei oben genannten Autoren mit 15-30 Minuten angegeben, im Tunnel wurde eine Paarungsdauer von einer halben Stunde bis zu einer dreiviertel Stunde ermittelt.

6.5 Aktivität im Winterquartier

Der „feeding-buzz“ stand im Zusammenhang mit dem Aufsuchen eines neuen Hangplatzes. Ob er darüber hinaus auch, wie im Freiland (LIMPENS & ROSCHEN 1995) auf Jagdgeschehen innerhalb des Tunnels hinweist, ist nicht eindeutig. Im Herbst 2007 wurde im Tunnel ein abgebissener Flügel einer Zackeneule (*Scoliopteryx libatrix*) gefunden. Diese Art überwintert regelmäßig an den Wänden von Untertagequartieren. EHLERS (1983) fand bei seinen Untersuchungen ebenfalls abgebissene Spannerflügel, macht aber keine Angaben zu Jagdbeobachtungen. DAAN (1970) schloss Futteraufnahme im Winterquartier für die *Myotis*-Arten aus, hält es bei *Plecotus auritus* jedoch für möglich.

6.5.1 Stationäre Soziallaute

In der Literatur fehlen Beschreibungen der Lautäußerungen von Fledermäusen im Winterquartier weitestgehend oder beinhalten nur wenig konkrete Angaben (z.B. GRIMMBERGER et al. 1987).

Zwei Ruftypen konnten artgenau bestimmt werden. Dass die „Lockrufe“ bei eigenen Beobachtungen nur von Wasserfledermäusen vernommen wurden schließt nicht generell aus, dass dieser Ruftyp auch bei anderen Arten vorkommt. Dies bleibt zu überprüfen. Laut RUNKEL (in mail, 19.05.2008) können Langohrbalzrufe im Mischerdetektor mit denen von Fransenfledermäusen verwechselt werden. Dies sollte trotz der sicheren Auswertung (vgl. Anhang A XIII) berücksichtigt werden.

Allgemeine Soziallautuntersuchungen wurden in Jagdgebieten und an Sommerquartieren (Wochenstuben) durchgeführt (z.B. PFALZER 2002, PFALZER & KUSCH 2003). Durch das Fehlen von vergleichbaren Untersuchungen im Winterquartier (KUSCH, in mail 12.06.2008) und den relativ geringen Referenzaufnahmen, fallen Interpretationen und Einschätzungen der gerade vorliegenden Situation schwer. Verschiedene Soziallauttypen haben auch unterschiedliche Funktionen (PFALZER & KUSCH 2003). Über die Bedeutung der einzelnen Soziallautkategorien im Dyckerhoff-Tunnel kann allerdings nur spekuliert werden. Vor allem die starken Variationen der Langohrrufe werfen Fragen auf. Erklärungen werden von FURMANKIEWICZ (2004) angeboten. Offene Fragen bleiben aber z.B. warum die

„single calls“ im Tunnel vermehrt im Frühjahr und die „series of single calls“ mehr im Herbst abgegeben wurden.

Generell nimmt FURMANKIEWICZ (2004) an, dass es sich bei Rufen an und in Schwärm- bzw. Winterquartieren um Balzrufe (von Männchen) handelt. Dem Fang eines Langohrmännchens mit stark hervortretenden Nebenhoden Ende März 2008 gingen Verfolgungsjagden mit hoher Vokalisation voraus. Da sich nachweislich auch andere männliche Langohren im Tunnel befanden, wäre es durchaus denkbar, dass es sich um ein Zurückweisen anderer Männchen gehandelt haben könnte.

Wenn auch bisher nicht beschrieben scheint die Absicht der Wasserfledermausweibchen außer Frage zu stehen: Sie locken einen potentiellen Paarungspartner an.

Die „Abwehrtöne“ genannten Laute (Kategorie 2) wiesen Variationen auf. Dennoch scheinen diese eher art- bzw. individuenspezifisch zu sein, als eine unterschiedliche Bedeutung zu besitzen. In jedem beobachteten Fall wurde das rufende Tier durch eine Berührung gestört bzw. geweckt. Ähnliche Beschreibungen finden sich schon bei EISENTRAUT (1949). Das reflexartige Aufsperren des Mauls kann dabei als Drohgebärde verstanden werden (GEBHARD 1997). Die Ausprägung und der Klang eines solchen Soziallauts könnte auch eine Frage des Wachheitsgrads einer Fledermaus sein.

Die in Kategorie 3 beschriebenen Laute spielen vielleicht in der Kommunikation der Fledermäuse eine größere Rolle. Über sie könnten Warnungen, Aggressionen, Beunruhigungen, aber möglichenfalls auch „freundliche Kontaktaufnahmen“ übermittelt werden.

Bei den Fransenfledermauspaarungen, z. T. auch bei Wasserfledermäusen, schien es sich bei den während der Paarung abgegebenen Lauten der Weibchen um Abwehr oder Protest zu handeln. Nach BARCLAY & THOMAS (1979) zitiert in GRIMMBERGER (2002a) reagieren auch wache Weibchen der Kleinen Braunen Fledermaus auf Paarungsabsichten mit lautem Gezeter. Zu einer Stimmungsübertragung, ähnlich wie NEUWEILER (1993) sie für den Indischen Flughund (*Pteropus giganteus*) beschreibt, scheinen weder die Laute kopulierender Männchen noch Rufe der Weibchen zu führen.

6.5.2 Aktivitätsverläufe

Die kritische Betrachtung der Daten wird durch den Mangel an akustischen Aktivitätsuntersuchungen innerhalb eines Winterquartiers erschwert. Meist wurden lediglich Ein- und Ausflüge mit Hilfe von Lichtschranken dokumentiert (vgl. Kapitel 6.1.3).
Im Gegensatz zu einer solchen Lichtschrankenüberwachung konnte mit der Horchkiste allerdings nicht unterschieden werden, ob es sich um ankommende oder abfliegende Tiere handelte oder um innerquartierliche Bewegungen.
Der Anteil einzelner Individuen bleibt unklar. Ebenso lässt sich die Häufigkeit der Beteiligung bestimmter Arten nur nach subjektivem Empfinden abschätzen. Während bei den Kontrollen vermehrt wache Fransen- und Wasserfledermäuse angetroffen wurden, reduzierte sich die Anzahl wacher Teichfledermäuse und Großer Mausohren im Saisonverlauf. Bei EHLERS (1983) hatten Fransenfledermäuse Ende Oktober/ Anfang November einen Anteil von 89% an den Aktivitätsaufzeichnungen. Die ausschließlichen Fänge der Fransenfledermaus im Tunnel im November sprächen auch hier für eine hohe Beteiligung der Art.

Die stündlichen Aktivitätsspitzen wurden vermutlich immer nur von einzelnen Individuen erzeugt. Nachlassende Bewegung dieser Tiere führte dann wahrscheinlich zu einem mehr oder weniger starken Abfall der Aktivität in der darauf folgenden Stunde.

Jahreszeitliche Aktivität - Flug -

Die Flugbereitschaft war im Herbst am höchsten. Dies fällt zum einen mit dem Aufsuchen des Winterquartiers zusammen, zum anderen mit der Schwärmphase. Während dieser Phase sind Einflüge sowie Flugbewegungen innerhalb des Quartiers keine Seltenheit (vgl. FENTON 1969, HARRJE 1994). Vor allem die Ergebnisse der Vorbeiflüge mehrerer Fledermäuse und die mit Sonderlauten sprechen dafür. Es könnte sich um „Verfolgungsflüge“ handeln (vgl. MESCHEDE & RUDOLPH 2004), da es auch zu Überschneidungen beider Klassen kam und neben „feeding-buzzes“ auch Soziallaute (Balzrufe?) im Flug abgegeben wurden. Die „feeding-buzzes“ erlauben darüber hinaus die Interpretation, dass es sich um im Quartier eintreffende Tiere handelte (Hangplatzsuche). Möglicherweise dienten diese Rufe erstmalig den Dyckerhoff-Tunnel aufsuchenden Fledermäusen als Orientierung. In den Tagstunden könnten darüber hinaus Hangplatzwechsel eine Rolle spielen.

Im November war der Aktivitätshöhepunkt erreicht. Die wenigen im November durchgeführten Fänge vor dem Quartier lassen auf ein Ende der Schwärmperiode in diesem Monat schließen und deuten mehr auf Bezug der Quartiere hin (s. Kap. 6.2.1). Wie oben erwähnt könnte der Hauptbesiedelungsstrom der Fransenfledermäuse maßgeblich zu diesem Ergebnis beigetragen haben. Zur Klärung dieser Vermutung wäre eine Fotografierlichtschranke sicher von Vorteil. Im Dezember nahm die Flughäufigkeit erwartungsgemäß ab. Dieser Monat kann als Beginn der Tiefwinterschlafphase angesehen werden. DAAN (1973) und EHLERS (1983) bestätigen die geringe Aktivitätsbereitschaft in den Wintermonaten. Im Januar kam es zu keiner Steigerung der Flugbewegungen, lediglich im Februar wurde zum ersten Mal wieder ein höheres Maximum erzielt. Ab Februar fanden auch die Umgruppierungen im Tunnel statt (vgl. Kapitel 5.7.2), aus denen ein Teil der Flüge resultieren könnte. Des Weiteren könnten auch erste Abwanderungen aus dem Quartier verantwortlich sein. Im Gegensatz zu Angaben von DAAN (1973) und EHLERS (1983) wurde im Frühjahr nicht noch einmal erhöhte Flugaktivität festgestellt. Wie im Kapitel 6.1.3 beschrieben, kann dies aber auch mit der nicht vollständigen Ruferfassung zusammen hängen, da eigentlich von einem zur Ausflugzeit gesteigertem Flugaufkommen ausgegangen werden muss.

