



**Untersuchungen zur
Ökologie der Wimperfledermaus
(*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806)**

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Strassen, den 1. Mai 2004

Jacques B. PIR

Untersuchungen zur Ökologie der Wimperfledermaus

(*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806)

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel, den Kenntnisstand über Biologie und Lebensraumanprüche der in Mittel- und Westeuropa vom Aussterben bedrohten Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806) zu erweitern.

Nach einer Übersicht über die aktuelle Verbreitung in Luxemburg und benachbarten Regionen wird die Entwicklung einer Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus in Bech-Kleinmacher (L) von ihrer Gründung 1985 bis 2003 dargestellt und mit der Entwicklung der vergesellschafteten Art *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) verglichen. Es folgen Angaben zu Ankunftszeit, Zeitpunkt der Geburt und dem Wegzug der Tiere.

In 13 *M. emarginatus*-Wochenstubenkolonien in Mitteleuropa wurden 17 Quartierparameter erfasst, um die Quartieranprüche der Art zu quantifizieren. Die Wimperfledermaus weist ein robustes Verhalten in Bezug auf die meisten Quartierparameter wie Quartiervolumen, Einflugöffnung usw. auf. Entgegen Angaben in der Literatur konnte für die untersuchten Kolonien keine Bevorzugung heller Quartiere festgestellt werden.

Durch Temperaturmessungen am Hangplatz und im Außenbereich der Quartiere konnten die Temperaturpräferenzen von sechs Wochenstubenkolonien an ihren Koloniehängplätzen bestimmt werden. Die mittleren Hangplatztemperaturen reichten von 14,9 ° bis 24,2° C. Die Temperaturvarianz der sechs Wochenstubenhängplätze wird zu unterschiedlichen Tageszeiten und Reproduktionsphasen dargestellt, und im Anschluß werden hierzu verschiedene Verhaltens- und Vermeidungsstrategien der Wimperfledermaus diskutiert. Obwohl höhere Hangplatztemperaturen als bislang bekannt nachgewiesen werden konnten, scheint die Art über ein ausgeprägtes thermoregulatorisches Verhalten zu verfügen, um sich auch in kühleren halbhunterirdischen Quartieren erfolgreich fortzupflanzen.

Für die 13 untersuchten Wimperfledermausquartiere wurde die Entfernung zu potentiellen Jagdgebieten (Wald, Waldfläche > 5 ha, Wasserfläche) bestimmt. Im Durchschnitt ist der nächstgelegene Wald höchstens 500 m entfernt. Auf der Grundlage digitaler Karten natürlicher Habitate wurde eine Analyse der Lebensräume in 0,5 km- bzw. 4,5 km-Radius um die luxemburgischen Sommerkolonien erstellt.

In der Kolonie in Bech-Kleinmacher (L) wurden zudem Hangplatz- sowie Ein- und Ausflughverhalten beobachtet. Das Hangplatzverhalten wurde über Infrarot-Videoaufzeichnungen synchron mit den Messungen der Hangplatztemperatur dokumentiert. Der Ausflugbeginn von *M. emarginatus* dauerte im Schnitt 23 Min. (von 35 – 58 Min. nach Sonnenuntergang), der Einflug von 93 – 56 Min. vor Sonnenaufgang (Dauer 34 Min.), so daß ihre potentielle Jagdzeit etwa 53 Minuten kürzer als die der vergesellschafteten Großen Hufeisennase ist.

Die Diskussion über die Ursachen der Vergesellschaftung mit anderen Fledermausarten sowie der Vorschlag eines Artenschutz- und Monitoringprogramms für die Wimperfledermaus in Luxemburg schliessen die Arbeit ab.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
<hr/>	
1	
1. Ziel der Untersuchung	11
<hr/>	
2	
2. Allgemeiner Teil	13
2.1. Biologie der Wimperfledermaus	13
2.1.1. Allgemeine Beschreibung	13
2.1.2. Allgemeine Biologie	15
2.1.2.1. Alter	15
2.1.2.2. Echoortung	15
2.1.2.3. Sommerquartiere	16
2.1.2.4. Winterquartiere	18
2.1.2.5. Jagdhabitat und – verhalten	18
2.1.2.6. Fressfeinde	19
2.2. Verbreitung	21
2.2.1. Allgemeine Verbreitung	21
2.2.2. Verbreitung in Mittel- und Westeuropa (außer Luxemburg)	21
2.2.2.1. Deutschland	21
2.2.2.2. Niederlande	22
2.2.2.3. Belgien	23
2.2.2.4. Frankreich	23
2.2.2.5. Österreich	24
2.2.2.6. Schweiz	24
2.2.3. Verbreitung in Luxemburg	25
2.2.3.1. Historische Verbreitung	25
2.2.3.2. Aktuelle Verbreitung	25
2.2.3.2.1. Sommerverbreitung	25
2.2.3.2.2. Winterverbreitung	28
2.3. Wetterbilanz 2003	29
<hr/>	
3	
3. Eigene Untersuchungen	31
3.1. Lage der untersuchten Wochenstubenkolonien	31

3.2. Das Wochenstubenquartier in Bech-Kleinmacher	33
3.2.1. Einleitung	33
3.2.2. Methode	33
3.2.3. Ergebnisse	34
3.2.3.1. Bestandsentwicklung der Großen Hufeisennase von 1979 bis 2003	34
3.2.3.2. Bestandsentwicklung der Wimperfledermaus von 1985 bis 2003	35
3.2.3.2.1. Ankunft der Wimperfledermäuse	38
3.2.3.2.2. Geburt der Jungen	38
3.2.3.2.3. Verlassen der Wochenstubenkolonie	39
3.2.3.3. Entwicklung der Wimperfledermauskolonie im Jahr 2003	40
3.2.4. Diskussion	42
3.3. Quartierparameter	43
3.3.1. Einleitung	43
3.3.2. Erhobene Daten und Methode	44
3.3.3. Ergebnisse	46
3.3.3.1. Quartiertyp	46
3.3.3.2. Alter des Gebäudes	46
3.3.3.3. Quartiervolumen	47
3.3.3.4. Anzahl der Kompartimente	48
3.3.3.5. Anzahl der Hangplätze	48
3.3.3.6. Hangplatztyp	49
3.3.3.7. Hangplatzhöhe/maximal verfügbare Quartierhöhe	51
3.3.3.8. Helligkeit an den Haupt- und Nebengangplätzen	52
3.3.3.9. Dachdeckung	53
3.3.3.10. Dachneigung	54
3.3.3.11. Dachausrichtung	55
3.3.3.12. Art der Ein- und Ausflughöfhnung	55
3.3.3.13. Größe der Ausflughöfhnung	56
3.3.3.14. Ausrichtung der Ausflughöfhnung	56
3.3.3.15. Koloniegröße	57
3.3.3.16. Andere Fledermausarten im Quartier	59
3.3.4. Diskussion	60
3.4. Temperaturansprüche der Wimperfledermaus an ihre Wochenstubenquartiere	63
3.4.1. Einleitung	63
3.4.2. Material und Methode	64
3.4.3. Ergebnisse	65
3.4.4. Diskussion	74
3.5. Habitatanalysen	79
3.5.1. Einleitung	79
3.5.2. Material und Methoden	80
3.5.3. Ergebnisse	82
3.5.3.1. Höhenlage der Wimperfledermauskolonien	82
3.5.3.2. Entfernung der Kolonien zu ausgewählten Lebensräumen	83
3.5.3.3. Habitatanalyse luxemburgischer Sommerkolonien	85
3.5.4. Diskussion	90

	3.6. Untersuchungen zum Hangplatz- und Ausflugverhalten	93
	3.6.1. Einleitung	93
	3.6.2. Material und Methode	93
	3.6.3. Ergebnisse	95
	3.6.3.1. Durch IR-Videoaufnahmen ermitteltes Hangverhalten	95
	3.6.3.2. Aus- und Einflugverhalten der Kolonie in Bech-Kleinmacher	98
	3.6.4. Diskussion	100
<hr/>		
4	4. Diskussion	103
<hr/>		
5	5. Vorschlag für ein Artenschutz- und Monitoringprogramm	107
	5.1. Einleitung	107
	5.2. Artenschutzprogramm für <i>Myotis emarginatus</i>	108
	5.2.1. Sommerquartiere	108
	5.2.2. Winterquartiere	110
	5.2.3. Jagdgebiete	111
	5.3. Monitoring der Wimperfledermauspopulation in Luxemburg	112
	5.3.1. Bestandszählung der Wochenstubenkolonien	112
	5.3.2. Bestandszählung in den Winterquartieren	113
	5.4. Kriterien für den Bedrohungsgrad der Quartiere	113
	5.4.1. Indikatoren für die Wimperfledermauspopulation	113
	5.4.2. Indikatoren für die Teillebensräume der Wimperfledermaus	114
<hr/>		
6	6. Danksagung	115
<hr/>		
7	7. Literatur	117
<hr/>		
8	8. Anhang	127
	I. Liste der Fledermäuse Luxemburgs	128
	II. Erfassungsbögen ausgewählter Wimperfledermausquartiere	129
	III. Ergebnisse der Ausflugszählungen in Bech-Kleinmacher 2003	156
	IV. Übersichtstabelle der erfaßten Quartierparameter	157
	V. Werte der Temperaturmessungen in sechs Quartieren	160
	VI. Graphische Darstellung von Hangplatz- und Außentemperatur mittels Regressionsgeraden	166

Liste der Abbildungen

TITELBILD: EINFIEGENDE WIMPERFLEDERMAUS IN DAS WOCHENSTUBENQUARTIER IN BECH-KLEINMACHER. (AUFNAHME: THOMAS STEPHAN)	
ABB. 1: WINTERSCHLAFENDE WIMPERFLEDERMÄUSE IN EINEM UNTERIRDISCHEN QUARTIER IN LOTHINGEN AUFGENOMMEN. (FOTO F. SCHWAAB).....	13
ABB. 2: TYPISCHE RUFFOLGE (10X TIME EXPANSION) DER WIMPERFLEDERMAUS.....	15
ABB. 3: GEMISCHTE WOCHENSTUBENKOLONIE DER WIMPERFLEDERMAUS (IN EINEM CLUSTER IM VORDERGRUND) UND DER GROßEN HUFSENNASE IN BECH-KLEINMACHER (L). (FOTO THOMAS STEPHAN)	17
ABB. 4: JAGDBIOTOP DER WIMPERFLEDERMAUS IN EINEM UNTERWUCHSREICHEN MISCHWALD IM FORÊT DE VERDUN (MEUSE, F).....	19
ABB. 5: DIE VERBREITUNG VON <i>M. E. EMARGINATUS</i> IN EUROPA.....	21
ABB. 6: SOMMERVERBREITUNG DER WIMPERFLEDERMAUS IN LUXEMBURG.	26
ABB. 7: WINTERVERBREITUNG DER WIMPERFLEDERMAUS IN LUXEMBURG.....	28
ABB. 8: DER AUSSERGEWÖHNLICHE TEMPERATURVERLAUF DES JAHRES 2003 IM VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL (1971-2000).....	29
ABB. 9: DIE NIEDERSCHLAGSMENGE DES UNGEWÖHNLICH TROCKENEN JAHRES 2003 IM VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MITTEL (1971-2000).....	30
ABB. 10: GEOGRAPHISCHE LAGE DER 13 UNTERSUCHTEN WIMPERFLEDERMAUSQUARTIERE IN FÜNF LÄNDERN IM WESTLICHEN MITTELEUROPA.	31
ABB. 11: ENTWICKLUNG DER WOCHENSTUBENKOLONIE DER GROßEN HUFSENNASE IN BECH-KLEINMACHER (L) VON 1979 BIS 2003.	34
ABB. 12: ENTWICKLUNG DER WOCHENSTUBENKOLONIE DER WIMPERFLEDERMAUS IN BECH-KLEINMACHER (L) VON 1985 BIS 2003.	35
ABB. 13: VERGLEICHENDE DARSTELLUNG DER ENTWICKLUNG DER GEMISCHTEN WOCHENSTUBENKOLONIEN VON <i>RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM</i> UND <i>MYOTIS EMARGINATUS</i> SEIT 1978.	36
ABB. 14: JUVENILE <i>R. FERRUMEQUINUM</i> UND <i>M. EMARGINATUS</i> (PFEILE) IN DER GEMISCHTEN WOCHENSTUBENKOLONIE IN BECH-KLEINMACHER NACH DEM ABENDLICHEN AUSFLUG DER ADULTEN. RECHTS EIN SÄUGENDES WEIBCHEN VON <i>R. FERRUMEQUINUM</i> MIT NUR WENIGEN TAGEN ALTEM JUNG TIER AM BAUCH. (FOTO: THOMAS STEPHAN)	36
ABB. 15: IR-VIDEOAUFNAHMEN AUS DER WOCHENSTUBENKOLONIE DER WIMPERFLEDERMAUS IN BECH- KLEINMACHER. LINKS DIE KOLONIE AM 12. JUNI 2003 UM 22.59 UHR MIT NOCH NICHT AUSGEFLOGENEN WIMPERFLEDERMÄUSEN. BILD RECHTS: UM 23.52 UHR BLEIBEN NACH DEM AUSFLUG DER ADULTEN ZWEI NEUGEBORENE WIMPERFLEDERMÄUSE AM HANGPLATZ ZURÜCK.....	38
ABB. 16: ENTWICKLUNG DER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIE IN BECH-KLEINMACHER NACH AUSFLUGZÄHLUNGEN IM JAHRESVERLAUF 2003.	40
ABB. 17: VERGLEICHENDE DARSTELLUNG DES REPRODUKTIONSERFOLGES VERSCHIEDENER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIEN IN UNTERSCHIEDLICHEN UNTERSUCHUNGSJAHREN.....	41
ABB. 18: VERTEILUNG DER QUARTIERTYPEN AUSGEWÄHLTER WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	46

ABB. 19: ERMITTELTES QUARTIERVOLUMEN BEI 13 AUSGEWÄHLTEN WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	47
ABB. 20: ANZAHL DER HANGPLÄTZE AUSGEWÄHLTER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIEN.	48
ABB. 21: PRÄFERENZ DER UNTERSCHIEDLICHEN HANGPLATZTYPEN DER WIMPERFLEDERMAUS	49
ABB. 22: DIE VERSCHIEDENEN HANGPLATZ-TYPEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	50
ABB. 23: LICHTVERHÄLTNISSE AN DEN HAUPT- UND NEBENHANGPLÄTZEN (HP/NHP) AUSGEWÄHLTER WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.	52
ABB. 24: HELLIGKEITSPRÄFERENZ VON <i>M. EMARGINATUS</i> BEI DER AUSWAHL IHRER HANGPLÄTZE IN ELF AUSGEWÄHLTEN WIMPERFLEDERMAUSQUARTIEREN.	53
ABB. 25: VERTEILUNG DER DACHDECKUNG AUSGEWÄHLTER WIMPERFLEDERMAUSQUARTIERE.	54
ABB. 26: ART DER EIN- UND AUSFLUGÖFFNUNG AUSGEWÄHLTER WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	55
ABB. 27: KOLONIEGRÖßEN AUSGEWÄHLTER WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS. (EINTEILUNG DER KOLONIEGRÖßEN S.U.).....	57
ABB. 28: VERTEILUNG DER WIMPERFLEDERMAUSWOCHENSTUBENKOLONIEN NACH VERSCHIEDENEN GRÖßENKLASSEN.	57
ABB. 29: EINER DER INNEN-TEMPERATURLOGGER IN PLATEN (L), NAHE DEM HANGPLATZ DER ETWA 30-KÖPFIGEN WIMPERFLEDERMAUSKOLONIE AM 04.06.2003.	64
ABB. 30: SCHWANKUNGSBREITE DER MINIMA- UND MAXIMATEMPERATUREN AN DEN HANGPLÄTZEN AUSGEWÄHLTER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIEN IM JAHR 2003..	67
ABB. 31: TEMPERATURMITTELWERTE MIT STANDARDABWEICHUNGEN UND MAXIMUM-MINIMUMTEMPERATUREN AN DEN HANGPLÄTZEN AUSGEWÄHLTER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIEN IM JAHR 2003.	68
ABB. 32: VERGLEICH DER GEMITTELTEN HANGPLATZTEMPERATUREN ZU UNTERSCHIEDLICHEN TAGESZEITEN ..	69
ABB. 33: VERGLEICHENDE DARSTELLUNG DER TAGESMITTEL VON HANGPLATZTEMPERATUR (Tmi) UND AUßENTEMPERATUR (Tma).....	72
ABB. 34: GEMITTELTE TAGESTEMPERATUREN AN DEN HANGPLÄTZEN AUSGEWÄHLTER WIMPERFLEDERMAUS-QUARTIERE WÄHREND UNTERSCHIEDLICHER PHYSIOLOGISCHER REPRODUKTIONSPHASEN IM JAHR 2003. .	73
ABB. 35: SCHEMA ZUR TEMPERATURPRÄFERENZ DER WIMPERFLEDERMAUS IN IHREN WOCHENSTUBENKOLONIEN, SOWIE VERHALTENS- UND VERMEIDUNGSSTRATEGIEN BEI HÖHEREN UND TIEFEREN HANGPLATZTEMPERATUREN.....	77
ABB. 36: BLICK AUS DER AUSFLUGÖFFNUNG DER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIE IN LINTGEN (L).	79
ABB. 37: HÖHENVERTEILUNG ALLER IN DIE UNTERSUCHUNG EINBEZOGENER WIMPERFLEDERMAUSKOLONIEN IN HÖHENKLASSEN.....	82
ABB. 38: HÖHENVERTEILUNG DER LUXEMBURGISCHEN SOMMERKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS IN HÖHENKLASSEN.....	82
ABB. 39: ENTFERNUNG DER 13 AUSGEWÄHLTEN WOCHENSTUBENKOLONIEN ZUR NÄCHSTEN WASSERFLÄCHE, ZUR NÄCHSTEN WALDFLÄCHE UND ZUR NÄCHSTEN WALDFLÄCHE > 5 HA.	83
ABB. 40: ENTFERNUNG DER LUXEMBURGISCHEN SOMMERKOLONIEN ZUR NÄCHSTEN WASSERFLÄCHE, ZUR NÄCHSTEN WALDFLÄCHE UND ZUR NÄCHSTEN WALDFLÄCHE > 5 HA.	84