Jahreszeitliche Aktivität - Soziallaute -

Aussagen vor dem Hintergrund von Literaturangaben sind kaum bis gar nicht möglich, so dass die angebotenen Erklärungen rein spekulativ bleiben.

Im September wurden nur wenige soziale Rufe aufgenommen. Hierbei könnte es sich um die bereits vermehrt anwesenden Teichfledermäuse gehandelt haben. Ab Oktober nahmen die Soziallautaufnahmen zu und erreichten, wie die Flüge, im November ihr Summenmaximum. In dieser Zeit ermöglichen die Energiereserven anscheinend noch vermehrte Aktivitäten. Im Gegensatz zum Fluggeschehen nahmen die sozialen Aktivitäten/Laute im Verlauf der folgenden Monate nur geringfügig ab, eine typische Winterruhe war kaum feststellbar, obwohl die Peaks ab Februar geringer ausfielen. Auffallend sind die verhältnismäßig wenigen Aufnahmen im April, die sich aber auch u. U. auf die nicht vollständige Erfassung zurückführen lassen.

Die Ergebnisse zeigen, dass, v. a. in einer kopfstarken Überwinterungsgruppe, die sozialen Interaktionen relativ jahreszeitenunabhängig ablaufen (Ausnahme: Braune Langohren).

Vielleicht zeigen die Soziallaute ein deutlicheres Bild der Winterquartiersaktivität, da auf einen, z.B. von einer anderen Fledermaus oder durch endogene Faktoren initiierten Aufwachvorgang, der u. U. mit Lautäußerungen verbunden ist, nicht zwangsläufig auch eine Flugbewegung folgen muss.

Tageszeitliche Aktivität

Fledermäuse scheinen, neben einem jahreszeitlichen, auch einem tageszeitlichen Rhythmus zu unterliegen. Der Einfluss des „Hell-Dunkel-Zyklus“ wurde sowohl im Sommer (z.B. VOÛTE et al. 1974), als auch im Winter (z.B. PARK et al. 2000) untersucht. Bei nachtaktiven Tieren stellt sich die Frage nach den Gründen für die am Tage registrierte Aktivität.

Meistens lagen mindestens zwei Flugmaxima in der Dunkelperiode. Zu dieser Aussage kam auch EHLERS (1983). Allerdings traten bei den Maxima immer wieder Verschiebungen auf. Trotz des nächtlichen Schwerpunkts der Ereignisse fanden Flüge zu allen Zeiten des Tages statt. Dies beschreibt auch EHLERS (1983). DAAN (1973) erwähnt eine deutliche Nachtbindung im Oktober, allerdings verlief die Aktivität mit fortschreitender Saison weniger rhythmisch. Ähnliches führt auch ERKERT (1982) an. Die Bindung an die Nachtstunden kehrte erst ab Februar zurück, als die Tiere wieder aktiver wurden (DAAN 1973). Auch im Dyckerhoff-Tunnel verteilten sich die Flugbewegungen in den Wintermonaten, v. a. im Dezember, etwas ausgeglichener über den 24-Stunden-Zeitraum und es kam nur zu einer eingipfeligen Aktivitätsspitze in den Nachtstunden. Wenn also die Nachtbindung die Flugereignisse charakterisiert, wie kamen dann die Peaks in den Nachmittagstunden (14:00-16:00 Uhr) in den Herbstmonaten sowie im April zustande und woraus resultieren die Verschiebungen?
Man geht davon aus, dass Fledermäuse durch die Dunkelheits- bzw. Tageslichtphasen eine Art „innere Uhr“ entwickelt haben, sich ein so genannter circadianer (24-stündiger) Rhythmus eingestellt hat (NEUWEILER 1993; GEBHARD 1997). Ein Verhalten, dass sich „light sampling“ nennt, wurde bei verschiedenen Fledermausarten festgestellt: Einzelne Tiere fliegen, zwecks Synchronisation der inneren Uhr mit den Lichtverhältnissen, immer wieder zum Ausgang des Quartiers, an dem die aktuellen Verhältnisse überprüft werden können (ERKERT 1982; VOÛTE 1984; GEBHARD 1997). Im März 2008 wurde abends ein solches Verhalten bei einer Teichfledermaus beobachtet. Untersuchungen von PARK et al. (2000) an Großen

Hufeisennasen im Winterschlaf zeigten, dass zehn von elf Fledermäusen ihre Arousal mit der Dämmerung synchronisierten. Eine Fledermaus zeigte dagegen einen „freilaufenden“ Rhythmus, der nicht an spezielle Tageslichtverhältnisse bzw. –zeiten gebunden war. Die verstärkte Nachtbindung (v. a. im Herbst) kann damit zusammen hängen, dass bei manchen Tieren der tägliche Rhythmus noch vorhanden ist und durch gelegentliche Ausflüge weiterhin synchronisiert wird. Eine gewisse Synchronisation mit der beginnenden Dunkelheit zeigte sich im Herbst bei Betrachtung der Maxima, die sich immer weiter in die frühen Abendstunden verschoben, je fortgeschrittener der Herbst war (vgl. Anhang A III a).Wenn die Schlafphasen im Winter länger werden, wachen die Tiere aufgrund von Differenzen in ihrem mittlerweile freilaufenden endogenen Rhythmus zu unterschiedlichen Zeiten des Tages auf (vgl. ERKERT 1982).

Auch bei der Sozialaktivität wurde ein Bezug zur Dunkelperiode erkannt, jedoch gab es auch am Tage regelmäßig hohe Peaks. Zudem waren die Maximalereignisse tageszeitlich verstreuter (vgl. Anhang A III a). Gründe für diese Streuungen können in den verschiedenen endogenen Rhythmen der vielen unterschiedlichen Überwinterer liegen. Die im Vergleich zu den Flugbewegungen höheren Maxima verwundern bei z.B. bis zu einer dreiviertel Stunde dauernden Paarungen (vgl. Kapitel 6.4) kaum.

Zu dem Schluss, dass es keine konstanten Wechsel zwischen Ruhe- und Aktivitätsphasen gibt, kam auch DAAN (1973).

Korrelationen

Die Beziehungen werden als nahezu unbedeutend angesehen und die Vermutung liegt nahe, dass noch weitere Einflussfaktoren für die innerquartierliche Aktivität existieren. EHLERS (1983) korrelierte Flugereignisse mit Außentemperaturen und stellte dabei fest, dass höhere Temperaturen eine größere Flugaktivität bewirken.

Die Abgabe von Soziallauten scheint unabhängig von Flugbewegungen zu sein. Es verwundert allerdings nicht, dass ein schwacher Zusammenhang zwischen sozialen Lauten und Vorbeiflügen mehrerer Fledermäuse besteht. Sind mehrere Tiere gleichzeitig aktiv erhöht sich die Chance von gegenseitigen Störungen und Interaktionen. Auch die Zusammenhänge zwischen den beiden Flugklassen mehrerer Vorbeiflüge und Sonderlaute erlauben die Überlegung, dass es sich um z.B. um Balz o. ä. handelt.

6.6 Hangplatznutzung

Bei der Wahl eines Hangplatzes scheinen individuelle Präferenzen und auch Traditionen eine Rolle zu spielen. Im Jahr 2008 wurde z.B. die Bechsteinfledermaus im Stollen I an demselben Hangplatz angetroffen, den die Art auch 2007 nutzte.
Ob es sich um dasselbe Tier handelte oder dieser Platz für die Art besonders attraktiv ist, bleibt allerdings offen. Dass Hangplätze aber immer wieder von denselben Tieren genutzt werden oder von anderen Individuen gleicher Art erwähnt GEBHARD (1997).
Die Hangplätze der Teichfledermäuse im Stollen I konzentrierten sich an drei Stellen des Quartiers. LINDENSCHMIDT & VIERHAUS (1997) erwähnen für diese Art nicht nur die Traditionsbildung bei der Quartier- sondern auch bei der Hangplatzwahl. DAAN (1973) errechnete, dass 40% aller von ihm beobachteten Teichfledermäuse einen schon einmal von ihnen genutzten Hangplatz erneut besetzten.
Im Dyckerhoff-Tunnel nutzte die Teichfledermaus E421549 einen Hangplatz in der ersten Deckenfuge und den Deckenstein D3 in beiden Saisons. Bemerkenswert ist, dass eine gewisse zeitliche Präferenz zu bestehen scheint: Zu Beginn der Winterschlafphase hing sie in beiden Jahren für etwa den gleichen Zeitraum in der ersten Deckenfuge, die Zeit vor dem Abflug im Frühjahr verbrachte sie in D3.
Ein weiterer Beleg für die Traditionsbildung ist die Tatsache, dass sechs Hangplätze des Stollen I in beiden Saisons von Teichfledermäusen genutzt wurden. Besonders hervorzuheben ist der Hangplatz 1, an dem sich seit ca. 10 Jahren Teichfledermäuse zu einem Cluster zusammenschließen (MÄSCHER, mdl. Mitt. 14.07.2008).
Durch die soziale Thermoregulation kommt es zu einer Energieeinsparung (geringere Wärmeverluste) (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998), die im Winterschlaf von Vorteil ist. Die offensichtliche Neigung der Art zur Clusterbildung zeigte sich auch in anderen Quartieren (Andreasstollen, Ockerstollen, Sommerloch). Im Stollen I kamen auch „Mini-Cluster“ von zwei Tieren häufig vor. Ob dieses Verhalten ausschließlich mit Energieeinsparung zu tun hat oder noch weitere, soziale Gründe eine Rolle spielen, ist noch weitestgehend unerforscht. DAAN (1973) stieß bei seinen Untersuchungen zum Großteil auf einzeln hängende Individuen, jedoch war eine gemeinsame Hangplatznutzung deutlicher zu erkennen als bei anderen Arten. Er schloss auf eine gewisse soziale Tendenz in der Hangplatzwahl, die bestätigt werden kann.
Die durch die Markierung ermittelte Tatsache, dass Tiere auch immer wieder vom Cluster zu einem Einzelhangplatz wechselten und zurück, könnte mit einer

zeitweiligen Störungsvermeidung zusammen hängen. Bei der Auswertung der Konstellation innerhalb des Clusters konnten keine Besonderheiten festgestellt werden. Weder hingen bestimmte Tiere ausschließlich über- oder nebeneinander, noch konnte eine Art „Rotation“ ermittelt werden, bei der immer ein Tier z.B. in der Mitte hing. Die Zusammensetzung scheint also willkürlich zu sein. Zu diesem Schluss kommt auch GEBHARD (1997) bei seinen Beobachtungen einer Winterschlafgesellschaft von Großen Abendseglern (*Nyctalus noctula*). Da die Geschlechtszusammensetzung im Cluster unbekannt ist, können über mögliche Aggregationen von Männchen oder Weibchen keine Aussagen getroffen werden.