ABB. 41: KARTE DER LEBENSÄUME UM DIE WOCHENSTUBENKOLONIE VON <i>M. EMARGINATUS</i> IN LINTGEN.....	86
ABB. 42: LEBENSÄUME IN EINEM 0,5 KM-RADIUS UM DIE LUXEMBURGISCHEN SOMMERKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	87
ABB. 43: LEBENSÄUME IN EINEM 4,5 KM-RADIUS UM DIE LUXEMBURGISCHEN SOMMERKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.....	88
ABB. 44: VERGLEICH DER FÜNF HÄUFIGSTEN LEBENSÄUME IN EINEM 4,5 KM-RADIUS UM AUSGEWÄHLTE WOCHENSTUBENKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS.	89
ABB. 45: EINBETTUNG DER ORTSCHAFT EMERANGE (L) IN EINE NATURNAHE LANDSCHAFT.....	89
ABB. 46: AUFNAHME AM 20. JUNI 2003 UM 15:22 UHR (MESZ). DIE KOLONIE, ZU DIESEM ZEITPUNKT ETWA 180 ADULTE WIMPERFLEDERMÄUSE, HÄNGT IN EINEM LÄNGLICHEN CLUSTER AM HAUPTHANGPLATZ.	94
ABB. 47: IR-VIDEOAUFNAHMEN AM HAUPTHANGPLATZ DES WIMPERFLEDERMAUSQUARTIERS IN BECH-KLEINMACHER ZU UNTERSCHIEDLICHEN ZEITPUNKTEN AM 20./21. JULI 2003.....	95
ABB. 48.1-3: ANWESENHEIT DER WIMPERFLEDERMÄUSE AM HAUPTHANGPLATZ IM TAGESVERLAUF AM 20./21.; 23./24. JULI SOWIE AM 2./3. SEPTEMBER 2003 IM VERGLEICH ZU DEN HANGPLATZTEMPERATUREN.....	96
ABB. 49: ABENDLICHE AUSFLUGZÄHLUNG DER WIMPERFLEDERMAUS IN DER WOCHENSTUBENKOLONIE IN BECH-KLEINMACHER.....	98
ABB. 50: MORGENDLICHE EINFLUGZÄHLUNG DER WIMPERFLEDERMAUS AUS DER WOCHENSTUBENKOLONIE IN BECH-KLEINMACHER.....	99
ABB. 51: MUMIFIZIERTE, JUVENILE WIMPERFLEDERMAUS (CA. 18-20 TAGE ALT) AUF DEM KOTHAUFEN UNTER DER WOCHENSTUBENKOLONIE IN LINTGEN (L).....	100
ABB. 52: EINGESETZTE FLEDERMAUSGAUBE (HIER PFARRKIRCHE VON DIPPACH (L)).	109
ABB. 53: ÜBERSICHTSKARTE ÜBER DEN STAND DES SCHUTZPROJEKTES „COMBLES & CLOCHERS“..	109

Liste der Tabellen

TAB. 1: ANZAHL ADULTER, JUVENILER (SOERN ZÄHLBAR) UND Toter WIMPERFLEDERMÄUSE UNTER DEM HANGPLATZ DER KOLONIE IN BECH-KLEINMACHER.....	37
TAB. 2: ZUSAMMENGEFASSTE ERGEBNISSE DER TEMPERATURMESSUNGEN IN SECHS VERSCHIEDENEN WIMPERFLEDERMAUSQUARTIEREN IM JAHR 2003.	66
TAB. 3: LISTE DER AKTUELLEN UND HISTORISCHEN SOMMERKOLONIEN DER WIMPERFLEDERMAUS (<i>MYOTIS EMARGINATUS</i>) IN LUXEMBURG.	81
TAB. 4: LISTE DER WINTERQUARTIERE IN LUXEMBURG, IN DENEN BISHER ÜBERWINTERNDE WIMPERFLEDERMÄUSE NACHGEWIESEN WURDEN.....	110

1. Ziel der Untersuchung

Fledermäuse stellen in Luxemburg, wie auch in ganz Europa, rund ein Drittel der einheimischen Säugetierarten. Nachdem in Luxemburg in den letzten Jahren zwei Fledermausarten ausgestorben sind, kommen in unserem Land nur noch 17 Fledermausarten vor (Harbusch et al. 2002).

Die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806) wird aufgrund ihrer geringen Bestandsdichte sowie ihrem hohen Gefährdungsgrad europaweit (also auch für Luxemburg) als vom Aussterben bedroht eingestuft:

- Rote Liste Luxemburg: Kategorie 1, vom Aussterben bedroht (Harbusch et al. 2002);
- Rote Liste Deutschland: Kategorie 1, vom Aussterben bedroht (Boye et al. 1998);
- Rote Liste IUCN: VU A2c¹ (IUCN 2003).

Die Art wird außerdem in den Anhängen II und IV der Habitatschutzdirektive der Europäischen Union (92/43/CEE) als „espèce d'intérêt communautaire“ geführt. Damit haben sich die Mitgliedstaaten der Gemeinschaft verpflichtet, Schutzgebiete auszuweisen (NATURA 2000), um den Bestand bedrohter Arten und Lebensräume in Europa zu gewährleisten.

Die Erfassung der gebäudebewohnenden Fledermäuse ist für Luxemburg weitgehend abgeschlossen (Harbusch et al. 2002). Nach der Kontrolle von etwa 300 Dachstühlen von Kirchen, sowie der systematischen, landesweiten Erfassung der Fledermäuse Luxemburgs mittels Ultraschalldetektoren muß festgestellt werden, daß sich die Wimperfledermaus durch ihre Lebensweise den klassischen Erfassungsmethoden weitgehend entzieht. Dies hängt vor allem damit zusammen, daß die Art im Sommer überwiegend Privatgebäude nutzt, welche systematisch nur schwer zu erfassen sind. Zudem ist nicht bekannt, wo der Großteil der Population in Luxemburg überwintert (Faber & Meisch 1978; Harbusch et al. 2002).

Zur Biologie und Ökologie der Wimperfledermaus liegen für Europa bislang nur wenige Untersuchungen vor. Der aktuelle (geringe) Kenntnisstand stützt sich überwiegend auf einige faunistische Kartierungsarbeiten und im Wesentlichen auf eine Studie aus Oberbayern (Krull 1988; Richarz et al. 1989; Krull et al. 1991) von 1986/87. Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf der Beobachtung und Telemetry von 4 Tieren über wenige Nächte. Ein rezenteres Artenschutzprojekt Wimperfledermaus in Freiburg (Baden-Württemberg, D) vertieft den Kenntnisstand zur Raum- und Quartiernutzung (Brinkmann et al. 2001). Ein effizienter Schutz dieser bedrohten Fledermausart erfordert jedoch weitere Daten zu Quartieransprüchen, Jagdhabitaten, Nahrungsökologie, Populationsökologie usw. Ebenso fehlt für Mitteleuropa die Ausarbeitung einer effizienten Monitoringmethode um die Bestandsveränderungen dieser Art zu überwachen.

1) Vulnerable; (A) reduction in population size ≥ 30 % of the last 10 years; (c) a decline in area of occupancy, extent of occurrence and/or quality of habitat

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit untersucht die Anforderungen an verschiedene Teillebensräume (Wochenstubenquartiere, Jagdhabitats) der Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806), um über die Verbesserung des Kenntnisstandes einen Beitrag zum Schutz dieser bedrohten Fledermausart zu leisten.

Zudem soll die Übertragbarkeit der bereits vorliegenden Erkenntnisse (Krull 1988; Schumm 1988; Brinkmann et al. 2001) aus Süddeutschland auf Luxemburg überprüft werden.

Folgende Untersuchungen zur Ökologie der Wimperfledermaus wurden durchgeführt:

- Entwicklung der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher im Jahresverlauf 2003 mittels nächtlicher Ausflugszählungen;
- Erfassung quartierbestimmender Parameter (Quartiervolumen, Einflugöffnungen, Exposition, Dachdeckung, ...) ausgewählter Wochenstubenquartiere in Luxemburg, Frankreich (Lothringen), Belgien (Wallonien), Deutschland (Baden-Württemberg) und Österreich;
- Temperaturmessungen an den Hangplätzen ausgewählter Wochenstubenquartiere im Vergleich zur Aussentemperatur;
- Erfassung der Habitatansprüche der Wimperfledermaus an ihre Jagdgebiete, radiotelemetrische Untersuchung der nächtlichen Aktivitätsmuster und Jagdgebiete, Erfassung der potentiellen Jagdgebiete um die luxemburgischen Wochenstuben mittels des Geographischen Informations Systems GIS;
- Erfassung des Ausflugverhaltens und Beobachtungen des Hangplatzverhaltens der Wochenstube in Bech-Kleinmacher mit Hilfe von Infrarot-Videokameras;
- Untersuchung zur Vergesellschaftung der Wimperfledermaus mit anderen Fledermausarten im gleichen Wochenstubenquartier. Untersuchung zur Überschneidung der ökologischen Nischen mit vergesellschafteten Fledermausarten (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis* ...).

Aus den Ergebnissen dieser Studie wird ein Artenschutzprogramm für die Wimperfledermaus in Luxemburg entwickelt und im Anschluß an die Diskussion vorgestellt.

Dieses Artenschutzprogramm wird in Form eines Maßnahmenkataloges des Natur- und Biotopschutzes die Überwachung der Population, den Erhalt und die Förderung von Jagdgebieten, den Schutz und die Vermehrung potentieller Wochenstubenquartiere zum Ziel haben.

2. Allgemeiner Teil

2.1. Biologie der Wimperfledermaus

2.1.1. Allgemeine Beschreibung

Die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806) ist eine mittelgroße *Myotis*-Art mit einer Unterarmlänge von 36 – 42 mm und einer Spannweite von 220 – 245 mm. Die Kopf-Rumpflänge beträgt 41 – 53 mm, die Condilobasallänge reicht von 14,3 bis 15,2 mm. Das durchschnittliche Gewicht beträgt 7-15 g, ausnahmsweise um 6 g (Richarz & Limbrunner 1992; Schober & Grimmberger 1998).



Das im Vergleich zu den anderen *Myotis*-Arten stumpfe Ohr besitzt einen deutlichen rechtwinkligen Ausschnitt in seinem lateralen Rand². Die Oberfläche der Pinna auris ist von zerstreuten Papillen geprägt (Topál 2001). Das Ohr überragt nach vorne umgelegt die Schnauzenspitze um etwa 2 mm. Die Ohrmuschel weist weiterhin 6-7 kurze Querfalten auf. Der Tragus endet mit einer schmalen, abgerundeten Spitze, sie erreicht die Höhe des Einschnittes nicht, obwohl der Tragus länger als die Hälfte der Ohrhöhe ist.

Abb. 1: Winterschlafende Wimperfledermäuse in einem unterirdischen Quartier in Lothringen aufgenommen. Charakteristisch für die Art ist, daß das dichte Fell in „Wollstapel“ fällt. (Foto F. Schwaab)

Die Schnauze von *M. emarginatus* ist rotbraun. Alle Flughäute, sowie die Ohren sind dunkel graubraun. Gaisler (1959) untersuchte und verglich den Flugapparat mit anderen heimischen Fledermäusen. Die Flügel sind im Verhältnis zu anderen *Myotis*-Arten relativ kurz und breit, ihre charakteristische Flügelform stellt *M. emarginatus* in die Nähe der Gattung *Plecotus* (Langohren) und in die der drei mitteleuropäischen *Rhinolophus*-Arten, besonders aber zu *M. bechsteinii*. Die Armflughaut (Plagopatagium) inseriert an der Basis der äußeren Zehe. Der Sporn erreicht etwa die Hälfte des Uropatagiums.

²) hieraus ergibt sich die Erklärung für den französischen Namen der Art: „Vespertilion à oreilles échanquées“, sowie die englische Namensgebung „notch-eared bat“.

Der freie Rand der Schwanzflughaut ist mit spärlichen, kurzen, an der Dorsalseite sitzenden und deren Rand überragenden, gekrümmten Härchen („Wimpern“) besetzt (deutscher Name!).

Das auffällig dichte und wollig gekräuselte Fell (einzigartig unter europäischen *Myotis*-Arten) weist auf der Körperoberseite eine typische Dreifarbigkeit auf. Während die Basis schiefergrau gefärbt ist, erscheint die Mitte hellbraun bis strohgelb und die Haarspitzen sind auffallend orange bis fuchsrot. Die Körperunterseite ist hellbraun bis cremefarben. Die Jungtiere sind von den Alttieren durch ihre dunklere, graubraune Färbung leicht zu unterscheiden. Das Fell fällt vor allem im Winterschlaf in sogenannte Wollstapel (siehe Abb. 1).

Weitere Einzelheiten sind bei Schober & Grimmberger (1998) und Topál (2001) nachzulesen.

2.1.2. Allgemeine Biologie

2.1.2.1. Alter

Im Durchschnitt werden Wimperfledermäuse 3-4 Jahre alt, als Höchstalter einer Wimperfledermaus sind 18 Jahre bekannt (Schober & Grimmberger 1998).

Bezem et al. (1960) errechneten aus Beringungsdaten eine mittlere Lebenserwartung von 3,3 Jahren und eine maximale Lebensdauer von 13 Jahren. Als Überlebensrate der Juvenilen im ersten Halbjahr geben die Autoren einen Wert von 0,697 an. Die Weibchen können bereits im ersten Lebensjahr geschlechtsreif und begattet werden. Die Fortpflanzung erfolgt demnach frühestens im zweiten Lebensjahr (Schober & Grimmberger 1998).

2.1.2.2. Echoortung

Die Ortungsrufe der Wimperfledermaus sind frequenzmoduliert (fm) mit Amplitudenmaxima bei 46 und 55 kHz (Gebhard 1997). Die Pulsdauer ist mit 8-18 Rufen pro Sekunde sehr kurz. Die Ultraschallrufe variieren jedoch in Abhängigkeit von Jagdsituation und Biotopstruktur (Schumm et al. 1991). In Baumkronen und kleinen Räumen (Jagdflug) beginnen die Rufe sehr hoch bei bis zu 160 kHz und enden bei 40-50 kHz. Die Impulse sind kurz mit hoher Pulswiederholungsfrequenz. Diese Rufe sind recht leise und reichen maximal 6 bis 7 m weit.

In offenen Gebieten wird der Puls länger und weniger steil, die Pulswiederholungsfrequenz kleiner, die Frequenzen beginnen bei 90-100 kHz und können bis auf 25 kHz absinken. Bei 40-50 kHz kann ein kurzer, konstantfrequenter Teil (cf) auftreten. Die Orientierungsrufe sind insgesamt härter und reichen weiter (ca. 10 m).

Im Gegensatz zu den Bartfledermäusen (*Myotis mystacinus/brandtii*) ist der Pulsrhythmus sehr regelmäßig. Wegen der geringen Reichweite ist die Erfassung der Wimperfledermaus im Gelände mittels Ultraschalldetektor nur schwer möglich.

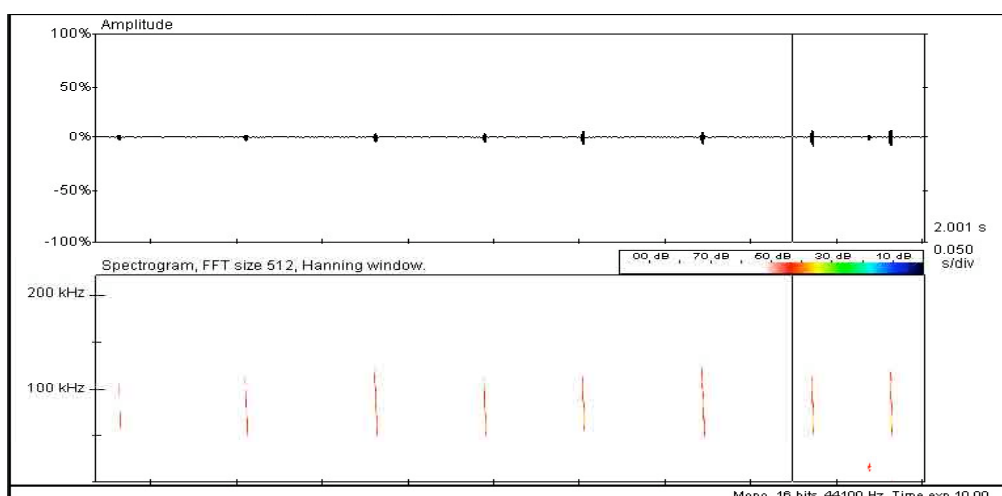


Abb. 2: Typische Ruffolge (10x time expansion) der Wimperfledermaus. Oben die Amplitude der Rufe, unten das Spektrogramm des Frequenzverlaufs. Das Amplitudenmaximum liegt bei 44,1 kHz, das Rufintervall bei ca. 65 ms. (BatSound Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Schweden)

Nach ihrer biologischen Funktion kann man für Fledermäuse folgende Quartiertypen unterscheiden: Winterquartier, Tages- oder Zwischenquartier und Wochenstubenquartier. Für die beiden letzten Typen hat sich die Bezeichnung Sommerquartier eingebürgert (Schober & Grimmberger 1998).

2.1.2.3. Sommerquartiere

Nach Kepka (1961) ist *M. emarginatus* eine atlanto-meriditerrane Art. Ursprünglich handelte es sich um eine troglophile Art, die sich in ihrem Verbreitungszentrum primär in unterirdischen Quartieren und Höhlen fortpflanzte, so auch heute noch im Süden und Osten (z.B. Ungarn, Balkan) ihres Verbreitungsgebietes.

Ihre Oikophilie (= Bevorzugung menschlicher Wohnhäuser) im Sommerhalbjahr ist eine Anpassung, die die Art in die Lage versetzte, ihre Verbreitung nach Norden auszudehnen. Dort sind die Temperaturen zu niedrig, um ihr eine Besiedlung von Höhlen im Sommer zu erlauben. Zur Zeit ist die Art in Mittel- und Westeuropa nur im Winter eine Höhlenfledermaus und weicht zur Reproduktion auf Dachstühle und halbunterirdische Quartiere aus.

Die Sommerquartiere befinden sich in meist hellen Dachböden, wo die Tiere in einem Cluster (gebündelte Hanggruppe) frei an mittleren Dachteilen oder an Holzsparren hängen. Im Vergleich zu anderen Fledermausarten beziehen Wimperfledermäuse ihre Sommerquartiere erst spät, etwa Anfang Mai, und oft sind die Quartiere erst Anfang Juni voll besetzt. Die an die Reproduktion gebundenen Wochenstubenquartiere sind gekennzeichnet durch eine eher kühle, aber konstante Innentemperatur (Richarz et al. 1989; Zahn & Henatsch 1998). Im Elsaß und in der Schweiz sind Wochenstubenquartiere bekannt, die sich nicht in einem geschlossenen Raum, sondern lediglich unter einem überstehenden Vordach befinden (Reiser 1998).

Wochenstubenkolonien können aus nur wenigen (etwa fünf bis sieben) reproduzierenden Weibchen bestehen, normalerweise umfasst eine solche Kolonie jedoch zwischen 40 und 65 adulten Weibchen. Vor allem in Dachstühlen grösserer Gebäude sowie in halbunterirdischen Quartieren können jedoch Wochenstubenkolonien von bis zu 200-700 adulten weiblichen Tieren auftreten. Unterirdische Wochenstuben, z.B. in Osteuropa, bestehen oft aus mehreren Hundert Tieren (z.B. Geszt in SE-Ungarn mit 1000 Tieren, Dobrosi in Topál 2001) und in Nordfrankreich sogar aus bis zu mehreren Tausend Exemplaren (T. Gaillard, mündliche Mitteilung).

Kurz nach der Bildung der überwiegend aus weiblichen Tieren zusammengesetzten Wochenstubenkolonien, werden ab Mitte Juni die ersten Jungen geboren. Nach ca. 3 bis 4 Wochen unternehmen die Jungen ihre ersten Flugversuche im Quartier. Die Jungenaufzucht ist mit ca. 8 bis 9 Wochen beendet, so daß die Auflösung der Wochenstuben im westlichen Mitteleuropa – je nach Witterungsverlauf – bereits sehr früh, etwa ab Ende Juli oder Anfang August einsetzt (Richarz et al. 1989).



Abb. 3: Gemischte Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus (in einem Cluster im Vordergrund) und der Großen Hufeisennase in Bech-Kleinmacher (L). (Foto Thomas Stephan)

Die Wochenstubenkolonien von *M. emarginatus* sind in West- und Osteuropa oft mit Fledermauskolonien anderer Arten vergesellschaftet, vor allem mit den beiden Rhinolophiden-Arten *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) und *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreiber, 1774), sowie dem Grossen Mausohr (*Myotis myotis*, Borkhausen, 1797) (Gaisler 1971; Richarz et al. 1989; Topál 2001). Im Süden wird *M. emarginatus* auch mit der Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii*, (Kuhl, 1819)) sowie *Rhinolophus euryale* (Blasius, 1853) zusammen angetroffen (Topál 2001).

Die Zahl der Wimperfledermäuse in einer Kolonie kann sich sowohl im Jahresverlauf als auch in aufeinanderfolgenden Jahren sprunghaft verändern. Es ist anzunehmen, daß *M. emarginatus* eine Reihe von sogenannten Ausweichquartieren benutzt, die je nach klimatischen Bedingungen bevorzugt genutzt werden (Gaisler 1971; Richarz et al. 1989). Aus diesem Grund sind genaue Bestandserfassungen bei dieser Art sehr schwer durchführbar.

Wo sich die Wimperfledermäuse in der Zeit zwischen der Auflösung der Wochenstubenquartiere im August und ihrem Erscheinen in den Winterquartieren Anfang Dezember aufhalten, ist noch weitgehend unbekannt. Netzfänge vor größeren Winterquartieren im Spätsommer und Herbst deuten auf die Balz- und Paarungsaktivität der Wimperfledermaus während dieser Jahreszeit hin (Harbusch et al. 2002; eigene unpublizierte Daten).

2.1.2.4. Winterquartiere

Die Winterquartiere der Wimperfledermaus befinden sich oft in thermisch stabilen Bereichen weit im Innern großer unterirdischer Höhlen, Stollen, Befestigungsanlagen, Grotten und Keller.

Stets herrscht eine hohe Luftfeuchtigkeit. *M. emarginatus* bevorzugt Hangplätze an der Decke vor denen an der Wand. Die Tiere hängen meist einzeln oder in kleinen Clustern von 3 bis 7 Individuen frei von der Decke oder in Hohlräumen und Einbuchtungen der Decke (50% der Tiere), in einer Wärmeglocke vor Zugluft geschützt. Die durchschnittliche Überwinterungstemperatur beträgt ca. 7° - 9° C (Reiser 1998), die Minimaltemperatur beträgt 3° C. Hervorzuheben ist, daß die Wimperfledermaus in Mittel- und Westeuropa die Art mit der längsten Winterschlafperiode ist. Tatsächlich können häufig schon im Oktober und auch noch Anfang bis Mitte Mai winterschlafende Wimperfledermäuse in den Winterquartieren angetroffen werden (Pir, unpublizierte Daten).

Reiser (1998) dokumentierte in den Stollen im südlichen Pfälzerwald eine scheinbare Zunahme der Art im Verlauf des Winters, wahrscheinlich durch Zuzug aus uneinsehbaren Spalten. Ein Verhalten, welches bereits für das Große Mausohr (*Myotis myotis*) belegt werden konnte (Veith 1988; Roesgen & Pir 1990).

Netzfänge von Reiser (1998) im Juni vor den Eingängen der unterirdischen Winterquartiere zeigten hier eine hohe Aktivität und Dominanz von männlichen Wimperfledermäusen. Im Gegensatz zum Spätsommer waren im Frühsommer außer Wimperfledermäusen kaum andere Fledermausarten festzustellen. Im Spätsommer/Herbst sind vor geeigneten Quartieren Balz- und Schwarmflüge der Wimperfledermaus zu beobachten (Reiser 1998).

Die Art ist eher ortstreu, die Distanzen zwischen Sommerquartieren und Winterquartieren liegen meist unter 40 km, mit einem ermittelten Maximum von 97 km (Fairon et al. 1982) bzw. 106 km (Schober & Grimmberger 1998). Hamon (1991) berichtet allerdings von dem Fund eines Tieres nach 11 Jahren in der außergewöhnlichen Entfernung von über 400 km!

2.1.2.5. Jagdhabitat und –verhalten

Der Ausflug der Wimperfledermäuse erfolgt erst spät nach Anbruch der Dunkelheit, etwa 17 - 35 Minuten nach Sonnenuntergang (Krull, 1988; Pir 1994). Über traditionelle Flugrouten, entlang linearer natürlicher Landschaftselemente, fliegen die Wimperfledermäuse zu ihren angestammten Jagdgebieten, wo sie in ein bis fünf Meter Höhe in wendigem Flug jagen. Wimperfledermäuse können jedoch auch geschickt auf Blättern ruhende Beute ablesen („foliage gleaning“), wobei sie vor allem Spinnen, Raupen und ruhende Insekten erbeuten. In der Nähe ihrer Kolonie konnten Wimperfledermäuse dabei beobachtet werden, wie sie in Kuhställen an der Decke sitzende Dipteren in einem charakteristischen Pendelflug erbeuteten (Krull 1988; Brinkmann et al. 2001).

Die Jagdgebiete um die Wochenstubenkolonien liegen in reich strukturierten Landschaften, die meist Parks, Gärten, Gewässer und einen hohen Laubwaldanteil aufweisen. Gejagt wird vorwiegend an Waldrändern, sowie an und in Busch- und Heckenrändern (Krull 1988; Krull et al. 1991). Der morgendliche Einflug endet durchschnittlich 56 Minuten vor Sonnenaufgang, wobei kein Schwärmverhalten (d.h. die zurückkehrenden Tiere flattern

einige Runden um die Einflugöffnung) wie bei anderen Fledermausarten beobachtet werden kann (Pir 1994). Die Entfernung vom Quartier bis in die Jagdgebiete kann bis zu 10 km betragen, durchschnittlich jedoch 4 – 5 km (Krull 1988; Krull et al. 1991; Brinkmann et al. 2001).



Abb. 4: Jagdbiotop der Wimperfledermaus in einem unterwuchsreichen Mischwald im Forêt de Verdun (Meuse, F).

Die Hauptnahrung von *M. emarginatus* besteht vor allem aus Dipteren (bis zu 93 % Muscoidea) und Spinnen (Arachnida; bis zu 56 % Araneae), seltener werden Käfer und Netzflügler (Neuroptera) erbeutet (Bauerova 1986; Beck 1994-1995; Krull 1988; Krull et al. 1991; Brinkmann et al. 2001).

2.1.2.6. Fressfeinde

Krzanowski (1973) fasst die Daten über das Auftreten von *M. emarginatus* in Eulengewöllen zusammen. Er gab Befunde verschiedener Autoren, u.a. von König (1961), Schmidt & Topál (1970/71) wieder, die allesamt aus Gewöllen der Schleiereule (*Tyto alba*) stammten. Auf der Insel Kreta wurde sie ebenfalls in Gewöllen der Schleiereule gefunden (Pieper 1978).

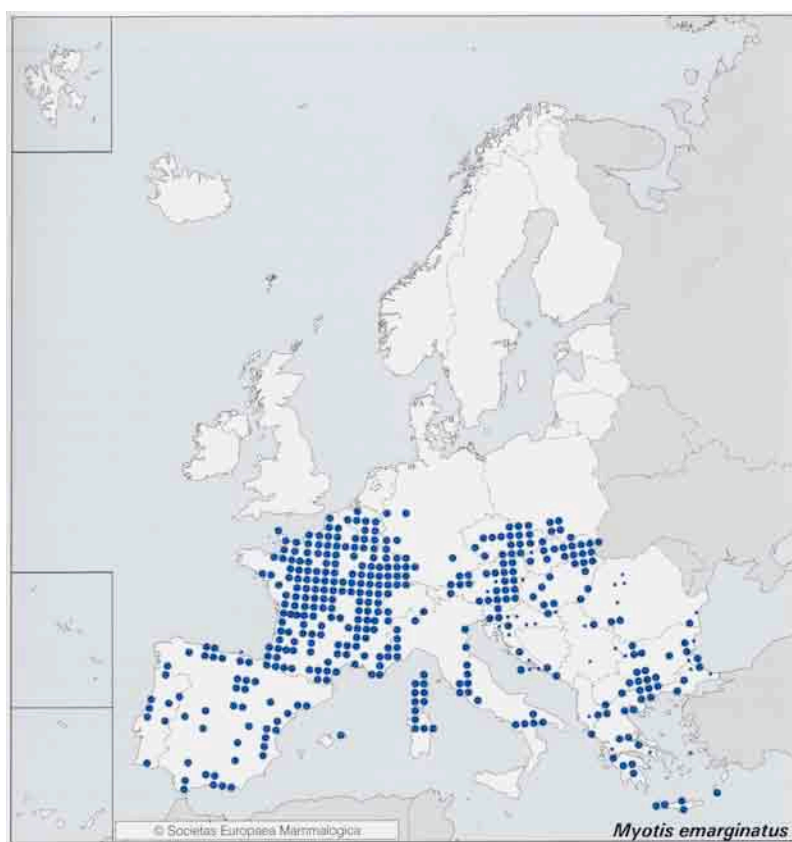
In einer luxemburgischen Mischkolonie im Moseltal wurden im Juli 1991 drei *M. emarginatus* durch einen Steinmarder (*Martes foina*), der in das Wochenstubenquartier eingedrungen war, getötet (Roer & Gudendorf 1994).

2.2. Verbreitung

2.2.1. Allgemeine Verbreitung

Die Wimperfledermaus ist eine westpaläarktische Art, deren Hauptverbreitungsgebiet in Europa in Mittel- und Südeuropa liegt. In Europa und den angrenzenden Gebieten lebt nur die Nominalform *Myotis e. emarginatus* (Geoffroy, 1806), östlich daran anschließend kommen noch weitere Unterarten vor (Topál 2001).

In Europa erreicht das Verbreitungsareal etwa den 51.° und 52.° N. Breitengrad in Belgien und in den Niederlanden. In Deutschland, der Tschechischen Republik und Polen endet es schon südlich des 50. Breitengrades. Die Art fehlt im Nordwesten Europas, auf den Britischen Inseln sowie in Osteuropa nordöstlich des Karpatenbogens. Zum Verbreitungsgebiet gehören auch die Inseln Korsika, Sardinien, Sizilien und Elba.



In der ehemaligen Sowjetunion tritt die Art auf der Halbinsel Krim, östlich bis zum Transkaukasus, in Süd-Turkmenistan, sowie in Usbekistan, Tadschikistan und Kirgisien auf. Afghanistan, Iran, Israel und Libanon im Mittleren Osten gehören ebenso zum Verbreitungsgebiet wie Nordafrika (Marokko) und Tunesien (Schober & Grimmberger 1998; Topál 2001).

Abb. 5: Die Verbreitung von *M. e. emarginatus* in Europa. Luxemburg zählt zu den Ländern, in denen die Art ihre nördliche Verbreitungsgrenze findet. (Karte: Mitchell-Jones et al. 1999).

2.2.2. Verbreitung in Mittel- und Westeuropa (außer Luxemburg)

2.2.2.1. Deutschland

In Deutschland sind lediglich 15 Wochenstubenkolonien dieser Fledermausart bekannt (Boye et al. 1999) und zwar vier Reproduktionsvorkommen in Baden-Württemberg und 11 in Südbayern.

Sie liegen überwiegend in klimatisch begünstigten Gebieten, wie z.B. dem Oberrheingraben mit den angrenzenden Waldgebieten und dem Rosenheimer Becken.

Bayern

Im Süden Bayerns kennt man derzeit elf Wochenstubenkolonien mit zusammen etwa 1.050 adulten Weibchen, wobei die größte Kolonie 700 Tiere (adulte Weibchen und Jungtiere) umfaßt (A. Zahn, briefliche Mitteilung).

Baden-Württemberg

Von Baden-Württemberg sind vier Kolonien (mit insgesamt etwa 650 ad. Tieren), aus der Vorbergzone des Schwarzwaldes (Lahr), aus der Breisgauer Bucht (Freiburg) und dem Markgräfler Land (Müllheim) bekannt. Winterquartiere wurden bislang überwiegend im Schwarzwald und im Dinkelberggebiet, selten auch auf der Schwäbischen Alb gefunden (Brinkmann et al. 2001).

Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz gibt es vier Fundorte aus Flußtälern, wobei der Status noch nicht eindeutig geklärt ist. Im Sommer 2003 konnte z.B. eine Wimperfledermaus bei Fell mit einem Stellnetz gefangen werden. Während der Sommermonate gibt es regelmäßig Nachweise einzelner Individuen an der Sauer (z.B. Schloß Weilerbach, Pölsenhof). Für den Winter liegen Nachweise einzelner Exemplare vor, z.B. aus Wallendorf, Fell und Dhronthal. Regelmäßig werden ein bis zwei Exemplare bei Idar-Oberstein beobachtet (M. Weishaar, mündliche Mitteilung). In der Südpfalz werden ebenfalls regelmäßig Exemplare beim Schwärmen und im Winterquartier festgestellt. Der Schwerpunkt liegt hier bei Nothweiler an der Grenze zum Elsaß, sowie in der Südpfalz bei Niederschlettenbach und Fischbach (Reiser 1998). Warum die Wimperfledermaus als Reproduktionsart in Rheinland-Pfalz und im Saarland fehlt, ist nicht bekannt.

Nordrhein-Westfalen

Einzelne Tiere - vermutlich aus dem Bereich Süd-Limburg (Niederlande) - kommen in Winterquartieren in Nordrhein-Westfalen vor.

In den letzten Jahren scheinen die Bestände der Wimperfledermäuse in Deutschland im Sommer konstant zu bleiben, die Bestandsentwicklung kann aber nicht sicher abgeschätzt werden (alle Angaben, falls nicht anders vermerkt: Boye et al. 1999).

2.2.2.2. Niederlande

Bels (1952) beschreibt eine gemischte Wimperfledermauskolonie mit Großen Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrumequinum*), die in den 30er Jahren in den Niederlanden bestanden hatte. In Sluiter et al. (1971) wird die Wimperfledermaus als eine der vier Arten aufgeführt, die in den Niederlanden an der Nordgrenze ihres Vorkommens leben. Neben zwei vereinzelt Nachweisen in Nord-Holland 1953 respektiv 1954 (Glas 1986) stammt der nördlichste Fortpflanzungs- und zugleich einzige rezente Reproduktionsnachweis für die Niederlande aus Süd-Limburg. In einer Zisterzienserabtei nahe Lilbosch befindet sich eine etwa 150 Individuen umfassende Reproduktionskolonie (Vergoossen 1992). Ebenfalls in

Süd-Limburg werden auch regelmäßig überwinternde Exemplare (etwa 50-75) in den Mergelgruben um den St. Pietersberg angetroffen. Die Gesamtpopulation der Niederlande dürfte demnach 150-200 Tiere nicht übersteigen (Vergoossen & Buys 1997).

2.2.2.3. Belgien

FLANDERN

Während bis 1982 in ganz Belgien nur vier Wimperfledermauskolonien bekannt waren (Fairon et al. 1982), konnten bis 1990 zwei weitere Kolonien neu entdeckt werden. Nach neueren Veröffentlichungen sind bis zum heutigen Tag alleine in dem flämischen Teil Belgiens neun Wimperfledermauskolonien bekannt (z.B. park- und walddreiche Umgebung von Brügge, von St. Andries, Oostkamp und Beernem bis Sijsele, bis ca. 25 km vor der Nordseeküste). Zwei Kolonien liegen nördlich des 51. Breitengrades und stellen zusammen mit der niederländischen Reproduktionskolonie die nördlichste Verbreitungsgrenze der Art in Westeuropa dar (eine Kolonie von 230 ad. + juv. im Norden der Provinz Antwerpen und eine kleine Wochenstube in der Umgebung von Ypres).

Zwei Wochenstubenquartiere mit 70 bzw. 120 Individuen befinden sich in der Gegend um Voerstreek, zwei weitere Kolonien (eine davon sehr klein) liegen in der Provinz Vlaams-Brabant. Eine weitere Wochenstubenkolonie Flanderns befindet sich in Ost-Flandern (Ministerie van den Vlaamse Gemeenschap/natuurpunt 2001).

WALLONIEN

In der Region Wallonien befinden sich mindestens vier Wochenstubenkolonien. Die Wochenstubenkolonien in Guirsch (ca. 200 Individuen) und Clairefontaine (35 Ind.) (J. Fairon, mündliche Mitteilung) liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zu Luxemburg und wurden in die vorliegende Untersuchung mit aufgenommen. Eine Wochenstubengesellschaft aus Wimperfledermäusen und Großen Hufeisennasen existiert in dem Klosterkomplex von Orval. Eine rezent entdeckte Wochenstubenkolonie mit etwa 50 Individuen befindet sich in dem Schloß Laclaireau bei Virton (T. Gaillard, mündliche Mitteilung).

2.2.2.4. Frankreich

M. emarginatus ist in ganz Frankreich verbreitet (Abb. 5), in diese Untersuchung wurde nur die Verbreitung der beiden zu Luxemburg nächstgelegenen Regionen aufgenommen.

LOTHRINGEN

In Lothringen liegen die nördlichsten Reproduktionsquartiere der Wimperfledermaus in Frankreich. Insgesamt sind hier 25 Reproduktionskolonien der Wimperfledermaus bekannt, die zwischen 10 und 600 adulte Individuen umfassen.

Südlich einer Linie, die etwa von Verdun über Sarrebourg verläuft, ist die Dichte der Reproduktionskolonien erheblich höher als nördlich. Diese Beobachtung scheint durch den selteneren Nachweis dieser Art in Nordlothringen bestätigt zu werden (GEML 1993).