Auffällig ist die variable Hangplatznutzung der Teichfledermäuse. Im Stollen I hingen sie zwar überwiegend frei, wurden aber in anderen Quartieren auch in tiefen Spalten, Bohrlöchern oder Schächten angetroffen. Die Art scheint auch eine Vorliebe für „kaminähnliche“ Verstecke zu haben (eigene Beobachtung in holländischen Bunkeranlagen bei Den Haag und Wassenaar). Zu dieser Erkenntnis kamen auch LINDENSCHMIDT & VIERHAUS (1997) in westfälischen Quartieren.

Im Dyckerhoff-Tunnel können, durch die überwiegende Nutzung der Hohlblocksteine, kaum Aussagen über die Ansprüche, die bestimmte Arten an bevorzugte Hangplätze stellen und ihre Vorlieben, getroffen werden.

Dass die Hohlblocksteine eine Aufwertung des Quartiers sind, ist unumstritten (vgl. Bestandsentwicklung der Teichfledermäuse im Kapitel 3.3.1). Auf eine positive Wirkung des Einsatzes von Hohlblocksteinen weisen auch KLUPSCH (2004) und HÜBNER & PAPADOPOULOS (1997) hin. LINDENSCHMIDT & VIERHAUS (1997) berichten weiterhin, dass die Teichfledermaus als erste Art neu angebrachte Hohlblocksteine in einem westfälischen Winterquartier nutzte.

Im Stollen I hingen die Wasserfledermäuse zum Großteil frei bzw. mit Bauchkontakt zum Wandgestein oder an der Decke, seltener in Spalten eingezwängt. Im Dyckerhoff-Tunnel nutzte die Art auch Spaltenverstecke. Die Besetzung freier Hangplätze im Stollen I kann mit den relativ konstanten Temperaturen zwischen 7,43°C und 9,03 zusammen hängen, so dass aus klimatischer Sicht kaum eine Notwendigkeit für geschützte Plätze bestand.

Fransenfledermäuse wurden im Stollen I nicht nachgewiesen, im Dyckerhoff-Tunnel bis auf einen Fall ausschließlich in den künstlich vorgegebenen Hangplätzen (= Hohlblocksteinen). JURCZYSCYN (1998) stellte bei Wasser- und Fransenfledermäusen Hangplätze in Spalten etc. fest, wobei er mehr Fransen- als Wasserfleder-

mäuse in diesen Positionen fand. WEIDNER (1996) stimmt bei den Fransenfledermäusen mit JURCZYSZYN (1998) überein, gibt für die von ihm gefundenen Wasserfledermäuse allerdings überwiegend freie Hangplätze an. BINNER et al. (2003) haben Fransenfledermäuse sehr selten, Wasserfledermäuse dagegen überaus häufig freihängend gefunden. Nach KRETZSCHMAR (2003) überwintern Fransenfledermäuse zu größten Teilen gut versteckt in tiefen Hohlräumen/Spalten. Bei Untersuchungen von BOGDANOWICZ & URBANCZYK (1983) nutzten über 70 % der Wasserfledermäuse komplett geschützte Verstecke.

Die Großen Mausohren hingen im Stollen I ausschließlich frei, auch im Tunnel oder in anderen Quartieren wurden sie fast nie in Spalten angetroffen. Als Freihänger werden die Großen Mausohren bei FELTEN (1953), BOGDANOWICZ & URBANCZYK (1983), JURCZYSZYN (1998), DORGELO & PUNT (1969), KULZER (2003) und WEIDNER (1996) bezeichnet. Auch HAHN et al. (2003) fanden Große Mausohren, aber auch Bechsteinfledermäuse an freien Hangplätzen vor.

Nach WEIDNER (1996) kommt beim Braunen Langohr eine große Bandbreite von Hangplatzgelegenheiten vor. Zu ähnlichen Aussagen kommen auch DIETZ et al. (2007). Eigene Eindrücke bestätigen dies.

Die Bartfledermäuse hingen im Tunnel bevorzugt im hinteren Teil frei oder auch in Deckenspalten. Offensichtlich werden kühlere Temperaturen, wie sie dort vorzufinden sind, bevorzugt. NAGEL & NAGEL (1991) favorisieren ebenfalls diese These.

Vielleicht handelt es sich bei Wasserfledermaus, Teichfledermaus und Braunem Langohr um sehr anpassungsfähige Arten. Es scheint, als werden die Hangplätze dieser Arten eher nach dem Charakter und der Ausgestaltung eines Quartiers gewählt. Bei der einen oder anderen Art scheinen Parallelen zu Hangplätzen im Sommerquartier zu bestehen. So hängen Mausohren in ihren Wochenstuben frei an der Decke, Fransenfledermäuse z.B. in Fledermauskästen oder Baumhöhlen sehr geschützt. Eine ähnliche Auflistung führen BEZEM et al. (1964) fort.

6.6.1 Räumliche Verteilung

Im Stollen I mieden alle Arten den direkten Eingangsbereich, in dem in unterirdischen Quartieren die größten Temperaturschwankungen herrschen (NEUWEILER 1993; GEBHARD 1997) und der somit für die Überwinterer eher ungünstig erscheint.

In verschiedenster Literatur wird von Untersuchungen zur räumlichen Verteilung von Fledermäusen im Winterquartier berichtet. Jedoch handelt es sich bei den Quartieren meistens um große, ausgedehnte Stollensysteme (z.B. DORGELO & PUNT 1969). Das in dieser Arbeit unter dem Aspekt betrachtete Quartier hat als Tunnel einen anderen Charakter. Dies erschwert durchaus die Vergleichbarkeit. Zum einen hat er nur eine Länge von ca. 95 m. Dazu kommt, dass es mikroklimatische Unterschiede zu den in der Literatur untersuchten Stollensystemen gibt. Im Gegensatz zu den Angaben bei DAAN & WICHERS (1967), dass die hinteren Bereiche des Quartiers die größte klimatische Konstanz und die höchste Temperatur aufweisen, werden im Dyckerhoff-Tunnel am Ende zeitweise die niedrigsten Temperaturen erreicht. Dies kann mit der geringen Überdeckung (nur wenige Zentimeter) auf den letzten 20,75 Metern zusammenhängen. Dies betrifft also vollständig den letzten Abschnitt (A5), der in beiden Saisons zu bestimmten Zeiten vermehrt angenommen wurde. Die Behauptung, dass Fledermäuse die kältesten Bereiche des Quartiers bevorzugen (EHLERS 1983), scheint sich zu bestätigen. Die kühleren und nahezu konstant luftfeuchten Verhältnisse machten den Abschnitt bis ins Frühjahr hinein attraktiv.
Da kontinuierliche innenklimatische Messungen nur im zweiten Untersuchungszeitraum erfolgten, fällt es schwer über die Verantwortung klimatischer Gründe für die in beiden Saisons z. T. unterschiedliche Besetzung zu spekulieren. In den Monaten September-maximal November lässt sich, gegenüber den anderen Monaten, eine gewisse Dynamik feststellen, d.h. die Besetzung der Abschnitte variierte mehr oder weniger stark. Dies könnte mit der Suche nach optimalen Hangplatzbedingungen der ankommenden Fledermäuse zu tun haben. So stellten auch DAAN & WICHERS (1967) im Herbst und im Frühjahr die meisten Hangplatzwechsel fest.

Im Frühjahr fand eine verstärkte Verlagerung der Teichfledermäuse in den ersten Abschnitt statt. Besonders stark wurde dabei der erste Deckenstein (D3) frequentiert. DORGELO & PUNT (1969) beschreiben dieses Phänomen als „internal migration“. Auch andere Autoren fanden bei ihren Untersuchungen heraus, dass es im Saison-

verlauf zu Unterschieden in der Anzahl der Fledermäuse in den verschiedenen Quartierbereichen kommt bzw. eine verstärkte Nutzung des Ein- und Ausflugbereichs im Frühjahr zu beobachten ist (ROER &EGSBAEK 1966; DAAN & WICHERS 1967; SKIBA 1987; HARRJE 1994). Die Umgruppierungen erfolgten von Januar bis April (HARRJE 1994), mit einem Maximum der Fledermäuse im Eingangsbereich im März (DORGELO & PUNT 1969). Neben der Teichfledermaus zeigten nach DAAN & WICHERS (1967) auch die Arten Kleine Bartfledermaus, Wasserfledermaus und Großes Mausohr das „internal migration"-Verhalten. Auch im Tunnel konnte festgestellt werden, dass sich Individuen anderer Arten etwa ab Februar in den ersten Abschnitt begaben. SKIBA (1987) äußert die Vermutung, dass dieses Verhalten mit einer Fühlungnahme mit den Außentemperaturen zu tun hat, um den günstigsten Abflugszeitpunkt zu finden. Andere Autoren machen mikroklimatische Faktoren für dieses Phänomen verantwortlich (z.B. DAAN & WICHERS 1967).Vor allem die Neigung, lufttrockenere Bereiche zu verlassen und solche mit hoher Luftfeuchtigkeit aufzusuchen, wird als Erklärung angeboten. Im vorderen Abschnitt des Dyckerhoff-Tunnels schwankte die relative Luftfeuchtigkeit neben konstant hohen Phasen zum Teil stark. Es erweist sich als schwierig, hier einen Zusammenhang herzustellen. Die genannte Fühlungnahme mit äußeren Bedingungen erscheint dagegen durchaus plausibel. Durch die gemeinsame Nutzung eines Steins durch viele Fledermäuse erhöht sich für ein einzelnes Tier u. U. die Chance einen guten Abflugzeitpunkt mitzubekommen.