In Dachstühlen reproduziert sich die Wimperfledermaus alleine, während um Verdun (Meuse) einzelne halbunterirdische und unterirdische Reproduktionskolonien bekannt sind, die mit der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) vergesellschaftet sind. In Etraye³ und Moncel-sur-Seille* (Meurthe-et-Moselle) kommen Reproduktionskolonien in Dachräumen vor, in Befestigungsanlagen oder Gedenkstätten der beiden Weltkriege (Tranchée des Baïonnettes*, Fort de Vachereauville, Fort de Liouville, Fort de Souville*...) leben auch Reproduktionskolonien in halbunterirdischen Quartieren.

CHAMPAGNE-ARDENNE

Während des Jahres 2002/2003 konnten in Champagne-Ardenne 328 Wimperfledermäuse in 36 Winterquartieren und 538 Tiere in acht Wochenstubenquartieren nachgewiesen werden. Die Mehrheit der Wochenstubenverbände befindet sich auf Speichern und Dachräumen von Gebäuden, mit Ausnahme von zwei Kolonien, die sich in unterirdischen oder halbunterirdischen Quartieren befinden (je eine im Departement Aube und im Departement Haute-Marne). Die Koloniegrößen sind aufgrund ständiger Quartierwechsel hohen Schwankungen unterworfen. In den unterirdischen Minen von Arsonval und Bossancourt hat sich die überwinternde Population in den letzten 10 Jahren kontinuierlich etwa verdreifacht und erreichte im Februar 2004 eine Größe von über 230 Individuen. Es ist wahrscheinlich, daß die Verbreitung der Art in der Champagne-Ardenne aufgrund der schwierigen Erfassung unterschätzt wird (alle Angaben B. Fauvel, mündliche Mitteilung).

2.2.2.5. Österreich

In Österreich sind Wochenstubenkolonien aus allen Bundesländern bekannt, mit Ausnahme von Wien und Vorarlberg. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt allerdings in Süd- und Ostösterreich und im Alpenvorland (Spitzenberger & Bauer 2001). Die Alpentäler scheint die Art weitgehend zu meiden. Die Wochenstubenkolonien umfassen in den meisten Fällen weniger als 50 Individuen, in Einzelfällen können sie jedoch bis zu 800 Weibchen umfassen. Der Großteil der Wochenstubenfunde liegt in der submontanen Höhenstufe mit einer Obergrenze bei 812 m. Etwas größere Höhen konnten für Einzeltiere im Sommer sowie im Winterquartier nachgewiesen werden, mit Höchstwerten bei 1250 bzw. 1500 m über NN (Spitzenberger & Bauer 2001).

2.2.2.6. Schweiz

Die Anwesenheit der Art wird in der Schweiz nur durch seltene Einzelfunde aus der Nordwestschweiz, der Ostschweiz und dem Tessin belegt (Gebhard 1995). Wochenstubennachweise liegen bislang nicht vor.

³) die mit * gekennzeichneten Kolonien wurden in die vorliegende Untersuchung einbezogen.

2.2.3. Verbreitung in Luxemburg

2.2.3.1. Historische Verbreitung

Für Luxemburg liegen nur wenige historische Hinweise über das Vorkommen der Wimperfledermaus in der Moselgegend vor. De la Fontaine (1869) beschreibt die Art als sehr selten: „...paraît très rare dans nos contrées, car jusqu’à ce jour, je ne l’ai rencontrée que dans le voisinage de la Moselle“. Ferrant (1931) beschreibt *Myotis emarginatus* als: „... rare chez nous, où sa présence n’a été que constatée jusqu’à ce jour que dans la vallée de la Moselle, notamment dans les environs de Schengen“. Faber & Meisch (1978) haben bei ihrer Untersuchung von 76 Dachböden in den Jahren 1977/78 zwei kleine Kolonien der Wimperfledermaus im Westen Luxemburgs nachgewiesen, wovon eine kleine Kolonie mit fünf Tieren (davon 1 Jungtier) zusammen mit der Wochenstubenkolonie der Kleinen Hufeisennase in Mariental beobachtet werden konnte. Fairon et al. (1982) haben sie seit 1974 nur in zwei Rastern im Winterquartier nachgewiesen.

2.2.3.2. Aktuelle Verbreitung

2.2.3.2.1. Sommerverbreitung

In Luxemburg sind zur Zeit mindestens 8 Sommerkolonien der Wimperfledermaus mit einer jeweiligen Kopfstärke von bis zu 200 adulten Tieren bekannt. Während einer zeitgleichen Bestandszählung konnten im Sommer 1998 mehr als 630 Individuen (Adulte und Juvenile) in den bekannten Wochenstubenkolonien gezählt werden. Die geschätzte Gesamtpopulation der Art dürfte somit bei etwa 850 – 1.250 Tieren liegen (Harbusch et al. 2002).

M. emarginatus ist eine thermophile Fledermausart, alle bekannten Kolonien der Art befinden sich im Gutland und liegen fast ausschließlich in Bach- und Flusstälern (Attert, Eisch, Mamer, Sauer und Mosel). Die umgebenden Landschaften sind geprägt durch einen hohen Laubwaldanteil, eine kleinräumige landwirtschaftliche Nutzung mit hohem Grünlandanteil und alten Obstwiesen. Die Bachläufe in der Nähe der Kolonien verfügen oft noch über einen reichen naturnahen Uferbewuchs.

Seit 1985 konnte die Gründung und Bestandsentwicklung einer Wimperfledermauskolonie beobachtet werden, die sich zusammen mit einer Wochenstube der Großen Hufeisennase in einer Scheune im Süden des Landes befindet (Roer & Gudendorf 1994). Die Kolonie zählte 1985 12 Wimperfledermäuse; am 1. August 2003 konnten schon 372 ausfliegende Wimperfledermäuse (ad. + juv.) gezählt werden. Als Ausflugsöffnung wird von beiden Arten eine offene Scheunenluke genutzt. Im gleichen Dorf befindet sich in einem relativ hellen, häufig begangenen Dachstuhl im Possenhaus ein Übergangsquartier, durch zahlreiche Kotkrümel belegt (ein Ind. bei einer Kontrolle am 26. Juni 1992, Harbusch 1992). Im benachbarten Wellenstein (1,2 km Entfernung) wurden bei der Begehung des Kirchendachstuhles am 26. Juni 1992 zwei adulte Wimperfledermäuse gefunden (Harbusch 1992). Es könnte sich um ein Sommerquartier von Männchen handeln.

Eine zweite Wochenstube wurde vom Autor am 17. Juni 1997 in Emerange, etwa 6,5 km südwestlich von Bech-Kleinmacher gefunden. Die Kolonie mit etwa 85 bis 92 adulten Tieren (16.06.2003) befindet sich auf dem Dachboden eines Hauses, der relativ störungsfrei und dunkel ist. Der Einflug erfolgt über Luken an der Vorder- und Rückseite des Hauses.

Eine dritte Wochenstube befindet sich in der Spitze eines mit Kupferblech gedeckten Kirchturmes in Lintgen im Alzettetal. Der Fund eines toten Jungtieres sicherte die Bestimmung ab (Harbusch et al. 2002). Das Quartier konnte 1998 mit 210 Tieren bestätigt werden (eigene Daten). Große Ausflugsöffnungen sind hier nicht vorhanden, und die Tiere müssen sich durch enge Spalten zwängen.

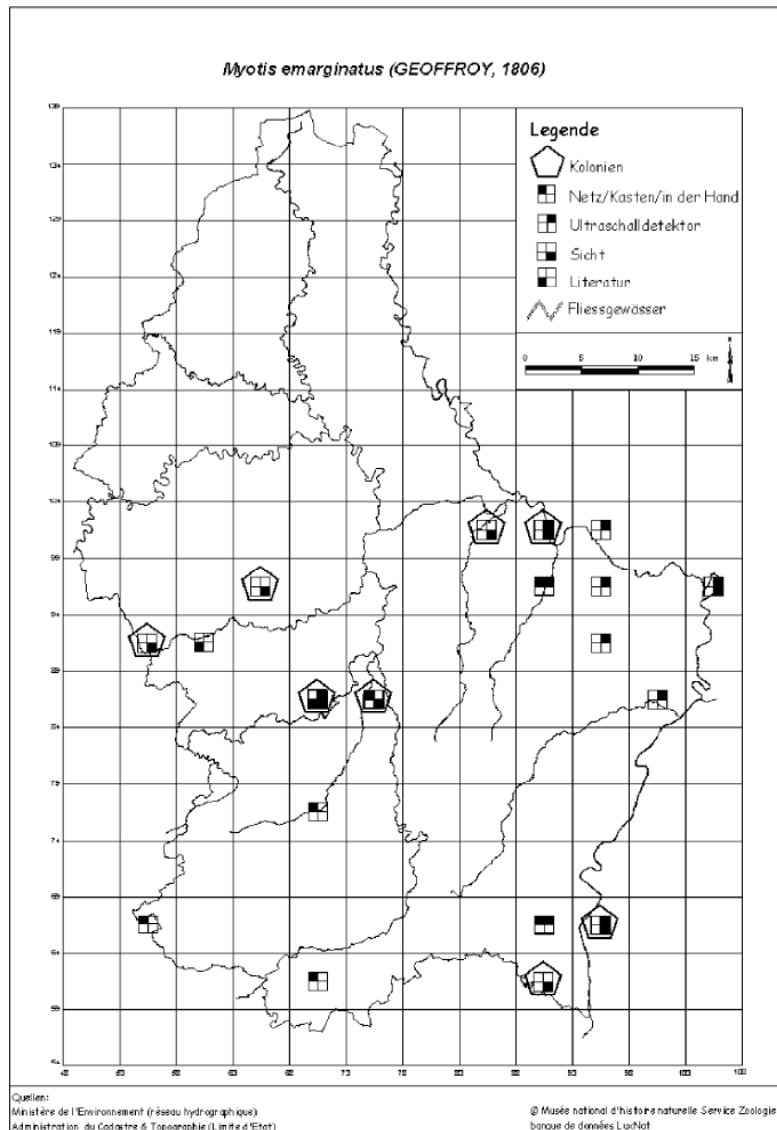


Abb. 6: Sommerverbreitung der Wimperfledermaus in Luxemburg. Die Sommerverbreitung der Art beschränkt sich auf das Gutland, bislang liegen keine Nachweise über 300 m NN vor (Karte: Harbusch et al. 2002).

Die nächsten beiden Kolonien befinden sich im Westen des Landes, in Zuflusstälern der Attert. Eine Wochenstube (Colpach-Bas) teilt das Quartier im Dachstuhl eines Schlosses mit einer Kolonie Großer Mausohren. Bei der Kontrolle 1994 durch den Autor wurden etwa zehn adulte Wimperfledermäuse und einige Jungtiere beobachtet. Der Ausflug beider Arten erfolgt durch ein großes, geöffnetes Dachfenster.

Die Wochenstube der Mausohren wurde bereits 1977 von C. Meisch kontrolliert, der jedoch keine Wimperfledermäuse erwähnte (Faber & Meisch 1978). Es ist deshalb anzunehmen, daß die Besiedlung durch die Wimperfledermaus frühestens am Anfang der 80er Jahre erfolgte. Im August 1998 konnten hier etwa 35 Wimperfledermäuse (ad. + juv.) beobachtet werden. Im Jahr 2003 wurden nur wenige *M. emarginatus* angetroffen. Allerdings hing am 13.08.2003 ein mumifiziertes Jungtier am Haupthangplatz der Kolonie, und auch massive Kotspuren wiesen auf eine diesjährige Nutzung des Quartieres hin (eigene Daten). Ein Ausweichquartier in unmittelbarer Nähe ist wahrscheinlich.

Die zweite Wochenstube mit ca. 40 adulten Tieren befindet sich in einem als Kornkammer genutzten Dachstuhl in Platen. Dieser Dachstuhl wird von mehreren Fenstern erhellt, der Ausflug kann durch offene Fenster und Öffnungen in der Dacheindeckung erfolgen (Harbusch et al. 2002).

Dieses Quartier ist ein besonders gutes Beispiel für die extreme Toleranz von Fledermäusen Störungen gegenüber, sofern die Störungen regelmäßig und ohne Behinderung der Tiere erfolgen. Die Wochenstubentiere lassen sich weder durch den Betrieb noch durch häufiges Begehen stören. In den letzten beiden Jahren war die Kolonie laut Besitzer nicht anwesend. Am 4.Juni 2003 konnten dann wieder insgesamt 27 adulte Tiere beobachtet werden. Ende Juli war das Quartier, wahrscheinlich aufgrund der heißen Witterung bereits verwaist.

Im Jahre 1999 konnte vom Autor in einer umgebauten Privatscheune in Moestroff an der Sauer eine Wimperfledermauskolonie von etwa 60 Tieren nachgewiesen werden. Diese Kolonie wurde leider trotz konkreter Schutzvorschläge und Entgegenkommen seitens des Naturschutzdienstes der Forstverwaltung vom Besitzer ausgesperrt und somit aufgelöst.

Eine weitere, heute aufgelöste Kolonie der Wimperfledermaus befand sich in der Kirche des ehemaligen Klosters in Mariental. Faber & Meisch (1978) konnten hier am 26.Juli 1977 vier adulte Wimperfledermäuse sowie ein juveniles Tier zusammen mit einigen Kleinen Hufeisennasen (*R. hipposideros*) nachweisen. Am 5.August.1988 konnte der Autor im Turm der Kapelle eine Kolonie von 24 bis 30 Individuen der Wimperfledermaus neben zwei Kleinen Hufeisennasen ausmachen. Auch am 3.August 1989 konnten 25 bis 35 Wimperfledermäuse zusammen mit einer letzten Kleinen Hufeisennase gezählt werden. Nach dem Tod der letzten Kleinen Hufeisennase dieser Kolonie im darauffolgenden Jahr konnten nie wieder Wimperfledermäuse im Mariental beobachtet werden (eigene Daten).

Kleinere Kolonien und Einzeltiere sind aus dem Nordosten, z.B. aus Bigelbach (7 Ind.) und Rosport (3 Ind.) bekannt (Harbusch et al. 2002, eigene unpublizierte Daten).

Die Art konnte außerdem Ende August und Mitte September durch Netzfänge vor den Winterquartieren in den ehemaligen Eisenerzstollen im Süden des Landes nachgewiesen werden. Hier wurden nur wenige männliche Tiere gefangen. Zwei Netzfänge Anfang September und Anfang Oktober 1994 im Mamertal belegen die Bedeutung dieser Höhlen als Balz- und Rendezvous-Platz für paarungsbereite Männchen und Weibchen (Harbusch et al. 2002).

2.2.3.2.2. Winterverbreitung

Die Wimperfledermaus stellt mit insgesamt 32 nachgewiesenen Tieren (2,5 %) einen geringen Fundanteil der Winterquartierkontrollen. Es liegen lediglich aus vier verschiedenen Quartieren Überwinterungsnachweise vor, in denen 1 bis 6 Exemplare nachgewiesen werden konnten (Harbusch et al. 2002).

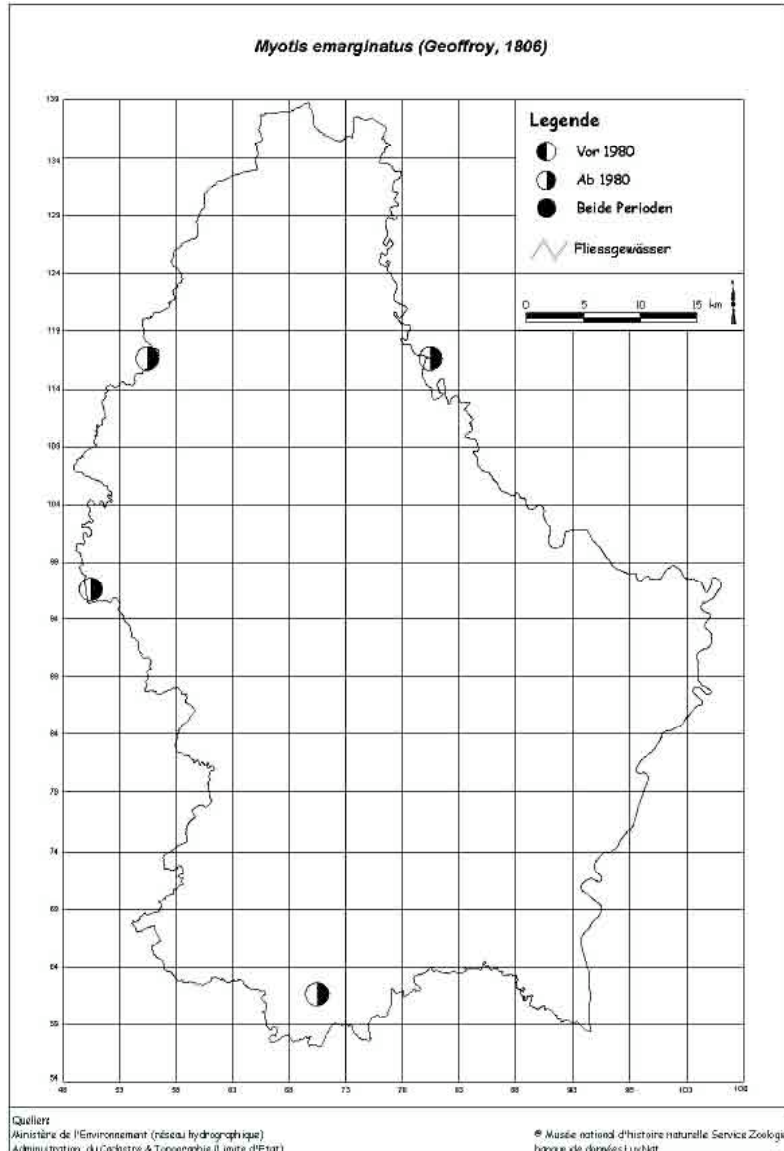


Abb. 7: Winterverbreitung der Wimperfledermaus in Luxemburg. Ein zusätzlicher Überwinterungsnachweis liegt für 2004 aus den Dolomitkalkhöhlen bei Grevenmacher (Moseltal) vor. (Karte: Harbusch et al. 2002).

Die Schiefergruben im Nordwesten sind das größte bekannte Überwinterungsquartier der Art in Luxemburg. Hier überwintern seit 1986 jedes Jahr fünf bis sieben Wimperfledermäuse. Bei Beginn der regelmäßigen Winterkontrollen 1966 durch J. Fairon wurden hier noch keine Wimperfledermäuse gefunden (J. Fairon, briefliche Mitteilung). Überwinternde Tiere konnten außerdem noch in den Eisenerzstollen im Süden des Landes, in den Mamerlayen sowie im Norden im Ourtal gefunden werden. Wie durch Netzfänge belegt, haben diese Winterquartiere im Spätsommer und Herbst auch eine große Bedeutung für die Balz und Paarung der Wimperfledermaus (alle Angaben: Harbusch et al. 2002).

2.3. Wetterbilanz 2003

Alle luxemburgischen Sommerkolonien von *M. emarginatus* liegen innerhalb der im Monatsdurchschnitt wärmsten Landesteile, z.B. im Juli als wärmsten Monat des Jahres innerhalb der 17,5° – 18,0° C-Isoplethen (gemittelte Werte von 1908 - 1967; nach Faber 1971). Die vorliegende Untersuchung zur Ökologie der Wimperfledermaus ist aber vor allem vor dem Hintergrund der zum Teil extremen Wetterbedingungen im Sommerhalbjahr 2003 zu sehen.

2003 war das wärmste, sonnenreichste und trockenste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn 1947 in Luxemburg (Faber 1971; Service Météorologique, Flughafen Luxemburg) und auch im Vergleich zum langjährigen Mittel. Die Mittelwerte beziehen sich auf die z.Z. gültige 30-jährige Referenzperiode von 1971 – 2000 (Administration de l'Aéroport de Luxembourg, Service Météorologique).

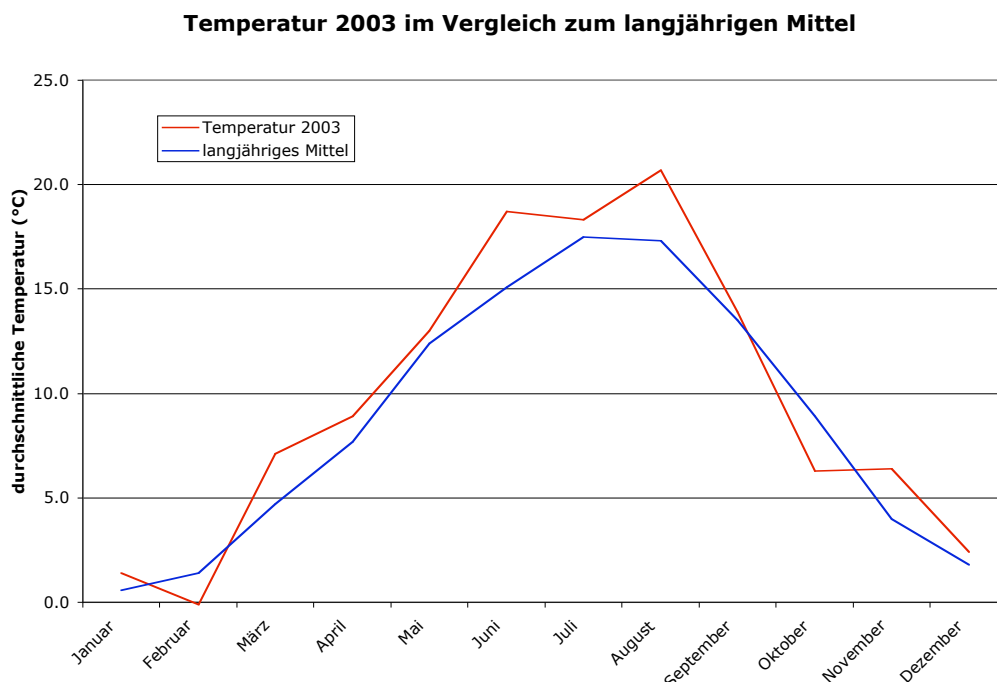


Abb. 8: Der aussergewöhnliche Temperaturverlauf des Jahres 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000). (© Administration de l'Aéroport de Luxembourg, Service Météorologique)

Mit einer Durchschnittstemperatur von 10,3° C lag das Jahr 2003 1,6° C über dem langjährigen Mittel. Dabei wurden sowohl die beiden Monate Juni (3,6° C wärmer als im Mittel) und August (3,4° C wärmer als im Mittel) als auch der Sommer insgesamt (3,9° C wärmer als im Mittel) als wärmste seit Aufzeichnungsbeginn notiert. Am 8. und 12. August 2003 wurden mit 37,9° C die höchsten Tagesmaxima und mit 30,0° C die höchsten Tagesmittel des Jahres erreicht.

Die Sonnenscheindauer betrug 2276 Sonnenstunden und lag damit 38 % (629 Std.) über dem 30-jährigen Mittel. Mit 64 Sommertagen (Tage mit einer Maximaltemperatur über

24,9° C) wurde 2003 ein weiterer Rekord aufgestellt. Der Mittelwert wurde um 36 Tage übertroffen. Es wurden 16 Tropentage (Tage mit einer Maximaltemperatur über 29,9° C) gemessen. Seit Aufzeichnungsbeginn gab es immerhin 15 Jahre ohne Tropentage!

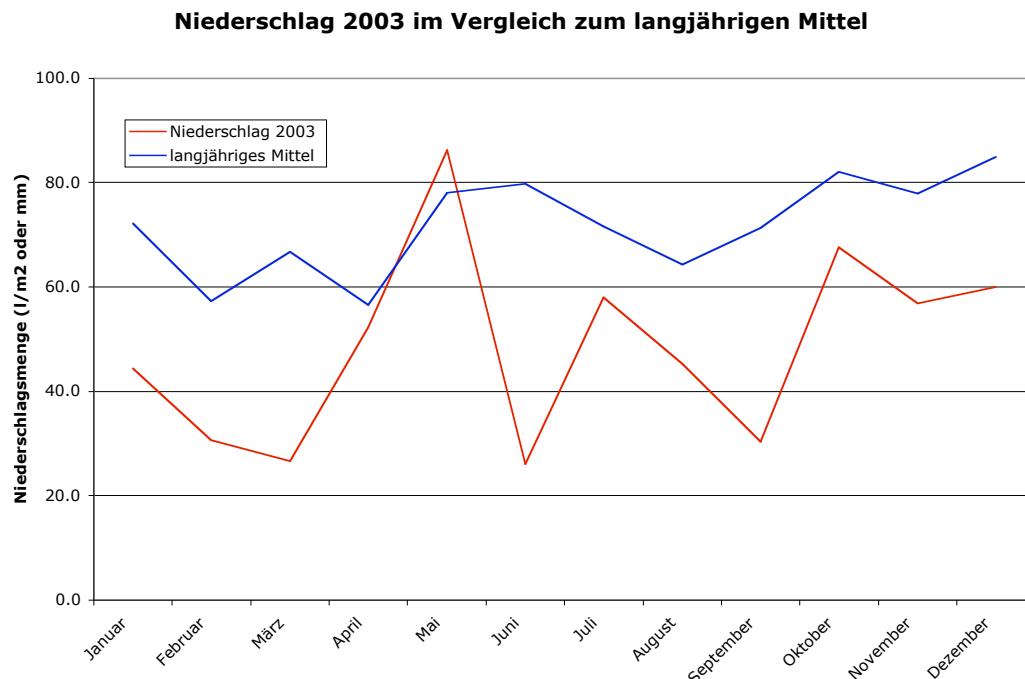


Abb. 9: Die Niederschlagsmenge des ungewöhnlich trockenen Jahres 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000). (© Administration de l'Aéroport de Luxembourg, Service Météorologique)

Mit nur 656 mm Niederschlägen war das Jahr 2003 ebenfalls deutlich trockener als im langjährigen Mittel (863 mm), auch verteilten sich die Niederschläge nur auf insgesamt 137 Tage (Mittel:176 Niederschlagstage). Im Vergleich zum langjährigen Mittel lag lediglich der Monat Mai mit 8,1 mm Regen über, alle anderen Sommermonate jedoch mit 15 - 40 mm Regen unter dem Mittel.

Inwiefern vor allem die extremen Sommertemperaturen und die fehlenden Niederschläge einen direkten Einfluß auf die Entwicklung und das Verhalten der Wimperfledermäuse hatten, wird im Kapitel 3.2.3.3. Entwicklung der Wimperfledermauskolonie im Jahr 2003 diskutiert.

Die hohen Mai- und Junitemperaturen haben die Entwicklung und somit das Angebot von Insekten und Spinnen als Nahrungsgrundlage von *M. emarginatus* gefördert. Nachdem zusätzlich ein gesteigerter Zuflug von Insekten aus südlichen Breiten zu verzeichnen war, dürfte die verbesserte Energiebilanz der reproduzierenden Weibchen zu einem höheren Reproduktionserfolg beigetragen haben. Diese Aussage ist jedoch aufgrund fehlender Vergleichswerte nicht überprüfbar.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Lage der untersuchten Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus

In die vorliegende Untersuchung wurde eine möglichst große Zahl an Wochenstubenkolonien einbezogen, die folgende Eigenschaften aufweisen:

- Beständigkeit in der Anwesenheit von reproduzierenden Weibchen;
- Erreichbarkeit bezüglich der Lage und Zugänglichkeit des Quartiers;
- besondere Quartierbegebenheiten, wie z.B. halbunterirdische Quartiere.

Nachfolgend ist die geographische Lage der für diese Untersuchung ausgewählten Wochenstubenquartiere dargestellt:

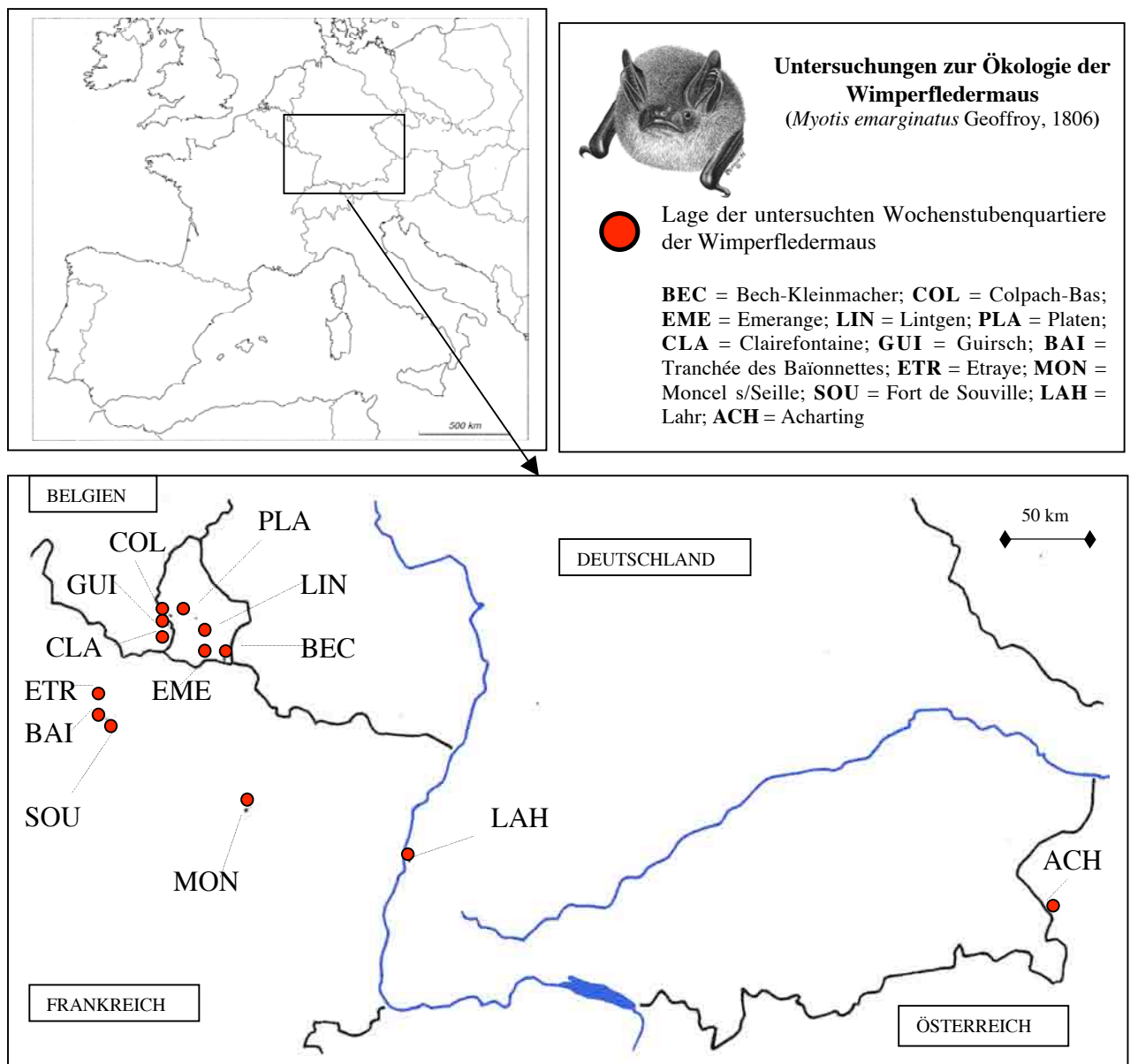


Abb. 10: Geographische Lage der 13 untersuchten Wimperfledermausquartiere in fünf Ländern im westlichen Mitteleuropa.

In den folgenden 13 Wimperfledermausquartieren aus fünf Ländern wurden Parameter erhoben:

Luxemburg (n = 5):

Bech-Kleinmacher*⁴ = BEC; Colpach-Bas = COL; Emerange* = EME;
Lintgen = LIN; Platen* = PLA;

Belgien, Wallonien (n = 2):

Clairefontaine = CLA; Guirsch = GUI;

Frankreich, Lothringen (n = 4):

Etraye* = ETR; Tranchée des Baïonnettes* = BAI; Moncel s/Seille = MON;
Fort de Souville* = SOU;

Deutschland, Baden-Württemberg (n = 1):

Lahr = LAH;

Österreich, Land Salzburg (n = 1):

Acharting* = ACH;

Die Beschreibung von Lage und Charakteristika der 13 untersuchten Quartiere erfolgte über einen individuellen Erfassungsbogen, der für jedes Quartier im Anhang (Kapitel 8.II) aufgenommen ist.

In allen oben genannten Quartieren wurden die Populationsgrößen und die strukturellen Quartierparameter erfaßt, sowie in sechs Quartieren Messungen von Hangplatz- und Außentemperaturen durchgeführt.

Da für die im Ausland liegenden Quartiere jedoch keine digitalen Biotopkartierungen zur Verfügung standen, beschränkte sich die Habitatanalyse ausschließlich auf die bekannten luxemburgischen Sommerquartiere der Wimperfledermaus (Kapitel 2.2.3.2.1. Sommerverbreitung). Bei den untersuchten Sommerquartieren handelt es sich um: Bech-Kleinmacher; Bigelbach; Colpach-Bas; Emerange; Lintgen; Mariental^{5**}; Moestroff^{**}; Platen; Reichlange^{**}; Rosport und Wellenstein. Die Lage dieser Sommerquartiere ist der Sommerverbreitungskarte (Abb. 6 S.26) zu entnehmen.

Eine besondere Bedeutung kam hierbei der Wochenstubenkolonie von *M. emarginatus* in Bech-Kleinmacher im luxemburgischen Moseltal zu, in der vom Autor seit 1993 mehrmals im Jahr Ausflugszählungen vorgenommen werden (Kapitel 3.2.3.2. Bestandsentwicklung der Wimperfledermaus von 1985 bis 2003). Anhand von Ausflugszählungen in 14-tägigem Rhythmus wurde im Sommerhalbjahr 2003 in diesem Quartier stellvertretend die Kolonieentwicklung im Jahresverlauf untersucht. Ebenso wurde in Bech-Kleinmacher neben dem Ausflugsverhalten auch das Hangverhalten der Wimperfledermaus mittels automatischer Infrarot-Videoaufzeichnungen überwacht.

Genauere Angaben zu den angewendeten Methoden sind in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt.

⁴) In den mit * gekennzeichneten Quartieren wurden Temperaturmessungen vorgenommen.

⁵) Bei den mit ** gekennzeichneten Quartieren handelt es sich um im Untersuchungs-jahr 2003 verwaiste Sommerquartiere.

3.2. Das Wochenstubenquartier in Bech-Kleinmacher

3.2.1. Einleitung

Im Mittelpunkt der Untersuchung stand das Wochenstubenquartier in einer Privatscheune in Bech-Kleinmacher im luxemburgischen Moseltal. Dieses Wochenstubenquartier der Großen Hufeisennase wurde 1979 durch C. Meisch (Faber & Meisch 1978) entdeckt und von 1982-2002 regelmäßig von Dr. H. Roer (Alexander-Koenig Museum, Bonn) überwacht (Roer 1993; Roer & Gudendorf 1994). Seit etwa 1985 gesellten sich zu der bestehenden Wochenstubenkolonie von *Rhinolophus ferrumequinum* erste Tiere der Wimperfledermaus. Im Jahr 1993 wurde in dieser Kolonie im Rahmen einer Diplomarbeit die Ökologie der Großen Hufeisennase untersucht (Pir 1994). Seit 1993 wird die Entwicklung der Kolonie vom Autor durch mehrmalige jährliche Ausflugzählungen überwacht.

3.2.2. Methode

Die Ausflugzählung begann im Allgemeinen etwa kurz nach Sonnenuntergang. Mittels Ultraschalldetektor wurden die ausfliegenden Fledermäuse nach Art unterschieden und mit Hilfe zweier Handzähler gezählt. Als Ende des Ausfluges wurde der Zeitpunkt bestimmt, an dem nach fünf Minuten keine weitere Fledermaus mehr ausgeflogen war. Mit einer Gegenkontrolle der im Quartier noch verbleibenden Fledermäuse (z.B. Jungtiere) wurde die Gesamtzahl der Fledermäuse der jeweiligen Art ermittelt. Ausflugzählungen fanden in Bech-Kleinmacher je nach Witterung alle 14 Tage statt, lediglich während der Zeit der Geburt der Jungen wurde die Beobachtungsfrequenz aus Schutzgründen etwas gesenkt.

3.2.3. Ergebnisse

3.2.3.1. Bestandsentwicklung der Großen Hufeisennase von 1979 bis 2003

Die Quartierbesitzer in Bech-Kleinmacher haben das heutige Fledermausquartier etwa 1968 in Besitz genommen und umgebaut. Zu diesem Zeitpunkt waren nach ihren Angaben noch keine Fledermäuse in dem Quartier vorhanden (P. Gudendorf, mündliche Mitteilung). Erst in den 80er Jahren dürften sich die ersten Großen Hufeisennasen hier angesiedelt haben. Da der Ansiedlungszeitraum mit der Renovierung der Kirche im benachbarten Wellenstein etwa übereinstimmt (hier wurden Spuren einer ehemaligen Kolonie einer großen Fledermausart gefunden), ist anzunehmen, daß die Kolonie von *R. ferrumequinum* die Scheune zuerst als Ausweichquartier benutzte. Seit Beginn der regelmäßigen Ausflugzählungen 1982 (Roer & Gudendorf 1994) schwankte die Koloniestärke, abhängig vom jährlichen Zähltermin, zwischen 50 und 60 adulten *R. ferrumequinum*. Nachdem 1992 ein Steinmarder (*Martes foina*) in das Quartier eingedrungen war und mehrere juvenile *R. ferrumequinum* und *M. emarginatus* getötet hatte (Roer 1993), wurden von Dr. Roer zusammen mit dem Besitzer die Mauerritzen zwischen Giebel und Dach mit Isoliermaterial abgedichtet. Die hieraus resultierenden, besseren thermischen Quartierbedingungen haben aller Wahrscheinlichkeit nach zu dem Anwachsen der Kolonie auf über 120 adulte Hufeisennasen (2000) geführt (Pir, unveröffentlichte Daten). Dieser beobachtete Anstieg adulter Tiere kann, da er das Reproduktionsvermögen von nur einem Jungen pro Weibchen und Jahr deutlich übersteigt, nur durch Zuzug weiterer Tiere aus umliegenden Quartieren erfolgt sein.