Die Frage nach Gründen für die unterschiedliche Nutzung des, von anderen Quartiertypen abweichenden, Tunnels bedarf weiterer, intensiver Untersuchungen. Besonders die klimatischen Besonderheiten müssten näher betrachtet werden.

6.6.2 Hangplatzwechsel

Die im Tunnel gelb markierte Teichfledermaus wurde ein Mal wach am Hangplatz angetroffen und wechselte diesen noch vor dem Abflug (von S1 in D7). Hier bestätigt sich die Aussage von DAAN & WICHERS (1967), dass im Frühjahr noch einmal vermehrte Hangplatzwechsel durchgeführt werden. Ob der daraus resultierende erhöhte Energieverbrauch zum Ende der Winterschlafzeit dabei eher nachrangig ist, kann nicht mit Sicherheit behauptet werden. Dieses Tier konnte abfliegend am 20.04.2008 gefangen werden und wies ein Gewicht von 15 g auf.

Die Anzahl der registrierten Hangplatzwechsel im Stollen I lag zwischen „keine erkennbaren“ und acht Wechseln. Im Dyckerhoff-Tunnel wechselte die Teichfledermaus E 421549 zwei bzw. vier Mal (sichtbar) den Hangplatz. Bemerkenswert ist, dass die Zeiträume zwischen zwei Hangplatzwechseln in zwei Fällen (fast) identisch waren (vgl. Tab. 16). Diese individuelle Schlafphasendauer könnte also einem bestimmten Rhythmus folgen.
Die maximale, per Sichtkontrolle festgestellte, Aufenthaltsdauer an einem Hangplatz betrug 195 Tage. NEUWEILER (1993) behauptet, dass die Schlafdauer einer unter natürlichen Bedingungen hibernierenden Fledermaus 80 Tage nicht überschreitet.
Da ein Hangplatzwechsel als ein Ergebnis eines spontanen Arousals betrachtet werden kann, könnte über die Zeit, die ein Tier an einem Hangplatz hängt, die Schlafphasendauer festgestellt werden (SCHWEIZER & DIETZ 2002). Dies ist aber nur eingeschränkt möglich. Zum einen besteht die Chance, dass eine Fledermaus aufwacht und wieder in Winterschlaflethargie verfällt, ohne dass sie ihren Hangplatz verlässt, so dass der Anschein einer ununterbrochenen Schlafphase erweckt wird. Zum anderen können auch, v. a. durch den mit sieben bzw. 14 Tagen groß gewählten Kontrollintervall, Hangplatzwechsel unbemerkt geblieben sein (vgl. HARRJE 1994). Besonders würde dies ins Gewicht fallen, wenn ein Tier einen Hangplatz verlassen und wieder punktgenau aufsuchen würde. Durch die genaue Betrachtung von Fledermäusen, die z.B. mit Tautropfen bedeckt waren, Pilz- oder Parasitenbefall aufwiesen, konnte festgestellt werden, ob das Tier wach war, ohne das sich dies in einer Positionsänderung geäußert hat. Es ist davon auszugehen, dass ein waches Tier z.B. Kondenswasser „abschütteln“ wird. Auch SKIBA (1987) gibt Tauperlenüberzug als ein Maß für mögliche Aufwachvorgänge an. In der Regel konnte auch beobachtet

werden, dass Tiere, die einen Pilzbefall aufwiesen, nach einer Wachphase, zumindest vorübergehend, wieder pilzfrei waren. (vgl. Abbildungen 52 und 53)
Bei den Tieren „rot“ und „blau“ waren keine Hangplatzwechsel zu erkennen. Allerdings stellt sich hier die Frage nach einer genauen Definition von „Hangplatzwechsel“. Sie hielten sich bei den Kontrollen immer am Hangplatz 1 auf, jedoch in unterschiedlicher Position. Ob dies bereits als Hangplatzwechsel gewertet werden muss ist fraglich. Wenn dies so wäre, dann würde sich die Häufigkeit erhöhen und die Aufenthaltsdauer sinken. Vielleicht ist der Hangplatz im Cluster so attraktiv, dass er nicht verlassen oder immer wieder aufgesucht wird. Eine kontinuierliche Überwachung (z.B. per Videoaufzeichnung) des Clusters könnte Antworten liefern.

Die Periodendauer zwischen zwei Hangplatzwechseln war im Herbst, zu Beginn der Überwinterungsphase, deutlich kürzer als zu späteren Zeitpunkten (s. o., DAAN & WICHERS 1968; HARRJE 1994). Die Tiere „orange“, „hellgrün“, „dunkelgrün“ und „weiß“ wechselten nach ihrem Eintreffen im Quartier (Mitte September-Mitte Oktober) schon nach kurzer Zeit die gewählten Hangplätze. Ein „Ausprobieren“ potentieller Hangmöglichkeiten könnte als Erklärung dienen. Auffällig ist dabei nämlich durchaus, dass es sich in jedem Fall um Plätze handelte, die in der Saison 2006/2007 noch nicht besetzt vorgefunden wurden. Vielleicht ist dies aber auch ein Zeichen für nächtliches Quartierverlassen.
Die meisten Positionsänderungen stellte DAAN (1973) bei Wasserfledermäusen, die wenigsten bei Teichfledermäusen fest. Der subjektive Eindruck bestätigt dies. Ein Tier, das z.B. den Clusterhangplatz aufgesucht hatte, blieb eher da, als ihn wieder zu verlassen. Die Nutzung vieler verschiedener Hangplätze durch die Wasserfledermäuse im Stollen I liefert u. U. einen Hinweis darauf, dass diese Art im Vergleich zu anderen „umtriebiger“ ist.
Die Tiere „lila“ und „schwarz“ zeigten ein, von den anderen Teichfledermäusen im Stollen I, abweichendes Verhalten. Sie veränderten, über die Saison verteilt, am häufigsten den Hangplatz. „Lila“ hing sogar zu Beginn der Untersuchung am längsten am gleichen Platz. Nach NEUWEILER (1993) wechseln sich lange und kurze Schlafperioden durchaus ab. Die ermittelten Schlafphasen des Tieres „schwarz“ waren aber nie länger als 36 Tage und das Tier konnte an zwei Terminen gar nicht im Stollen I gefunden werden. Ob es sich der Kontrolle durch Aufsuchen eines tiefen Spaltenverstecks entzog oder kurzfristig das Quartier wechselte, konnte nicht geklärt

werden. Nach DAAN (1973) wechseln Fledermäuse durchaus während der Überwinterungsphase in einem geringen Umkreis das Quartier. Da der Silbersee eine Reihe von Quartieren bietet, könnte das Tier kurzfristig in ein benachbartes geflogen sein. Da das Geschlecht unbekannt blieb kann auch nur gemutmaßt werden, ob beispielsweise ein Männchen, zur Erhöhung seiner Reproduktionschance, ein anderes Quartier zu Paarungszwecken aufsuchte.
Warum sich diese beiden so anders verhalten als der Rest der markierten Tiere, konnte nicht geklärt werden. Ein vager Gedanke wäre, dass sich am Clusterhangplatz immer wieder die gleichen Tiere zusammen finden und sich gewisse soziale Strukturen bilden. Eine Fledermaus, die nun in einer Saison neu hinzukommt, integriert sich vielleicht (noch?) nicht oder nur zögerlich in diese Gruppe. Eine solche Fragestellung ließe sich vielleicht durch Beringung und durch Langzeitbeobachtungen klären.

Einen abschließenden Kritikpunkt stellt die Art der Berechnung der Aufenthaltsdauer am Hangplatz dar. Durch sie könnten die Spannen u. U. künstlich verlängert worden sein, was es zu berücksichtigen gilt.

6.7 Pilz- und Parasitenbefall

Nach DER SPIEGEL (2008) wurden in verschiedenen Bundesstaaten der USA seit dem Jahr 2007 extrem geschwächte oder auch tote Fledermäuse aufgefunden, von denen ein Großteil einen weißen Pilzrasen auf den Armen, Ohren und vor allem um die Nase aufwies. Amerikanische Forscher nannten diese Symptome deshalb „White-nose-syndrome“. Ein zu früher Verbrauch der Fettreserven, lange vor Ende der Winterschlafzeit (U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE 2008), führt vermutlich auch zu Verhaltensauffälligkeiten, so fliegen die Fledermäuse z.B. am Tage aus ihren Höhlen oder wurden entkräftet und dehydriert im Schnee kriechend beobachtet.
Die Sterblichkeitsrate liegt laut U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE (2008a) in acht untersuchten Höhlen im Bundesstaat New York zwischen 80% und 100%. Was genau diesen Befall verursacht, ob er tödlich oder lediglich eine Begleiterscheinung einer anderen Krankheit ist, konnte bisher nicht genau geklärt werden. Vermutet wird eine Schwächung des Immunsystems (DER SPIEGEL 2008), ausgelöst durch Pestizideinsatz mit daraus folgenden Infektionen. FELDMANN (1984) beschreibt Pilzbefall in der Nasengegend an Teichfledermäusen in Winterquartieren u. a. im Mindener Raum. HAARSMA (mdl. Mitt. 13.07.2008) konnte den Pilz auch in niederländischen Winterquartieren an Teichfledermäusen beobachten. Hier handelt es sich nach Aussage von HAARSMA (mdl. Mitt. 13.07.2008) wohl um einen zur Gattung *Fusarium* gehörenden Pilz.