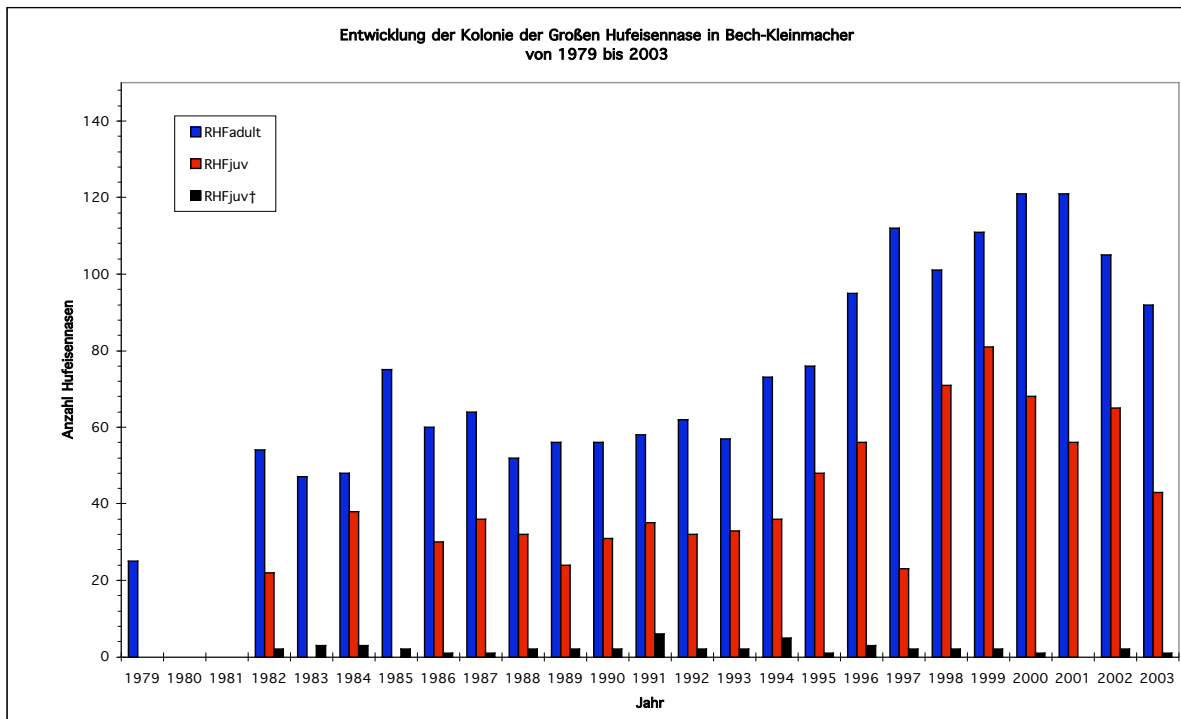


Abb. 11: Entwicklung der Wochenstubenkolonie der Großen Hufeisennase in Bech-Kleinmacher (L) von 1979 bis 2003. (Daten zusammengestellt nach Faber & Meisch 1978; Roer & Gudendorf 1994; Pir 1994; 1996; Pir unveröffentlichte Daten).

Den größten Reproduktionserfolg wies die Kolonie 1998 und 1999 auf mit einem Index von $RI = 0,70$ bzw. $0,73$ (Reproduktionserfolgs-Index $RI = \text{Anzahl juveniler Fledermäuse} / \text{max. Anzahl adulter Tiere}$). Der Durchschnitt des Reproduktionsindex der *R. ferrumequinum*-Kolonie von Bech-Kleinmacher liegt bei $0,551 \pm 0,128$ SD (1986-2003). Dies liegt weit über vergleichbaren Werten aus Großbritannien (L. Duvergé, mündliche Mitteilung) und der Schweiz (M. Lutz & E. Mühlethaler, mündliche Mitteilung). In den Jahren 2002 und 2003 nahm der Bestand der adulten Tiere in der Kolonie um etwa ein Drittel ab, was eventuell auf verschlechterte Bedingungen in Bezug auf die Jagdhabitats zurückzuführen ist (Pir, unveröffentlichte Daten). Von 1995 bis 1998 wurden die nächtlichen Jagdhabitats der Großen Hufeisennase durch Radiotelemetrie von 18 adulten Tieren im Auftrag des Naturschutzdienstes der Forstverwaltung und des Naturhistorischen Museums ermittelt (Pir 1998; 1999). Einige wertvolle Jagdhabitats der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher wurden durch den Bau der Umgehungsstrassen Bous I und II im Jahr 2002/2003 zerstört.

3.2.3.2. Bestandsentwicklung der Wimperfledermaus von 1985 bis 2003

Wie es zur Gründung der Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus ab 1985 in Bech-Kleinmacher kam, bleibt ungeklärt. Ob schon früher vereinzelt Wimperfledermäuse zwischen den Großen Hufeisennasen hingen, ist nicht belegt. Jedenfalls gab es seither bis auf wenige Ausnahmen (z.B. 1992: Störung durch Steinmarder) eine fast kontinuierliche Zunahme der Anzahl an adulten Weibchen, die 2003 ein Maximum von 191 adulten Tieren erreichte. Ein größerer Zunahmesprung erfolgte im Jahr 2000 von 134 auf 189 Tiere.

Entwicklung der Wimperfledermauskolonie in Bech-Kleinmacher von 1985 bis 2003

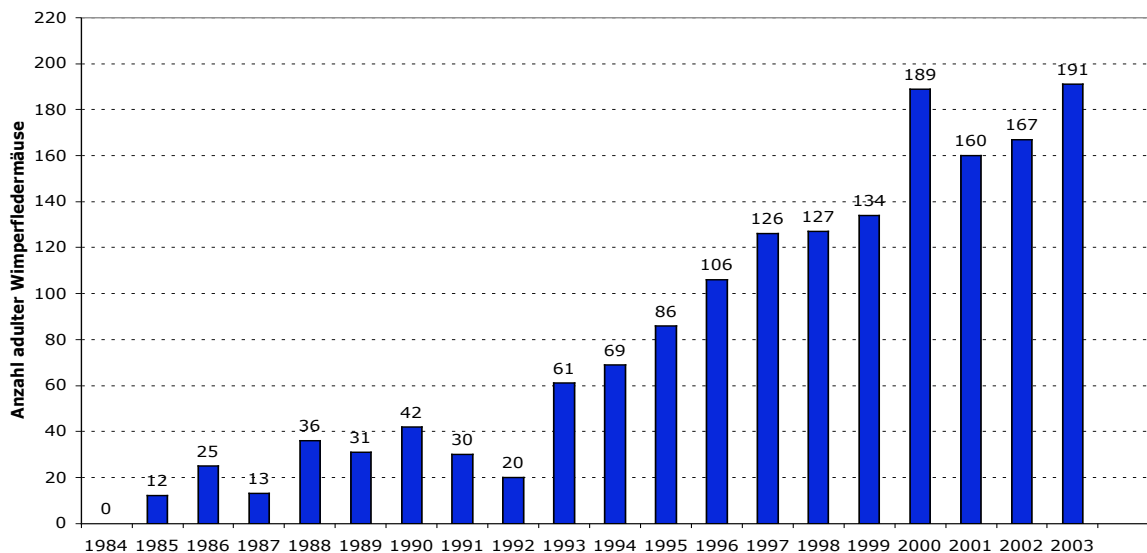


Abb. 12: Entwicklung der Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus in Bech-Kleinmacher (L) von 1985 bis 2003. (Daten zusammengestellt nach Roer & Gudendorf 1994; Pir 1994; Pir unveröffentlichte Daten).

Diese Zunahmen können nur mit Zuwanderungen aus umliegenden Quartieren erklärt werden, da *M. emarginatus* maximal ein Junges pro Weibchen und Jahr zur Welt bringt. Auch wenn eine größere Wochenstubenkolonie ihre Fitneß durch eine bessere Thermoregulation

steigert, kann die durchschnittliche Sterblichkeitsrate der Jungtiere in dem gleichen Zeitraum nicht so weit gesunken sein, um die Zunahmen in der Kolonie zu erklären.

Vergleich der Entwicklung der beiden Wochenstuben von 1979 bis 2003

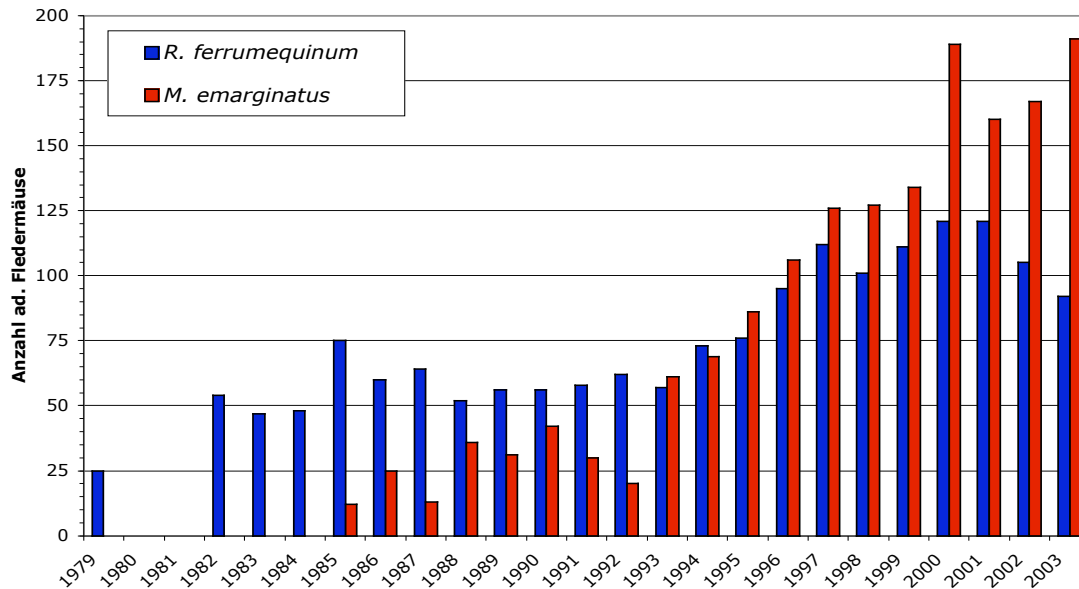


Abb. 13: Vergleichende Darstellung der Entwicklung der gemischten Wochenstubenkolonien von *R. ferrumequinum* und *M. emarginatus* seit 1978. (Daten nach Faber & Meisch 1978; Roer & Gudendorf 1994; Pir 1994; 1996; Pir unveröff. Daten).

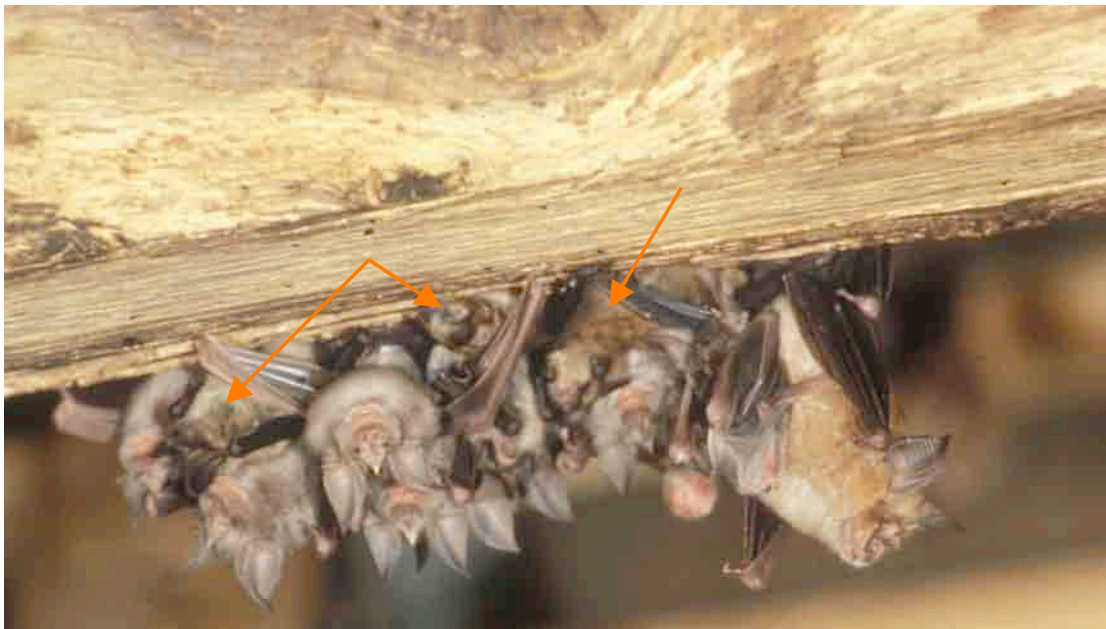


Abb. 14: Juvenile *R. ferrumequinum* und *M. emarginatus* (Pfeile) in der gemischten Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher nach dem abendlichen Ausflug der Adulten. Rechts ein säugendes Weibchen von *R. ferrumequinum* mit nur wenigen Tagen altem Jungtier am Bauch. (Foto: Thomas Stephan)

Da die Geburtstermine bei den Wimperfledermäusen weit auseinandergezogen sind (11.06 - 7.07.2003), fällt es schwer, die Jungtiere aufgrund ihrer Hanghöhe oder Hangplatzwahl ohne Störung der Alttiere zu zählen. Außerdem sind die ersten Jungtiere bereits flügge, wenn die letzten geboren werden.

Bestandszählungen der Wimperfledermaus sind insgesamt schwieriger durchzuführen als bei der Großen Hufeisennase. Einerseits fliegen Wimperfledermäuse nicht jeden Abend aus. An manchen Abenden mit kühlerer Witterung flogen entweder nur wenige oder gar keine Tiere aus und die Kolonie verblieb in einer Traube im Quartier. Diese „Ausflugsverweigerung“ war nicht systematisch an niedrige Temperaturen oder an schlechtes Wetter gebunden, denn in manchen Nächten erfolgte ein Ausflug bei weit schlechteren Witterungsbedingungen. Außerdem ist es ab einer bestimmten Koloniegroße nur noch schwer möglich, die Anzahl der juvenilen Tiere im Quartier sicher zu bestimmen, weil fast immer ein bis zwei Dutzend Weibchen bei den Jungen bleiben.

Tab. 1: Anzahl adulter, juveniler (sofern zählbar) und toter Wimperfledermäuse unter dem Hangplatz der Kolonie in Bech-Kleinmacher. Weiterhin werden die Ankunftsstermine der ersten Tiere in der Kolonie, die erste ermittelte Geburt der Jungen sowie der Zeitpunkt der letzten *M.emarginatus* im Quartier seit 1989 dokumentiert. (WMF = Wimperfledermaus)
(Alle Angaben: Roer & Gudendorf 1994; Pir 1994; Gudendorf, Pir, unveröffentlichte Daten).

Jahr	WMF	Juv	WMF_†	Ankunft	Geburt	Wegzug
1984	0	0	0	x	x	x
1985	12			x	x	x
1986	25			x	x	x
1987	13			x	x	x
1988	36			x	x	26.10.
1989	31			19.05.	25.06.	12.10.
1990	42			10.05.	28.06.	30.09.
1991	30			11.05.	> 16.06.	x
1992	20			27.05.	< 25.06.	x
1993	61	34		04.05.	< 22.06.	06.10.
1994	69		2	30.04.	18.06.	22.10.
1995	86		0	06.05.	> 21.06.	08.10.
1996	106		2	01.05.	18.06.	> 28.09.
1997	126		1	15.05.	< 20.06.	23.09.
1998	127		3	29.04.	18.06.	12.11.
1999	134	ca. 70	1	09.05.	x	21.10.
2000	189	ca. 84	4	11.05.	26.06.	20.10.
2001	160		0	13.05.	> 21.06.	12.11.
2002	167		0	x	x	28.10.
2003	191		0	02.05.	11.06.	22.09.

3.2.3.2.1. Ankunft der Wimperfledermäuse

Wie aus der Tabelle 1. hervorgeht, liegt die mittlere Ankunftszeit der ersten Wimperfledermäuse im Wochenstubenquartier zwischen Anfang und Mitte Mai. Das früheste Erscheinen konnte am 29. April 1998 festgestellt werden. Da Wimperfledermäuse bis Mitte/Ende April im Winterquartier verbleiben (Schober & Grimmberger 1998), scheint sich *M. emarginatus* unverzüglich nach dem Aufwachen aus dem Winterschlaf in die Wochenstubenquartiere zu begeben. Schon am 13. Mai 2003 war die Wochenstube mit 143 Tieren fast komplett. Das gehäufte Auftreten der adulten Tiere in der Wochenstube spricht für unterirdische Sammelquartiere von *M. emarginatus* vor dem Eintreffen in den Wochenstubenquartieren.

3.2.3.2.2. Geburt der Jungen

Mit der größer werdenden Kolonie wurde die Ermittlung der Geburt der ersten Jungen zunehmend schwieriger. Dank der Infrarot-Videoaufnahmen konnten 2003 bereits am 12. Juni die zwei zuerst geborenen Jungtiere beobachtet werden.



Abb. 15: IR-Videoaufnahmen aus der Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus in Bech-Kleinmacher. Links die Kolonie am 12. Juni 2003 um 22.59 Uhr mit noch nicht ausgeflogenen Wimperfledermäusen. Bild rechts: um 23.52 Uhr bleiben nach dem Ausflug der Adulten zwei neugeborene Wimperfledermäuse am Hangplatz zurück.

In der Regel beginnen die Geburten bei der Wimperfledermaus in der dritten Juniwoche, der späteste Beginn seit 1989 war der 26. bzw. 28. Juni, und sie erstrecken sich meist über 23 bis 25 Tage. Die Geburtsphase begann 2003 aufgrund der ungewöhnlich warmen Witterung mit dem 12. Juni sehr früh (frühester Termin seit Beginn der Aufzeichnungen 1989) und erstreckte sich etwa bis zum 7. Juli.

Außergewöhnlich bei dieser Fledermausart ist die sehr späte Geburt von Nachzüglern. So konnte in Bech-Kleinmacher noch am 5./6. August (d.h. fast zwei Monate nach der Geburt der ersten Jungtiere) die Geburt einer jungen Wimperfledermaus dokumentiert werden!