Abb. 50: Kleine Braune Fledermaus mit White-nose-syndrome

Abb. 51: Großes Mausohr mit Pilzbefall (Foto: Gerd Mäscher)

(Von: U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE (2008a))

Die Aufnahmen von dem Pilzrasen (Abb. 50) ähneln sehr stark den eigenen Beobachtungen (Abb. 51). Dies scheint allerdings die einzige Parallele zu sein. Bisher wirkte keins der Tiere geschwächt, es konnten auch keine Verhaltensauffälligkeiten ermittelt werden. Das im Dyckerhoff-Tunnel „gelb“ markierte Teichfledermausweibchen wies zum Zeitpunkt der Markierung leichten Pilzbefall auf, zeigte aber beim Fang am 20.04.2008 keine Auffälligkeiten. Ein stark befallenes Tier („lila“) war nach einem Hangplatzwechsel augenscheinlich wieder „pilzfrei“ (Abb. 52 und 53).

Abb. 52 und Abb. 53: Verpilzte Teichfledermaus im Dyckerhoff-Tunnel vor (Abb. 52) bzw. nach (Abb. 53) einem Hangplatzwechsel
(Fotos: Vanessa Korn)

Was diesen Pilz auslöst, warum er manche Arten stärker befällt als andere und ob er für die Tiere wirklich „harmlos“ ist, bleiben zunächst ungeklärte Fragen.

BAKER & CRAVEN (2003) beschreiben die nachgewiesene Milbenart für die Britischen Inseln an folgenden Fledermausarten: Große und Kleine Bartfledermaus, Wasserfledermaus, Großes Mausohr, Fransenfledermaus und Braunes Langohr.
Nach SPANISCHES UMWELTMINISTERIUM (2008) tritt diese Art auch häufig an spanischen Wasserfledermäusen auf. Es scheint sich somit um eine weit verbreitete Art zu handeln. Warum sie allerdings an den beobachteten Teichfledermäusen besonders häufig auftritt und ob dies zu einer Beeinträchtigung der Tiere führt, muss unbeantwortet bleiben.

7 Hochwasser im Dyckerhoff-Tunnel

Nach stärkeren Regenfällen konnte der Tunnel am 22.01.2008 aufgrund hohen Wasserstands nicht betreten werden. Es bestand Grund zu der Annahme, dass bereits Fledermäuse in den Seitensteinen vom Wasser eingeschlossen waren. Das Wasser war am Morgen des 23.01.2008 noch einmal gestiegen, so dass selbst der Einschnitt vor der Tür nicht begehbar war. Durch an den Wänden klebendes Laub konnte später der Wasserstand im Tunnel festgestellt werden (teilweise oberhalb der Seitensteine). Mit Hilfe der Freiwilligen Feuerwehr Hilter a. T.W. die für ca. 36 Stunden Wasser aus dem Einschnitt des Tunnels abpumpte, wurde ein Steigen des Wassers bis unter die Tunneldecke und somit ein Totalverlust aller Fledermäuse verhindert. Eine fotografische Dokumentation der Hochwasserzeit bietet Anhang A XVIII.

Am 01.02.2008 konnte der Tunnel zum ersten Mal wieder begangen werden. An diesem und am darauf folgenden Tag wurden die ertrunkenen Fledermäuse geborgen, die z. T. im Wasser trieben, z. T. noch in den Seitensteinen hingen. Dabei stellte sich heraus, dass alle Braunen Langohren, die am 20.01.2008 in den Seitensteinen hingen, ertrunken waren. Einen Überblick über die Hochwasserverluste bietet Tabelle 18.

Tab. 18: Überblick über die Verluste im Hochwasserzeitraum

	Bilanz Seitensteine, Sonntag, 20.01.2008	**Bilanz tote Fledermäuse, Samstag, 02.02.2008**
Teichfledermäuse	7	0
Wasserfledermäuse	13	6
Fransenfledermäuse	6	3
Bartfledermäuse	3	1
Braune Langohren	9	9

Wieso alle Langohren ertranken und weshalb sich offenbar alle Teichfledermäuse vorher aus den Steinen „retten“ konnten, bleibt rätselhaft.

Vielleicht verfügen die Teichfledermäuse über ausgeprägtere soziale Strukturen als andere Arten und haben eine Art „Warnsystem“ entwickelt.

Im Stollen I könnte eine Einzelbeobachtung einen Anhaltspunkt liefern: Eine Teichfledermaus flog im Quartier umher, auch immer wieder sehr dicht am Beobachter vorbei, steuerte dann wiederholt den Cluster an und gab hörbare, hohe Laute von sich, als wäre sie beunruhigt.

Solche Fragen und Beobachtungen sollten ein Anstoß zur weiteren Forschung sein.

8 Zusammenfassung

Für die vorliegende Arbeit wurden in den Winterschlafsaisons 2006/2007 und 2007/2008 jeweils von August bis April verschiedene Aspekte der komplexen Überwinterungsphase von Fledermäusen im Osnabrücker Hügelland untersucht. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf den hauptsächlich als Wintergästen auftretenden Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*) in den Quartieren „Dyckerhoff-Tunnel“ und „Stollen I“ im Landkreis Osnabrück. Aussagen zu differenzierten Fragestellungen wurden durch die Anwendung von unterschiedlichsten Methoden ermöglicht.

Im September wurden die meisten am Quartier schwärmenden Fledermäuse nachgewiesen. Dabei traten Fransenfledermäuse, Braune Langohren und Wasserfledermäuse am häufigsten auf. Auffallend war der hohe Männchenanteil bei fast allen Arten. Im August wurden die ersten Teichfledermäuse (inklusive besäugter Weibchen und Jungtiere) angetroffen. Männliche und weibliche Teichfledermäuse verließen im Frühjahr zu gleichen Zeitpunkten das Quartier. Ähnlich verhielt es sich bei den Wasserfledermäusen, beim Großen Mausohr flogen Weibchen v. a. zu späteren Terminen im April ab.

Die Teichfledermäuse trafen als erstes im Winterquartier ein und hatten die längste durchschnittliche Überwinterungsdauer (zwischen 126 und 181 Tagen). Es wird davon ausgegangen, dass die letzten Fettreserven für den Winterschlaf erst im Überwinterungsgebiet angelegt werden. Bei Braunen Langohren und Fransenfledermäusen, die neben der Bechsteinfledermaus die untertägigen Quartiere wesentlich kürzer nutzten, wird eine Mischung aus artspezifischen Verhaltensweisen und Temperaturabhängigkeit für das Aufsuchen der Winterquartiere vermutet.

Während der ganzen Saison konnte mit Hilfe von akustischen Aufzeichnungen Aktivität im Winterquartier ermittelt werden. Neben verschiedener Flugaktivität wurden auch unterschiedliche Typen stationär abgegebener sozialer Laute registriert. Die Fledermäuse zeigten nächtliche Aktivitätsschwerpunkte, doch auch außerhalb der Dunkelperiode fand Aktivität statt. Eine fehlende Hell-Dunkel-Synchronisation könnte für Tagaktivitäten verantwortlich sein. Ein monatlicher Aktivitätsschwerpunkt lag im November, die Flugbereitschaft nahm, auch im Vergleich zu den sozialen Aktivitäten,

im Saisonverlauf ab. Die Korrelationen zu exogenen Faktoren waren so schwach ausgeprägt, dass sie als unbedeutend eingestuft wurden.
Von September bis April wurden Paarungen von Teich-, Wasser- und Fransenfledermäusen sowie von Großen Mausohren beobachtet. Die Teichfledermäuse zeigten ein ausgeprägtes, gegenseitiges Körperpflegeverhalten. Mehrere Beobachtungen führten zu der These, dass die Art über besondere soziale Strukturen bzw. Bindungen zu verfügen scheint.
Eine bisher in der Literatur nicht beschriebene Balzstrategie der Wasserfledermäuse, bei der das Weibchen offensichtlich das Männchen mit bestimmten Rufen anlockt, konnte dokumentiert werden. Die Bedeutung des Dyckerhoff-Tunnels als Balz- und Schwärmquartier für Braune Langohren wird in dieser Arbeit belegt, ebenso die Funktion als Paarungsquartier verschiedener Arten.

Die Teichfledermäuse, aber auch Wasserfledermäuse sowie Braune Langohren zeigten sich bei der Wahl ihrer Hangplätze sehr flexibel, Teichfledermäuse neigten stark zur Clusterbildung. Letztlich scheint der Charakter eines Quartiers auf die Wahl der Überwinterungsplätze Einfluss zu nehmen.
Im Dyckerhoff-Tunnel besetzten die Teichfledermäuse jahreszeitenabhängig verschiedene Teilbereiche. Im Frühjahr fand eine Umgruppierung und Konzentration in die abflugsnahen Quartierbereiche statt („internal migration“). Dies dient möglicherweise der Fühlungnahme mit Außentemperaturen oder dem Abpassen eines geeigneten Abflugzeitpunktes.
Durch individuelle Markierung konnten Hangplatzwechsel von Teichfledermäusen u. a. im Stollen I dokumentiert werden. Die Anzahl durchgeführter Wechsel lag zwischen keinem erkennbaren und acht Wechseln. Die Tiere wurden bei den Sichtkontrollen zwischen sieben und 195 Tage am gleichen Hangplatz festgestellt. Individuelle Traditionen und Verhaltensmuster wurden deutlich.

Als Zusatz erfolgte die Dokumentation und Untersuchung von Pilz- und Parasitenbefall an winterschlafenden Fledermäusen. Bei der untersuchten Milbenart *Macronyssus ellipticus* scheint es sich um eine häufig auftretende Art zu handeln. Ein Ergebnis der Pilzuntersuchung lag noch nicht vor. Parallelen zum in den USA aufgetretenem „White-nose-syndome“ werden eher angezweifelt.