3.2.3.2.3. Verlassen der Wochenstubenkolonie

Das Verlassen der Wochenstube erfolgt ebenso rasch wie die Ankunft der Tiere. Bei den im Spätsommer/Anfang Herbst noch im Quartier anwesenden Tieren handelt es sich hauptsächlich um Jungtiere, vereinzelt bleiben Tiere bis Ende Oktober, Mitte November. Der späteste Termin, an dem ein Einzeltier noch im Wochenstubenquartier beobachtet werden konnte, war der 21. November (1999 und 2001). Ob diese unerfahrenen Jungtiere den Anschluß an den Flug zum Winterquartier verpaßt haben oder versuchten, wegen der milden Wintertemperaturen der letzten Jahre im Quartier zu überwintern, bleibt offen. Ein ähnliches Verhalten konnte übrigens in den letzten Jahren am selben Standort auch bei der Großen Hufeisennase beobachtet werden.

3.2.3.3. Entwicklung der Wimperfledermauskolonie im Jahr 2003

Die erste Wimperfledermaus erschien am 2. Mai 2003 im Quartier in Bech-Kleinmacher, mehr als fünf Wochen nach der ersten Großen Hufeisennase, die das Quartier bereits am 26. März aufsuchte. Bei der Ankunft der ersten Wimperfledermaus befanden sich bereits 65 Große Hufeisennasen in der Scheune. Am 12. Mai, zehn Tage nach Ankunft der ersten Wimperfledermaus, zählte die Kolonie bereits 143 adulte Tiere. Ende Mai wurde der Höchstwert von 228 ausfliegenden adulten Wimperfledermäusen gezählt, wobei die Koloniestärke vor der Geburt der Jungen wieder auf 192 adulte Weibchen abfiel. Der Überschuß an nicht reproduzierenden Tieren Ende Mai beruht wahrscheinlich auf der Präsenz einjähriger Tiere, die nicht an der Reproduktion teilnehmen. Durch Untersuchungen von Bauer (1957) sowie Gaisler (1971) wurde festgestellt, daß sich in den Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus entweder keine Männchen oder, im Vergleich zu anderen europäischen Fledermausarten, nur sehr wenige Männchen (< 2 %) befinden.

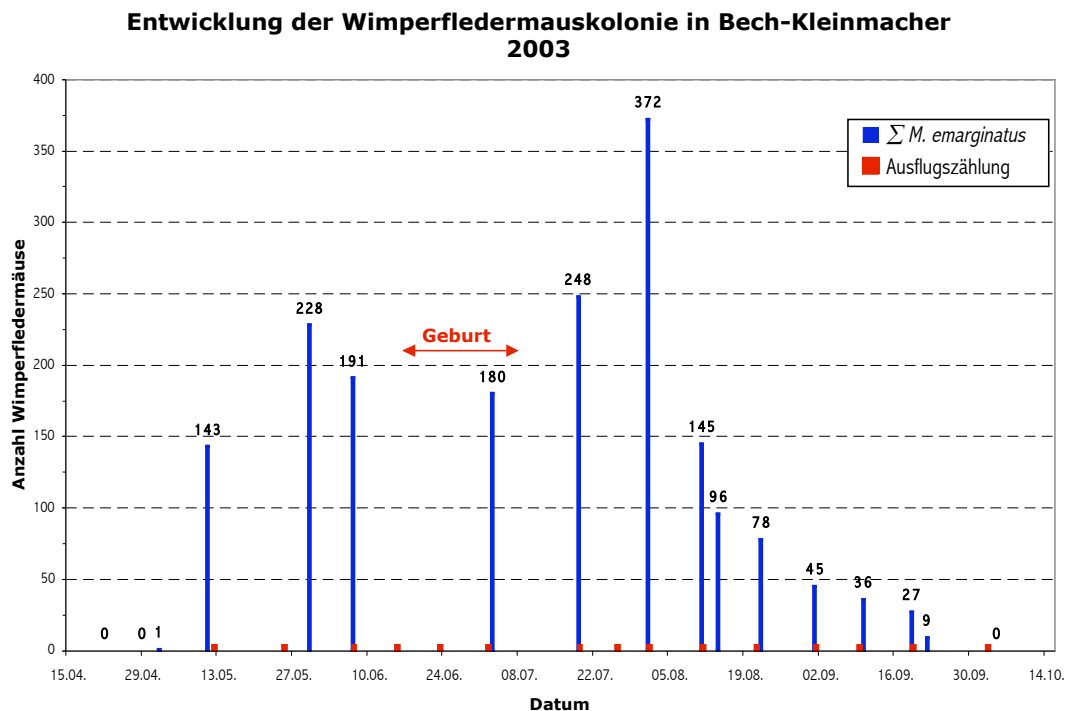


Abb. 16: Entwicklung der Wimperfledermauskolonie in Bech-Kleinmacher nach Ausflugszählungen im Jahresverlauf 2003.

Die Geburt der ersten Jungtiere fand am 12. Juni 2003 witterungsbedingt ein bis zwei Wochen vor dem gewöhnlichen Geburtstermin statt und erstreckte sich bis etwa zum 7. Juli. Die hohe Anzahl ausfliegender Wimperfledermäuse am 1. August 2003 spiegelt nicht den Reproduktionserfolg der Weibchen wieder, da bei einer angenommenen Weibchenzahl von ca. 180-190 Tieren dann ebenso viele Jungtiere geboren worden wären. Zum Vergleich: 1993 lag in Bech-Kleinmacher der Reproduktionserfolg von 61 Weibchen bei 34 Jungtieren (Reproduktionsindex RI = 0,56).

Bei einer bayrischen Kolonie im Alpenvorland (Dettendorf) lag 1986 und 1987 das Verhältnis zwischen juvenilen und adulten Wimperfledermäusen bei 90 ad. Tieren und 30

Jungtieren ($RI = 0,33$), was einem Verhältnis von eins zu drei entspricht (Richarz et al. 1989). Die Freiburger Kolonie zählte 2001 bei 60 ad. Tieren nur 15 Jungtiere, was einem Verhältnis von eins zu vier entspricht (Brinkmann et al. 2001). Damit haben beide Kolonien einen relativen hohen Anteil nichtreproduktiver Weibchen. Da die Wimperfledermausweibchen erst im zweiten Lebensjahr an der Reproduktion teilnehmen (Schober & Grimmberger 1998), handelt es sich bei den anderen Kolonienmitgliedern vermutlich um einjährige, nicht reproduktive Tiere.

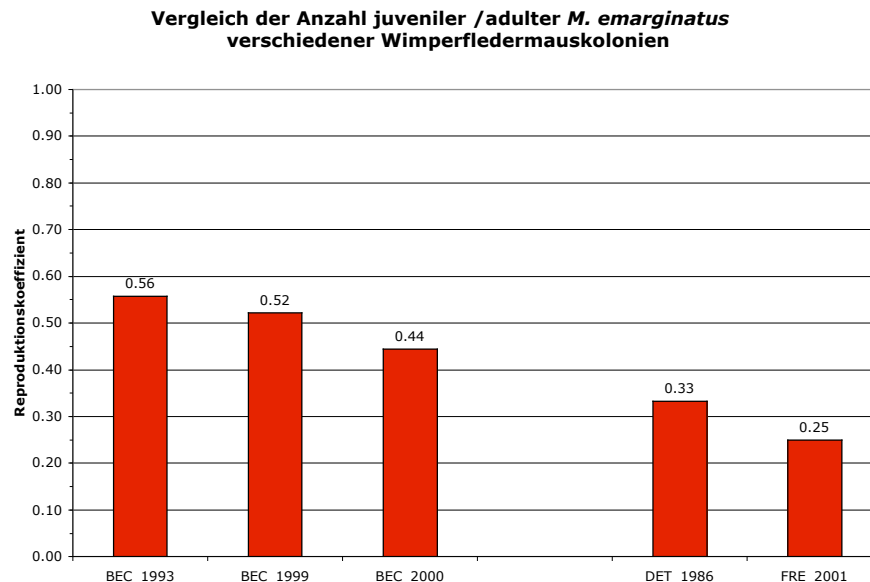


Abb. 17: Vergleichende Darstellung des Reproduktionserfolges verschiedener Wimperfledermauskolonien in unterschiedlichen Untersuchungsjahren. BEC = Bech-Kleinmacher (L); DET = Dettendorf (D) (Richarz et al. 1989); FRE = Freiburg (D) Brinkmann et al. (2001).

Nach den vorliegenden Reproduktionskoeffizienten berechnet (Abb. 17), dürfte die Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus in Bech-Kleinmacher im Jahr 2003 zwischen 79 und 107 Junge gehabt haben.

Die Jungtiere waren nach 24 bis 25 Tagen flügge. Sie flogen zuerst im Schutz des Quartiers umher, um nach 4 bis 5 Tagen allabendlich das Wochenstubenquartier zu verlassen. Bereits am 1. August 2003 flogen in Bech-Kleinmacher 338 Wimperfledermäuse aus und lediglich 34 juvenile Tiere blieben im Quartier.

Ab dem Zeitpunkt, an dem auch die letztgeborenen Wimperfledermäuse flügge sind, nahm die Koloniegröße rapide ab. Zwischen dem 1. und dem 11. August 2003 verließen 227 Wimperfledermäuse das Wochenstubenquartier. Ende August befanden sich fast ausschließlich diesjährige Wimperfledermäuse im Quartier in Bech-Kleinmacher. Die Kolonie löste sich, über einen Monat verteilt, langsam auf, wobei am 19. September 27 Wimperfledermäuse und drei Tage später nur noch 9 Tiere gezählt wurden. Bei späteren Kontrollen wurden keine Wimperfledermäuse mehr angetroffen.

Die letzte Große Hufeisennase konnte am 19.10.2003 im Quartier festgestellt werden.

3.2.4. Diskussion

Bei der Koloniebildung von Fledermäusen handelt es sich um ein klassisches, ökologisches Dilemma: Einerseits beeinflußt die Ansammlung vieler Tiere in einer Kolonie die Energiebilanz der graviden Weibchen positiv und erhöht die Überlebenschancen juveniler Tiere, z.B. während Schlechtwetterperioden. Zumindest bei der Großen Hufeisennase konnte auch ein direkter Einfluß höherer Quartiertemperaturen auf das Geschlechterverhältnis festgestellt werden: es werden mehr Weibchen geboren (Rossiter et al. 2000, 2001)!

Andererseits verstärkt sich mit zunehmender Kopf- (oder besser Maul-)stärke die intra-spezifische Konkurrenz, vor allem um die Nahrungsressourcen. Anzunehmen ist, daß sich eine große Wochenstubenkolonie, wie die in Bech-Kleinmacher, bei zunehmender intra-spezifischer Konkurrenz in einem Jahr mit schlechten Witterungsbedingungen in eine oder mehrere Satellitenkolonien aufspaltet. Eine Abspaltung oder die Neugründung einer Fledermauskolonie konnte aber bislang nicht nachgewiesen werden.

Während die Anzahl an Wimperfledermäusen kontinuierlich steigt, erreichte der Bestand der Großen Hufeisennase im Jahr 2000/2001 ein Maximum (Abb. 13, S. 36). Da sich die Quartierbedingungen nicht verschlechtert haben, scheint die ökologische Kapazität der Jagdgebiete für die Wochenstubenkolonie von *R. ferrumequinum* erreicht zu sein.

Für die Wimperfledermaus hingegen scheint das Quartier mit zunehmender Anzahl von Fledermäusen an Attraktivität zu gewinnen. Woher stammen also diese Wimperfledermäuse?

Eine natürliche Verdreifachung des Bestandes an adulten Weibchen innerhalb von acht Jahren ist bei einer Spezies, die eine K-Strategie verfolgt (Gaisler 1989), nicht möglich. Auch bei einem hohen Reproduktionserfolg wird die natürliche Jungenmortalität einen solchen Bestandszuwachs nicht ermöglichen, da die Überlebensrate der Juvenilen nach Bezem et al. (1960) im ersten Halbjahr lediglich 0,697 beträgt. Demnach kommt es seit 1993 beständig zu Zuwanderungen von Wimperfledermäusen in die Kolonie in Bech-Kleinmacher. Interessanterweise ist die mittelgroße Kolonie (mit 92 adulten Weibchen) in Emerange, die nur 5 km Luftlinie entfernt liegt, während dem gleichen Zeitraum in ihrem Bestand unverändert geblieben. Wahrscheinlich haben sich also in unmittelbarer Nähe im gleichen Dorf bzw. in den Nachbardörfern kleinere Satellitenkolonien befunden, die ihre suboptimalen Reproduktionsstätten zugunsten der größeren Kolonie in Bech-Kleinmacher aufgegeben haben.

Daraus kann man schließen, daß die ökologische Kapazität der Jagdhabitats der Wimperfledermaus in der Umgebung von Bech-Kleinmacher noch nicht erreicht ist und eine intraspezifische Nahrungskonkurrenz noch nicht bestandsbeschränkend wirkt.

Eine Antwort auf die Frage der Zuwanderung kann letztlich nur eine Studie erbringen, die mit der Markierung von Wimperfledermäusen arbeitet. Auch die telemetrische Nachsuche von weiteren Ausweichquartieren oder noch bestehenden oder verwaisten Satellitenwochenstuben in unmittelbarer Umgebung der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher, kann Aufschluß über diese Fragestellung geben

3.3. Quartierparameter

3.3.1. Einleitung

Chiropterologische Untersuchungen zeigen, daß Fledermäuse ihre Quartiere unter der großen Anzahl verfügbarer Objekte selektiv auswählen (z.B. Entwistle et al. 1997; Battersby 1999; Reiter 2002).

Eines der Ziele dieser Untersuchung bestand darin, die strukturellen Quartierparameter für die Wimperfledermaus zu erfassen. Die Varianz dieser Faktoren sowie die Toleranz der Art gegenüber den verschiedenen ausgewählten Quartierfaktoren sollen möglichst quantifiziert werden. Die erfaßten Quartierparameter der 13 für diese Arbeit ausgewählten Wochenstubenkolonien sollen anschließend mit Literaturangaben verglichen werden. Die Auswertung der Ergebnisse in Bezug auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede soll somit das Gesamtbild der ökologischen Quartieranprüche der Wimperfledermaus vervollständigen.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind für den Schutz und die Schaffung neuer potentieller Quartiere für diese bedrohte Fledermausart von großer Bedeutung, z.B. im Rahmen des aktuellen Schutzprojektes „Combles & Clochers“ (Fairon 2001).

In den 13 ausgewählten Wochenstubenquartieren (Kapitel: 3.1.) wurden folgende Parameter erhoben:

- Name und geografische Lage des Quartiers mit kurzer Beschreibung;
- Koloniegröße, Kolonieentwicklung, Vergesellschaftung mit anderen synanthrop (in menschlichen Behausungen) lebenden Fledermausarten;
- Strukturelle Variablen wie Quartiertyp, Dachdeckung, Dachneigung, Quartier-volumen, Grundrißskizze des Quartiers, Dachausrichtung, Helligkeit, Temperatur-jahresverlauf Koloniehauptplatz/Außentemperatur;
- Hauptplatz- und Ausflugsvariablen wie Art, Größe und Ausrichtung der Ein- und Ausflugsöffnung, Hauptplatztyp, Hauptplatzhöhe sowie Haupt- und Nebenhauptplätze;
- Informationen zur unmittelbaren Quartierumgebung ; Foto des Quartiers, Auszug Topografische Karte mit den Strukturen in der direkten Umgebung der Kolonie ; Grundrißskizze des Quartiers;
- Literaturangaben;

Für jedes Quartier wurde ein Protokollbogen mit den ermittelten Werten erstellt (Anhang 8.II.).

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nachfolgend für die Begriffe Wochenstubenkolonie und Wochenstubenquartier folgende Abkürzungen verwendet: WSK und WSQ.

3.3.2. Erhobene Daten und Methode

Untersuchung struktureller Quartiersvariablen

Quartiertyp

Die 13 untersuchten Wimperfledermausquartiere wurden in folgende Quartiertypen eingeteilt: Scheune, Speicher (= Speicher Haus/Speicher Kirchenschiff), Kirchturm, Befestigungsanlage/Betonkonstruktion.

Quartiersvolumen

Die Quartiermaße wurden mit einem handelsüblichen Ultraschallmeßmeter (Elektronik Conrad) bestimmt. Das Quartiersvolumen wurde errechnet, indem die Speicherfläche in verschiedene geometrische Figuren zerlegt und deren Volumina addiert wurden. Ermittelt wurde das Volumen der Gebäudeteile, die tatsächlich von den Wimperfledermäusen als Haupt- oder Nebengangplatz genutzt wurden.

Anzahl der Kompartimentierungen

Das zur Verfügung stehende Quartiersvolumen wird häufig durch Zwischenwände in verschiedene Kompartimente eingeteilt. Diese stehen oft über Türöffnungen miteinander in Verbindung und werden aufgrund der hieraus resultierenden Temperaturgradienten von den Wimperfledermäusen als Nebengangplätze genutzt, je nach Witterungsverhältnissen und Reproduktionsstatus. Die Anzahl der durch Zwischenwände oder bauliche Anordnung der Gebäude entstehenden Kompartimente wurde gezählt.

Dachdeckung

Da die Art der Dachdeckung aufgrund ihrer Beschaffenheit und Farbe einen direkten Einfluß auf die Quartierinnentemperatur hat, wurden folgende Dachdeckungstypen unterschieden: galvanisiertes Blech, Kupferblech, Dachschiefer, Eternitdachplatten, Dachpappe, Roofing, Bretterverschalung oder Lattung.

Dachausrichtung und Dachneigung

Die Ausrichtung und Neigung des Daches bestimmen die durch Sonneneinstrahlung aufgefangene Wärme. Die Ausrichtung des Quartiers wurde mit einem Kompaß (Fa. Recta) bestimmt. Ein handelsüblicher Winkelmesser wurde eingesetzt, um die Dachschräge zu bestimmen.

Anzahl und Typ der Koloniehauptplätze

Anzahl, Lokalisierung und Typ der Haupt- und Nebengangplätze der Wochenstubenkolonie wurden dokumentiert und in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Helligkeit

Die Helligkeit der Wimperfledermausquartiere wurde mit einem handelsüblichen Luxmeter der Firma Leybold mit einer Meßgenauigkeit von 0,1 Lux (lx) ermittelt. Die Helligkeit wurde an den Haupt- und den Nebengangplätzen der Kolonie, sowie an verschiedenen Stellen des Quartiers, im Verhältnis zu den herrschenden Außenlichtverhältnissen gemessen.

Art der Ausflugöffnung

Die Aus- und Einflugöffnungen der Wimperfledermausquartiere wurden in verschiedene Kategorien eingeteilt: Luke/(Fenster)öffnung, Spalt (meist zwischen Mauerwerk und Dachansatz), Schallgauben von Kirchen.