Summary

The study of different aspects of the complex hibernation period of bats in the Osnabrücker Hügelland has been the theme of this paper. It was made in the hibernating seasons of 2006/2007 and 2007/2008 from August to April. The main attention lay on the Pond bat (*Myotis dasycneme*), a species which is mostly just a winter guest in this area. Their behaviour was studied in the hibernacula "Dyckerhoff-Tunnel" and "Stollen I" in the district of Osnabrück. The application of different methods made it possible to answer sophisticated questions.

The highest numbers of swarming bats at the hibernacula were caught in September. Natterer´s bats, Brown long-eared bats and Daubenton´s bats were the most frequently caught species. The dominance of males was present in all species, except for the Pond bats and Greater mouse-eared bats. The first Pond bats, including juveniles and females were caught in August. Male and female Pond bats left the hibernacula in spring together. The Daubenton´s bats acted similarly, but the female Greater mouse-eared bats left after their male counterparts later on in April.

The Pond bat was the first species seen inside the hibernacula in autumn and on average this species had the longest hibernation period (between 126 and 181 days). There is the assumption that they get in their last fat reserves at the hibernation area. It is a suggestion that the use of the hibernacula for Brown long-eared bats, Natterer´s bats and also Bechstein´s bats, which use the underground hibernacula just for a short time, depends on species-specific behaviour and outside temperatures.

Activity inside the hibernacula could be detected during the whole season with the help of acoustic recordings. Different flight activity and some types of stationary social calls were recorded. Activity was also recorded during the day but particularly the flight activity was concentrated at the night hours. An absent synchronisation of brightness and darkness could be responsible for the activities during the day. The main activity focus was recorded throughout November. The flight activity decreased as the season went on. In comparison to that, the social activities did not decrease that much. The correlations to exogenous factors were so small that they could not be important.

The Pond bats, Daubenton´s bats, Natterer´s bats and Greater mouse-eared bats were noticed to be mating from September until April. The Pond bats have shown a distinct, mutual preening behaviour.
Several observations led to the thesis that the Pond bats might have special social structures or relationships.
A Daubenton´s bat´´s mating strategy, which has never been described before (the female lures the male with special calls) was documented.
The importance of the "Dyckerhoff-Tunnel" as a swarming- and mating point for Brown long-eared bats and its function for mating of different species was highlighted in this study.

The Pond bats, Daubenton´s bats and Brown long-eared bats were very flexible when it came to choosing hanging places; Pond bats showed a penchant for hanging in clusters. The character of a hibernacula appears to influence the choice of hibernation place.
Depending on the time of season the Pond bats occupied different parts of the "Dyckerhoff-Tunnel". In spring there was a regrouping („internal migration") and concentration at the areas close to the entrance. The reason might be that the bats get a feel for the outside temperatures and then wait for the best opportunity to leave the hibernacula.
The relocation of hanging places of the Pond bats was documented by an individual marking. The number of changes was between no visible changes to eight changes. The times the animals were seen at one place during the checks were from seven to 195 days. Individual traditions and behaviour patterns became obvious.

As an addition the fungus and parasites infestation in hibernating bats was determined and documented. The species *Macronyssus ellipticus* (a mite) seems to be a common species. The final result of the fungus analysis fungus is still pending, however, parallels to the American "White-nose-syndrome" are virtually ruled out.

9 Quellenverzeichnis

9.1 Literatur

BACH, L. (2007): Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN).

BAAGØE, J.H., DEGN, J.H. & NIELSEN, P. (1988): Departure dynamics of *Myotis daubentoni* (Chiroptera) leaving a large hibernaculum.- Vidensk. Medd. Dansk antur. Foren. **147**: 7-24.

BAKER, A. & CRAVEN, J.C. (2003): Checklist of the mites (Arachnida: Acari) associated with bats (Mammalia: Chiroptera) in the British Isles.- Systematic & Applied Acarology Special Publications **14**: 1-20.

BARCLAY, R.M. & THOMAS, D.W. (1979): Copulation call of *Myotis lucifugus*: A discrete situation specific communication signal.- J. Mamm. **60**:632-634.

BERKOVA, H. & ZUKAL, J. (2004): Seasonal changes in flight activity of bats at the entrance of the Kateřinksá cave revealed by an automatic monitoring system.- Vespertilio **8**: 45-54.

BERKOVA, H. & ZUKAL, J. (2006): Flight activity of bats at the entrance of a natural cave.- Acta Chiropterologica **8** (1): 187-195.

BEZEM, J.J., SLUITER, J.W. & VAN HEERDT, P.F. (1964): Some characteristics of the hibernating locations of various species of bats in south limburg.- Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam, Proceedings Series C, **67** (5): 325-350.

BINNER, U., KLAUE, A., LABES, S. & LABES, R. (2003): Der Eiskeller in Ludwigslust als Winterquartier für einheimische Fledermäuse.- Mitteilungen der NGM **3** (1): 76-83

BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTTKE, H. & PRETSCHER, P.(1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 434 S.

BOGDANOWICZ, W. & URBANCZYK, Z. (1983): Some ecological aspects of bats hibernating in City of Poznan.- Acta Theriologica **28** (24): 371-385, 1983.

BOSHAMER, J.P.C. & LINA, P.H.C. (1999): Paargezelschappen van den meervleermuis *Myotis dasycneme* in vleermuis-en vogelkasten.- Lutra, vol 41, 1999

BOYE, P., DIETZ, M. & WEBER, M. (1999): Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland.- Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

BRINKMANN, R., BACH, L., DENSE, C., LIMPENS, H.J.G.A., MÄSCHER, G. & RAHMEL, U. (1996): Fledermäuse in Naturschutz- und Eingriffsplanungen – Hinweise zur Erfassung, Bewertung und planerischen Integration.- Naturschutz und Landschaftsplanung **28** (8): 229-236, 1996

BRAUN, M. & HÄUSSLER, U. (2003): Braunes Langohr *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758).- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 463-473.

BRITTON, A.R.C., JONES, C., RAYNER, J.M.V., A.M. BOONMAN & VERBOOM, B. (1997): Flight performance, echolocation and foraging behaviour in pond bats, *Myotis dasycneme* (Chiroptera: Vespertilionidae) J.Zool.,Lond. (1997) 241: 503-522)

BÜHL, A. & ZÖFEL, P. (2005): SPSS 12 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows.- Pearson Studium, München

DAAN, S. & WICHERS, H.J. (1968): Habitat selection of bats hibernating in a limestone cave.- Zeitschrift für Säugetierkunde **33** (5): 262 – 287, 1968

DAAN, S. (1969): Frequency of displacements as a measure of activity of hibernating bats.- Lynx, Praha, n.s. **10**: 13-17.

DAAN, S.(1970): Photographic recording of natural activity in hibernating bats.- In: International Bat Research Conference (2, 1970, Amsterdam). Bijdragen tot de Dierkunde **40** (1): 13-16.

DAAN, S. (1973): Activity during natural hibernation in three species of vespertilionid bats.- Netherlands Journal of Zoology **23** (1): 1 – 71, 1973

DENSE, C., TAAKE, K.-H. & MÄSCHER,G. (1996): Sommer- und Wintervorkommen von Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*) in Nordwestdeutschland.- Myotis **43**: 71-79.

DENSE, C. (2003): Erfassung des Teichfledermaus-Winterbestandes in niedersächsischen Untertage-Hohlräumen als Beitrag zu einem Monitoring im Rahmen der FFH-Richtlinie.- Untersuchung im Auftrag des NLÖ, Hildesheim

DENSE, C. (2008): unveröffentlichte Daten über die Winterquartierkontrollen im Großraum Osnabrück.

DIETERICH, H., DIETERICH, J. & PRYSWITT, K.-P. (1998): Teichfledermäuse (*Myotis dasycneme*) mehrmals in Holzbeton-Nisthöhlen.- Nyctalus (N.F.) **6** (6): 551-553.

DIETZ, C. & HELVERSEN O.v. (2004): Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic publication Version 1.0 released 15.12.2004. Tübingen und Erlangen.

DIETZ, C., HELVERSEN, O.v. & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas – Biologie Kennzeichen Gefährdung.- Franckh Kosmos Verlag, Stuttgart

DORGELO, J. & PUNT, A. (1969): Abundance and „internal migration“ of hibernating bats in an artificial limestone cave („Sibbergroeve“).- Lynx (Praha) **10**: 101-125.

EHLERS, J. (1983): Untersuchungen an Fledermäusen in einem Winterquartier im Deister unter besonderer Berücksichtigung der Flugaktivität in Abhängigkeit von exogenen Faktoren.- Dissertation am Institut für Zoologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

EGSBAEK, W., KIRK, K. & ROER, H. (1971): Beringungsergebnisse der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) und der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) in Jütland.- Decheniana-Beihefte **18**: 51-55.

EISENTRAUT, M. (1949): Beobachtung über Begattung bei Fledermäusen im Winterquartier.- Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere **78** (3): 297-300.

EISENTRAUT, M. (1956): Der Winterschlaf mit seinen ökologischen und physiologischen Begleiterscheinungen.- Gustav Fischer Verlag, Jena.

ERKERT, H.G. (1982): Ecological aspects of bat activity rhythms.- In: KUNZ, T.H. (1982): Ecology of bats.- Plenum Press, New York.

FELDMANN, R. (1984): Teichfledermaus – *Myotis dasycneme* (Boie, 1825).- In: SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H., (1984): Die Säugertiere Westfalens.-Abh. Westfälischen Mus. Naturkunde **4**: 78-143.

FELTEN, H. (1953): Beobachtungen an winterschlafenden Fledermäusen im Rhein-Main-Gebiet.- Sonderdruck aus „Säugetierkundliche Mitteilungen“, Heft 1/1953.

FENTON, M.B. (1969): Summer activity of *Myotis lucifugus* at hibernacula in Ontario and Quebec- Can. J. Zool. **47**: 597-602.

FENTON, M.B. (1983): Just Bats.- Toronto, Buffalo, London: University of Toronto Press.

FURMANKIEWICZ, J. (2004): Social calls and vocal activity of the brown long-eared bat *Plecotus auritus* in SW Poland.- Le Rhinolophe **17:** 101-120.

FURMANCIEWICZ, J. (2008): Population size, catchment area, and sex-influenced differences in autumn and spring swarming of the brown long-eared bat (*Plecotus auritus*).- Can. J. Zool. **86**: 207-216.

GEISLER, H. & DIETZ, M. (1999): Zur Nahrungsökologie einer Wochenstubenkolonie der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) in Mittelhessen.- Nyctalus (N.F.) **7** (1): 87-101.

GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse.- Birkhäuser Verlag, Basel

GÖTZ, M. (2005): Untersuchungen zu Artenspektrum, Phänologie und Besatzzahlen von Fledermäusen (Chiropotera) am Brunnen Twickel, einem Winterquartier in der Westfälischen Bucht.- Diplomarbeit an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster.

GRIMMBERGER, E. (1979): Untersuchungen über den Einfluss klimatischer Faktoren auf das Verhalten der Zwergfledermaus, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber 1774), im Winterquartier und während der sogenannten Invasionen.- Nyctalus (N.F.) **1** (2): 145-157.

GRIMMBERGER, E. (2002): Paarungsquartier der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) in Ostvorpommern.- Nyctalus (N.F.) **8** (4): 394.

GRIMMBERGER, E. (2002a): Zur Paarung der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri*, im Winterquartier.- Nyctalus (N.F.) **8** (4): 396-398.

GRIMMBERGER, E., HACKETHAL, H. & URBANCZYK, Z. (1987): Beitrag zum Paarungsverhalten der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1819), im Winterquartier.- Zeitschrift für Säugetierkunde **52**: 133-140.

HAENSEL, J. (1978): Winterquartierwechsel bei einer Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*).- Nyctalus (N.F.) **1** (1): 53-54.

HAENSEL, J. (1991): Vorkommen, Überwinterungsverhalten und Quartierwechsel der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*).- Nyctalus (N.F.) **4** (1): 67-78.

HAENSEL, J. & THOMAS, H-P. (2006): Sprengarbeiten und Fledermausschutz – Eine Analyse für die Naturschutzpraxis.- Nyctalus (N.F.) **11** (4): 344-358.

HAHN, S., HEIDECKE, D. & STUBBE, M (2003): Langzeitmonitoring im Fledermaus-Winterquartier „Friedhofskapelle Zerbst" (Sachsen-Anhalt).- Nyctalus (N.F.) **9** (2): 161-172.

HALL, J.S. & BRENNER, F.J. (1968): Summer netting of bats at a cave in Pennsylvania.- Journal of Mammology **49** (4): 779-781.

HARMS, F.-J. (1995): Hüggel – Geologischer Exkursionsführer.- Rasch Druckerei und Verlag, Bramsche

HARRJE, C. (1994): Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäuse (*Myotis daubentoni* Kuhl, 1819 am Winterquartier.- Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **39**, 15 -52 / Schaffhausen, 1994

HÄUSSLER, U.(2003): Kurzer Bestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Fledermäuse nach äußerlichen Kennzeichen und Zahnmerkmalen.- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 333-339.

HÄUSSLER, U. (2003a): Kleine Bartfledermaus *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817).- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 406-421.

HÄUSSLER, U. (2003b): Große Bartfledermaus *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845).- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 422-439.

HECKENROTH, H. (1993): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Säugetierarten, 1.Fassung vom 01.01.1991.- Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen13, Nr. 6:121-126, Hannover (Heft 6/93).

HÜBNER, G. & PAPADOPOULOS, D. (1997): Optimierung von Fledermaus-Winterquartieren – Hohlblocksteine als Hängeplatz: Auswahlkriterien, Befestigung und Erfolg.- Sonderdruck aus: Naturschutz und Landschaftsplanung **29** (1), 1997.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODEIGUES, L. (2005). Bat migrations in Europe – a review of banding data and literature.- BfN Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster, herausgegeben vom Bundesamt für Naturschutz, Bonn

JURCZYSZYN, M. (1998): The dynamics of *Myotis nattereri* an *M.daubentonii* (Chiroptera) observed during hibernation season as an artefact in some type of hibernacula.- Myotis **36**: 85-91.

KERTH, G., KIEFER, A., TRAPPMANN, C. & WEISHAAR, M. (2003): High geene diversity at swarming sites suggest hot spots for gene flow in the endangered Bechstein´s bat.- Conservation genetics **4**: 491-499, 2003.

KLAWITTER, J. (1980): Spätsommerliche Einflüge und Überwinterungsbeginn der Wasserfledermaus (*Myotis dasycneme*) in der Spandauer Zitadelle.- Nyctalus (N.F.) **1** (3): 227-234.

KLUPSCH, A. (2004): Zur Optimierung von Fledermaus-Winterquartieren durch Hohlblocksteine.- Nyctalus (N.F.) **9** (5): 447-450.

KRETZSCHMAR, F. (1997): Zum Schwärmverhalten von Fledermäusen vor Höhlen und Stollen im Regierungsbezirk Freiburg.- Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz **16** (3/4): 631-641.

KRETZSCHMAR, F. (2003): Fransenfledermaus *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817).- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 386-395.

KUGELSCHAFTER, K. & LÜDERS, S. (1993): Phänologische Ausflugsbeobachtungen von Fledermäusen aus dem Bad Segeberger Winterquartier.- Deutsche Gesellschaft für Säugetierkunde **67**: 39-40.

KULZER, E. (2003): Großes Mausohr *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797).- In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F., Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 386-395.

LANDKREIS OSNABRÜCK – DER OBERKREISDIREKTOR (Hrsg.) (1993): Landschaftsrahmenplan Landkreis Osnabrück.- Osnabrück

LANDESVERMESUNG & GEOINFORMATION NIEDERSACHSEN (2004): Regionalkarte 12: Großraum Osnabrück – Landkreis Osnabrück, Kreisfreie Stadt Osnabrück, Maßstab 1: 100.000.

LIMPENS, H.J.G.A., LINA, P.H.C. & HUTSON, A.M. (1999): Action plan for the conservation of the pond bat (*Myotis dasycneme*) in Europe.- Final version, report to the council of Europe, 39 pages.

LIMPENS, H. J.G.A. & SCHULTE, R. (2000) : Biologie und Schutz gefährdeter wandernder mitteleuropäischer Fledermausarten am Beispiel von Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) und Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*).- Nyctalus (N.F.), **7** (3):317-327.

LIMPENS, H J.G.A. & ROSCHEN, A. (2005): Fledermausrufe im Bat-Detektor-Lernhilfe zur Bestimmung der mitteleuropäischen Fledermausarten.-NABU-Umweltpyramide, Bremervörde

LINDENSCHMIDT, M. & VIERHAUS, H. (1997): Ergebnisse sechzehnjähriger Kontrollen in Fledermaus-Winterquartieren des Kreises Steinfurt.- Abh. Westf. Mus. Naturkd. **59** (3): 25-38. Münster, 1997

MAYER, F. & GEIGER, H. (1996): Fledermäuse in der Landschaftsplanung – Möglichkeiten und Grenzen.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 46: 25-34, BfN, Bonn-Bad Godesberg.

MEISEL, S. (1961): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 83/84 Osnabrück-Bentheim; in: Geographische Landesaufnahme 1:200.000: „Naturräumliche Gliederung Deutschlands“. Hrsg.: Institut für Landeskunde, Bonn-Bad Godesberg

MESCHEDE, A. & HELLER, K.-G. (2002): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern.- In: Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 66, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg

MESCHEDE & RUDOLPH (2004): Fledermäuse in Bayern.- Verlag E. Ulmer, Stuttgart

MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (1959-1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Band II.- Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung.- Selbstverlag- Bad Godesberg

MITCHELL-JONES, A.J., BIHARI, Z., MASING, M. & RODRIGUES, L. (2007): Schutz und Management unterirdischer Lebensstätten für Fledermäuse.- Eurobats Publication Series No. 2 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 40 Seiten.

NAGEL, A. & NAGEL, R. (1991): Remarks in the problem of optimal ambient temperatures in hibernatin bats.- Myotis **29**: 109-114.

NATUSCHKE, G. (1960): Heimische Fledermäuse.- Neue Brehm Bücherei, Bd. 269, Ziemsen-Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

NEUWEILER, G. (1993): Biologie der Fledermäuse.-Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

PARK, K.J., JONES, G. & RANSOME, R.D. (2000): Torpor, arousal and activity of hibernating Greater Horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*).- Functional Ecology **14**: 580-588.

PARSONS, K.N., JONES, G., DAVIDSON-WATTS, I. & GREENAWAY, F. (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain – implications for conservation.- Biological conservation **111** (2003): 63-70.

PFALZER, G. (2002): Inter- und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae).- Dissertation am Fachbereich Biologie der Universität Kaiserslautern.

PFALZER, G. & KUSCH, J. (2003): Structure and variability of bat social calls: Implications for specificity and individual recognition.- J.Zool., Lond. (2003) **261**: 21-33.

PUNT, A. & VAN NIEUVENHOVEN, P.J. (1957) : The use of radioactive bands in tracing hibernating bats.- Experientia, **8** (1): 51-54.

RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (1992) (Hrsg.): FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.05.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

RIVERS, N.M., BUTLIN, R.K. & ALTRINGHAM, J.D. (2005): Genetic population structure of Natterer´s bats explained by mating at swarming sites and philopatry.- Molecular Ecology (2005) **14**: 4299-4312.

RIVERS, N.M., BUTLIN, R.K. & ALTRINGHAM, J.D. (2006): Autumn swarming behaviour of Natterer´s bats in the UK: Population size, catchment area and dispersal.- Biological conservation **127** (2006): 215-226.

ROER, H. & EGSBAEK, W. (1966): Zur Biologie einer skandinavischen Population der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) (Chiroptera).- Z. Säugetierkunde **31**: 440-453.

ROER, H. (2001): *Myotis dasycneme* (Boie, 1825) – Teichfledermaus.- In: KRAPP, F. & NIETHAMMER, J., Hrsg. (2001): Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4: Fledertiere, Teil I: Chiroptera I, Sonderdruck.- Aula-Verlag, Wiebelsheim

SCHOBER, W. & GRIMMBERGER, E. (1998): Die Fledermäuse Europas – kennen bestimmen schützen.- Franckh Kosmos Verlag, Stuttgart

SCHMIDT, A. (2006): Beobachtungen zum Sozialverhalten des Mausohrs (*Myotis myotis*) zur Paarungszeit in Paarungsgebieten Ost-Brandenburgs.- Nyctalus (N.F.) **11** (4): 320-334.

SCHWEIZER, S. & DIETZ, M. (2002): Individuelles Verhalten der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) während des Winterschlafes.- Myotis **40**: 81-93, 2002

SKIBA, R. (1987): Bestandsentwicklung und Verhalten von Fledermäusen in einem Stollen des Westharzes.- Myotis **25**: 95-104.

SOMMER, R. & SOMMER, S. (1997): Ergebnisse zur Kotanalyse bei Teichfledermäusen, *Myotis dasycneme*.- Myotis **35**: 103-107.

STARRACH, M. & MEIER-LAMMERING, B. (2008): Erfassung von Fledermausaktivitäten mittels Horchkisten in der Landschafts- und Eingriffsplanung.- Nyctalus (N.F.) **13** (1): 48-60.

TRAPPMANN, C. (1997): Aktivitätsmuster einheimischer Fledermäuse an einem bedeutenden Winterquartier in den Baumbergen.- Abh. Westf. Mus. Naturkd. **59** (3): 51-62. Münster 1997.

VAN NIEUWENHOVEN, P.J. (1956): Ecological observations in a hibernation-quarter of cave-dwelling bats in South-Limburg.- Overdruck uit het Natuurhistorisch Maandblad **46** (1/2): 55 Seiten.

VIERHAUS, H. (1984): Braunes Langohr – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1785).- In: SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H., (1984): Die Säugertiere Westfalens.-Abh. Westfälischen Mus. Naturkunde **4**: 78-143.

VOÛTE, A.M., SLUITER, J.W. & GRIMM, M.P. (1974) : The influence of the Natural Light-Dark Cycle on the Activity Rhythm of Pond Bats (*Myotis dasycneme* Boie, 1825) during summer.- Oecologia (Berl.) **17**: 221-243.

WEIDNER, H. (1996): Zur Überwinterung von Fledermäusen in einem ehemaligen Schieferbergwerk im Kreis Greiz.- Landespflege und Naturschutz in Thüringen **33** (Heft 4): 95-100.

ZÖPHEL, U., WILHELM, M. & KUGELSCHAFTER, K. (2001): Vergleich unterschiedlicher Erfassungsmethoden in einem großen Fledermaus-Winterquartier im Osterzgebirge (Sachsen).- Nyctalus (N.F.) **7** (5): 523-531.

9.2 Elektronische Quellen

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2008):
Download der Verbreitungskarten der FFH-Arten
http://www.bfn.de/0316_bewertung_arten.html?&0=, Stand 20.03.2008

DER SPIEGEL (2008):
„White-nose-syndrome“
http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,545239,00.html, Stand 03.04.2008

DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):
Klimadaten der Wetterstation am Flughafen Münster-Osnabrück
http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop/?, Stand 18.03.2008

DREHSCHEIBE ONLINE (2008):
Informationen über den alten Eisenbahntunnel in Hilter a. T. W.
http://drehscheibe-online.ist-im-web.de/forum/read.php?17,3650374,3650374#msg-3650374, Stand 07.07.2008

LANDKREIS OSNABRÜCK (2008):
Geodatenserver, Übersicht über die FFH-Gebiete im Landkreis Osnabrück
http://giskris.lkos.de/Umwelt/viewer.htm, Stand 15.03.2008,

NABU SCHLESWIG-HOLSTEIN (2008):
Artbeschreibung Teichfledermaus *Myotis dasycneme*
http://schleswig-holstein.nabu.de/m06/m06_01/03056.html, Stand 20.03.2008

NLWKN (2008):
Fledermaus-Informationsflyer des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C47902699_L20.pdf, Stand 30.07.2008

SPANISCHES UMWELTMINISTERIUM (2008):
Milbenfauna Fledermäuse
www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_mamiferos/pdf/29_Rhino.pdf, Stand 30.05.2008

STADT OSNABRÜCK (2008):
Fledermäuse in Osnabrück
http://www.osnabrueck.de/15822.asp, Stand 30.07.2008

UNIVERSITÄT OSNABRÜCK (2008):
Tageswetterdaten
http://wwwserv.physik.uni-osnabrueck.de/wetter/admin/index.php

U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE (2008):
White-nose-syndrome
http://www.fws.gov/northeast/pdf/white-nosefaqs.pdf, Stand 31.05.2008

U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE (2008a):
Fotos und Beschreibung White-nose-syndrome
http://www.fws.gov/northeast/white_nose.html, Stand 31.05.2008
http://www.fws.gov/northeast/images/wns/MLuciWhiteNose2428.jpg,
Stand 31.05.2008

9.3 Mündliche und schriftliche Mitteilungen

HAARSMA, A.-J.	mündlich, 13.07.2008
KUSCH, J.	E-Mail, 12.06.2008
MÄSCHER, G.,	mündlich, September 2007, März 2008, 14.07.2008
RUNKEL, V.	E-Mail, 15.05.2008, 19.05.2008

Danksagung

Bei Herrn Prof. Dr. Herbert Zucchi bedanke ich mich außerordentlich für seine sehr gute Betreuung und viele weiterhelfende Tipps sowie die Chance, als Landschaftsentwicklerin ein biologisches Thema bearbeiten zu können.

Herrn Dipl.-Biologe Florian Gloza-Rausch danke ich für seine spontane Entscheidung, die Zweitprüferschaft zu übernehmen, für freundschaftliche Ratschläge und seine große Begeisterung für das Thema.

Bei Herrn Dipl.-Kfm. Gerhard Mäscher bedanke ich mich herzlich für sein stetiges Vertrauen in meine Arbeit und für viele Tage und Nächte, die er mit mir und den Fledermäusen verbrachte. Er gab mir die Möglichkeit, sämtliche Aspekte der Fledermausarbeit zu erlernen, betreute meine Feldarbeit und unterstützte mich bei allen Fragen so viel er konnte. Außerdem sorgte er für die nötigen Gerätschaften und beseitigte fast alle technischen und oftmals auch alle anderen kleineren und größeren Probleme.

Herrn Prof. Dr. Hans-Georg Schön sei für seine Hilfestellungen und geduldigen Erklärungen bei den Überlegungen zu statistischen Datenauswertungen gedankt.

Bei Joanna Furmankiewicz, Universität Wroclaw, Polen möchte ich mich für den regen Austausch und die Einteilung der Sozialrufe der Braunen Langohren herzlich bedanken. Dr. Ingo Scheffler, Universität Potsdam gilt mein Dank für die Bestimmung der Teichfledermausmilben, Jens Bussmann von der Universität Osnabrück, Fachbereich Geographie, danke ich für die unkomplizierte Bereitstellung der Klimamessgeräte. David Hellmann für seinen Einsatz, die Pilzuntersuchung durchzuführen und Antje Seebens für die kritische Durchsicht meiner Ergebnisse.

Auch bei den vielen anderen Menschen, die mich in irgendeiner Weise bei der Diplomarbeit unterstützt, mich mit Literatur und Informationen versorgt haben oder für neue Denkanstöße sorgten möchte ich mich hier bedanken.

Bei Dipl.-Ing. Mirjam-Hanna Voß bedanke ich mich für unzählbare, stundenlange Gespräche, Diskussionen und Ermunterungen und vor allem für ihre unersetzlich treue Freundschaft.

Von ganzem Herzen bedanke ich mich bei meinem Freund Christian Hammermann für seine Liebe, Stärke und seinen Glauben an mich. Er verbrachte auch zu ungünstigen Zeiten viele Stunden mit mir unter Tage oder am Netz und war immer da, wenn ich ihn brauchte. Insbesondere sein geduldiges Ertragen meiner vielen Launen war nicht selbstverständlich und ich bin sehr glücklich, dass es ihn gibt.

Ein besonders liebevoller Dank gilt meinen Eltern Rita und Eckhard Korn. Durch ihren Rückhalt und ihre große Unterstützung in jeglicher Hinsicht ermöglichten sie mir nicht nur mein Studium als Einschlagen eines „neuen Weges“, sondern auch das Verfolgen meiner persönlichen Interessen. Ihre immer offenen Ohren und die große Neugierde für meine Arbeit verdienen höchsten Dank.

Jessica Betts und Sandra Korn danke ich für die Hilfestellungen bei der englischen Übersetzung, Rita Korn für das Korrekturlesen der Arbeit.

Nicht vergessen möchte ich meine zahlreichen Probanden in und an den Winterquartieren, „Jan-Frieso“ und seine (Teich-)Fledermauskollegen, die mir viele spannende, unvergessliche Erlebnisse und Beobachtungen bescherten.

Fachhochschule Osnabrück
Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Studiengang Landschaftsentwicklung

Erklärung

Hiermit erkläre ich, die Diplomarbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt zu haben.

Name : Korn

Vorname : Vanessa

Matr.-Nr. : 296616

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift

Allgemeiner Hinweis: Die Prüfer übernehmen keine Gewährt für die Richtigkeit der Ergebnisse und Aussagen von Diplomarbeiten