Größe und Ausrichtung der Ausflugöffnung

Die Größe und Ausrichtung der Ausflugöffnung wurden per Zollstock und Kompaß ermittelt.

Koloniegröße und andere Fledermausarten

Die Koloniegröße wurde als maximale Anzahl adulter Wimperfledermäuse vor der Geburt der Jungen festgelegt. Eine Kohabitation mit anderen Fledermausarten wurde durch Quartierkontrollen oder aus verschiedenen Datenbanken (Belgien, J. Fairon (IRSNB); Lothringen (N. Jeandeau/M. Gaillard (SFEPM)) ermittelt.

Hangplatzhöhe

Die Hangplatzhöhe der Reproduktionskolonie wurde im Verhältnis zur verfügbaren Quartierhöhe ermittelt, da nach Literaturangaben die Wimperfledermaus im Vergleich zu anderen Fledermausarten kühlere Quartierplätze bevorzugen soll (Zahn & Henatsch 1998).

3.3.3. Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der untersuchten Quartierparameter dargestellt (Übersichtstabelle der Ergebnisse: Anhang 8.IV.)

3.3.3.1. Quartiertyp

Von den ausgewählten Wochenstubenquartieren (WSQ) der Wimperfledermaus befanden sich sieben (= 51%) auf dem Speicher von Privatgebäuden oder Dachstühlen von Kirchen, drei (= 21 %) befanden sich in der Spitze von Kirchtürmen, zwei (= 14 %) in Scheunen sowie zwei in halbunterirdischen Befestigungsanlagen oder Gedenkstätten. Letztere wurden ausgewählt, um einen (klimatischen) Vergleich zu den in Westeuropa traditionellen Gebäudequartieren zu haben. (Die Gesamtzahl 14 ergibt sich, da eine Wochenstube sich sowohl auf dem Speicher als auch im Kirchturm aufhielt.)

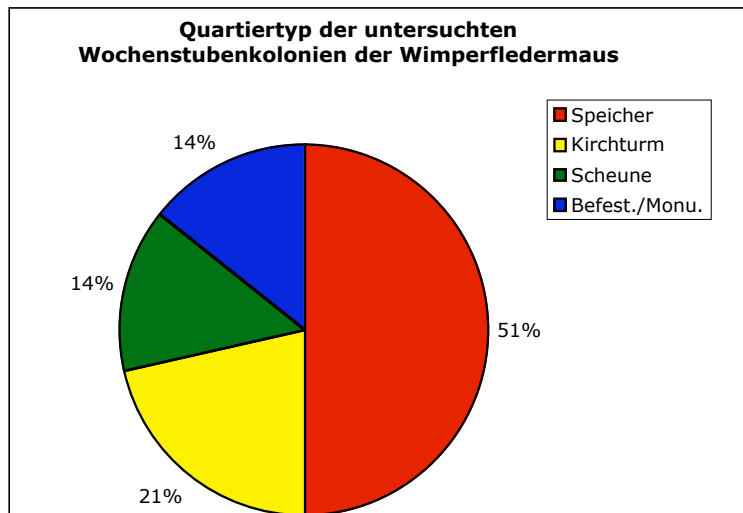


Abb. 18: Verteilung der Quartiertypen ausgewählter Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus.

In Hessen befanden sich von 39 bekannten Mausohrkolonien 35 in Dachstühlen von Gebäuden (Schäfer 1998). Die häufige Besiedlung von privaten Gebäuden, Kirchturmspitzen und großen Scheunen durch Wimperfledermäuse ist hervorzuheben.

3.3.3.2. Alter des Gebäudes

Da Angaben zum Baujahr des Quartiers vor allem bei alten Gebäuden entweder fehlen oder nur schwer überprüfbar sind, ist allgemein festzustellen, daß sich sämtliche Wochenstubenkolonien (WSK) in ca. 100 bis 150 Jahre alten Häusern oder Kirchen in traditioneller Bauweise befanden. Eine Ausnahme bilden die beiden halbunterirdischen Quartiere, die zwischen 1875/1914 - 18 erbaut wurden.

3.3.3.3. Quartervolumen

Das Quartervolumen einer WSK stellt sowohl hinsichtlich der klimatischen Ansprüche der Fledermausart als auch der Aufzucht der Jungen einen wichtigen Parameter dar. Einerseits bietet ein größerer Dachraum insgesamt ein stabileres Mikroklima, andererseits wird durch die Zunahme an Mikrostrukturen und Trennwände eine höhere klimatische Diversität und Kompartimentierung erreicht. So kann ein einziges großvolumiges Quartier sämtliche Anforderungen an verschiedene Klimabedingungen während unterschiedlicher physiologischer Phasen wie Gravidität, Laktation und Flüggewerden erfüllen.

Das durchschnittliche Quartervolumen betrug $471 \pm 470 \text{ m}^3$ ($n = 13$), wobei das größte Dachraumvolumen 1.700 m^3 und das geringste nur $7,81 \text{ m}^3$ betrug.

Richarz et al. (1989) nannten für die Wimperfledermauskolonie (60-70 ad.) in der Kirche in Dettendorf (Bayern) einen Rauminhalt von 380 m^3 .

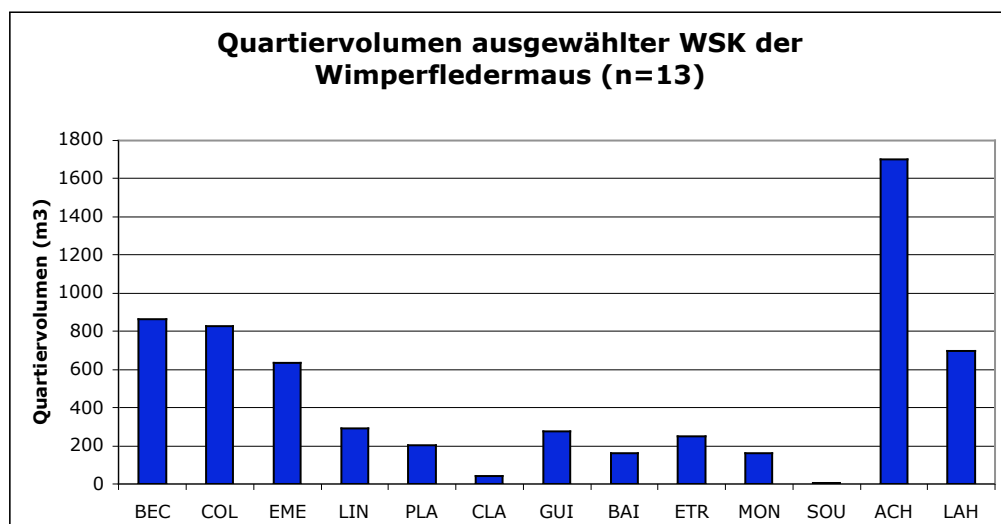


Abb. 19: Ermitteltes Quartervolumen bei 13 ausgewählten Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus.

Selbstverständlich ist das Quartervolumen vom Quartertyp abhängig. Die größten Quartiere befinden sich auf den Speichern von Scheunen und Dachstühlen von Kirchen. Ein kleines Volumen bieten solche WSQ, die sich ausschliesslich auf Kirchtürme beschränken, sowie das halbunterirdische Quartier Fort de Souville.

In den vier größten Wimperfledermausquartieren (BEC, COL, LAH, ACH) mit einem Volumen von mehr als 800 m^3 nutzte die Kolonie, je nach Witterungsbedingungen und physiologischem Zustand, neben einem Haupthangplatz meist ein bis zwei Nebenhängeplätze.

Eine typische Großraumfledermaus, wie z.B. das Große Mausohr, zeigt eine eindeutige Präferenz für Quartiere über 500-600 m³ Volumen, da die Tiere einen großen Platzbedarf haben, um sich allabendlich warmzufliegen (Bilo 1989; Schäfer 1998).

Wimperfledermäuse sind nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zwingend auf ein großes Quartiersvolumen angewiesen, weder um sich warmzufliegen noch um den Juvenilen die Möglichkeit zu bieten, ohne Prädationsdruck das Fliegen zu erlernen. In einigen Quartieren erlaubt der Grundriß des Quartiers kein Warmfliegen, z.B. im Kirchturm in Lintgen (ca. 200 Tiere) und in der Befestigungsanlage von Souville (60 Tiere).

Es konnte keine signifikante Korrelation zwischen Quartier- und Koloniegröße ermittelt werden. Die Quartiergröße ist also kein ausschließender Faktor für die Präsenz der Wimperfledermaus. Auch sehr kleinvolumige Quartiere werden von dieser Art zur Reproduktion angenommen.

3.3.3.4. Anzahl der Kompartimente

Im Durchschnitt wiesen die WSK 1,9 Kompartimente pro Quartier auf. Das Maximum lag bei drei Kompartimenten. Meistens standen die einzelnen Dachabschnitte über eine Türöffnung oder eine größere Luke miteinander in Verbindung, die einen freien Durchflug der Fledermäuse ermöglichten. Hierdurch war eine freie Hangplatzwahl gewährleistet.

3.3.3.5. Anzahl der Hangplätze

Insgesamt wählten die Wimperfledermäuse am häufigsten einen einzelnen Haupthangplatz zur Reproduktion aus (n = 6), seltener waren zwei (n = 3) oder drei Hangplätze (n = 3) nachzuweisen. Eine Ausnahme bildet sicherlich der Dachturm in Clairefontaine (B), wo die Wimperfledermäuse je nach Sonnenstand die Turmspitze oder einen der acht Nebenhangplätze an den Turmbalken im 360° - Radius nutzten.

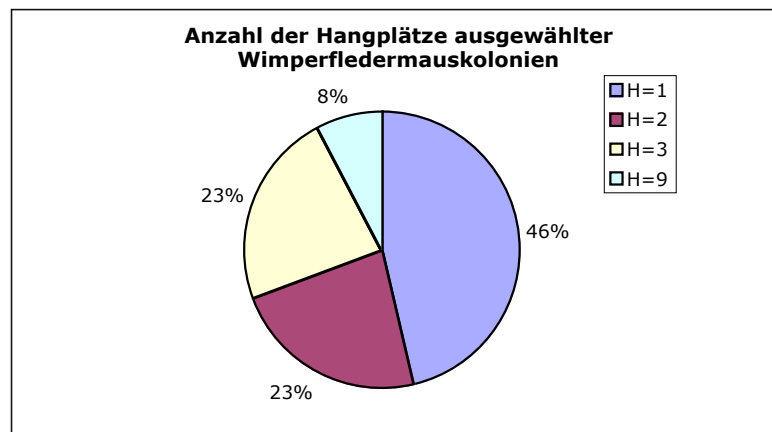


Abb. 20: Anzahl der Hangplätze ausgewählter Wimperfledermauskolonien.

Die arttypische Auswahl von Hangplätzen durch Wimperfledermäuse wird besonders deutlich, wenn man ihr z.B. die Quartiernutzung einer Mausohrkolonie gegenüberstellt. Wimperfledermäuse nutzen im Gegensatz zu Mausohren gezielt wenige klar begrenzte Hangplätze. Da die Tiere meistens in einer Traube hängen, können bei Quartierkontrollen die Kotplätze oft schon durch ihre charakteristische Abgrenzung der Wimperfledermaus zugeordnet werden.

3.3.3.6. Hangplatztyp

Das Hangplatzverhalten der Wimperfledermaus im Quartier unterscheidet sich erheblich von dem anderer Fledermausarten. Oft suchen die dicht hängenden Tiere Körperkontakt zu Balken. Anhand der vorliegenden Daten wurde versucht, die unterschiedlichen Hangplätze der Wimperfledermäuse in verschiedene arttypische Kategorien zu gliedern:

Hangplatztyp I: Kolonie befindet sich in einem spitzen Winkel zwischen zwei nach oben aufeinander zulaufenden Dachbalken, in diesem unten offenen und gut einsehbaren Winkel haben die Wimperfledermäuse an drei Seiten Kontaktflächen;

Hangplatztyp II: Kolonie hängt frei an einem Decken- oder Querbalken, in einer (länglichen) Traube aus einer oder mehreren Reihen;

Hangplatztyp III: Kolonie hängt frei in einer Traube aus einer oder mehreren Reihen an einer glatten Oberfläche, z.B. Betondecke;

Hangplatztyp IV: Kolonie oder Teile der Kolonie hängen geschützt unter der Kehle zweier aneinander gesetzter Dachbalken;

Hangplatztyp V: Einzeltiere befinden sich im Dachraum versteckt in den Verbindungsritzen zwischen zwei Kehlbalken;

Hangplatztyp VI: Einige juvenile Tiere suchen im Spätsommer im Dachraum angebrachte Mikroquartiere auf (im Rahmen der Aktion ‘Combles et Clochers ‘ ausgebracht);

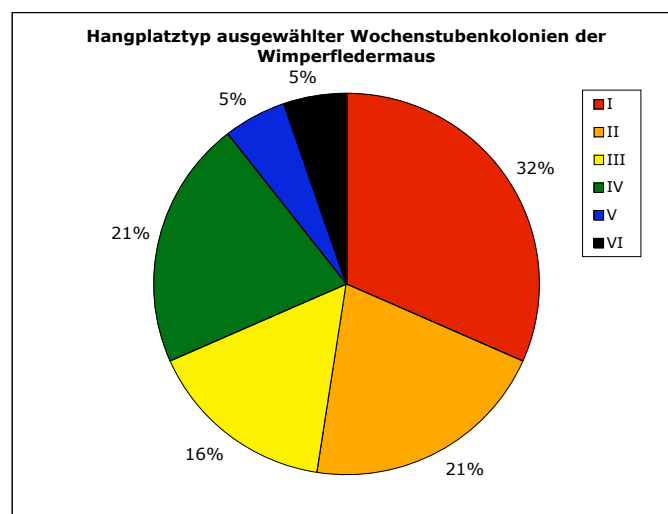


Abb. 21: Präferenz der unterschiedlichen Hangplatztypen der Wimperfledermaus.

Abb. 22: Die verschiedenen Hangplatztypen der Wimperfledermaus.



Die Wimperfledermaus zeigt hierbei eine deutliche Präferenz für den Hangplatztyp I. Da *M. emarginatus* die einzige einheimische Fledermausart ist, die systematisch diesen Hangplatztyp wählt, sind Koloniehauptplätze im oberen Winkel zweier spitz zulaufender Balken als charakteristisch für die Art anzusehen. Wahrscheinlich sind die mikroklimatischen Bedingungen hier vorteilhafter, weil die von der Wimperfledermauskolonie produzierte Eigenwärme wie in einer Hitzeglocke gespeichert wird.

Die fast gleich verteilten Hangplatztypen II und III dagegen sind typisch für alle hausbewohnenden Fledermauskolonien. Der Hangplatztyp IV ist wiederum charakteristisch für die Wimperfledermaus. Er entspricht einem „unperfekten“ Hangplatztyp I, denn der Körperkontakt zu zwei Seiten ist gegeben, mikroklimatische Vorteile gibt es hingegen nicht. Oft befinden sich Nebenhauptplätze der Kolonie oder kleinere Ansammlungen von Wimperfledermäusen an einer solchen Ansatzkehle zweier Dachbalken.

Die Spaltenquartiere (V und VI) bilden nur Ausnahmequartiere für juvenile Einzeltiere im Spätsommer oder für nicht reproduzierende Weibchen in den Wochenstubenkolonien.

Die von Schäfer (1998) untersuchten Mausohrwochenstubenkolonien wählten zu über 90% den Firstbereich der Dachräume als Hauptangplatz. Hier herrschten durch aufsteigende Warmluft die höchsten Quartiertemperaturen. Allerdings wiesen fast alle der 29 untersuchten Kolonien Hessens einen oder mehrere Ausweichplätze auf, die an warmen Sommertagen aufgesucht wurden. Es handelte sich hier meist um gemauerte Kaminwände, Zwischenwände und Mauern, häufig auch enge Mauerspalteln oder Zwischenböden. Ein ähnliches Ausweichverhalten der Wimperfledermäuse durch die Wahl des Hangplatzes während aussergewöhnlich warmer Sommertage konnte auch in Bech-Kleinmacher (L) beobachtet werden, wobei sich jedoch alle Nebenhauptplätze an hölzernen Deckenstrukturen befanden (Kapitel 3.6.: Hangplatzverhalten).

3.3.3.7. Hangplatzhöhe/maximal verfügbare Quartierhöhe

Auch wenn man das Aufhängen der Fledermauskolonie an eine Höhlen- oder Speicherdecke als Vermeidungsstrategie vor Prädatoren interpretieren kann, so befinden sich in Firsthöhe, bedingt durch aufsteigende Warmluft, ebenfalls immer die wärmsten Bereiche eines Quartiers. Zahn & Henatsch (1998) vermuten, daß *Myotis emarginatus* kühlere Wochenstubenquartiere benötigt als z.B. das Große Mausohr (*M. myotis*). Dafür spricht, daß sich Haupt- und Nebenhauptplätze der Wimperfledermauskolonien oft nicht in der maximal möglichen Hanghöhe befinden.

Aus elf der untersuchten Wimperfledermausquartiere lagen Daten bezüglich der Hanghöhe vor. Die ermittelten Höhen wurden in Prozent der verfügbaren maximalen Hanghöhe ausgedrückt. Die gemittelte Hangplatzhöhe entsprach $80,71 \pm 25,84 \%$ ($n = 13$) der möglichen Hanghöhe. Der niedrigste gewählte Hangplatz lag in Colpach mit 1,44 m (dies entspricht 37,59 % der möglichen Hanghöhe) noch in Sprunghöhe von potentiellen Prädatoren wie Hauskatze oder Steinmarder.

Von den fünf Kolonien, die auf maximaler Höhe hingen, befinden sich zwei halbhunterirdisch in thermisch suboptimalen Quartieren, die drei anderen Wimperfledermauskolonien befinden sich in der Kirchturmspitze, z.T. auf 15 m Hanghöhe.

3.3.3.8. Helligkeit an den Haupt- und Nebengangplätzen

Wochenstubenquartiere der Wimperfledermaus werden in der Literatur allgemein als taghell beschrieben (z.B. Issel & Issel 1953; Zahn & Henatsch 1998). Hierin unterscheiden sie sich grundlegend von anderen Fledermausquartieren.

Für die vorliegende Untersuchung lagen Meßwerte der Helligkeit an den Haupt- und Nebengangplätzen aus elf Quartieren vor. Die mittlere Helligkeit der Haupthangplätze betrug, mit Ausnahme des Quartiers in Platen, $0,2 \pm 0,3$ Lux (lx). Alleine in fünf Quartieren lag die Helligkeit unterhalb der Meßschwelle von 0,1 lx. Bis auf das Wochenstubenquartier in Platen, wo am Hangplatz eine Helligkeit von 7,4 lx ermittelt wurde, befanden sich die Hangplätze fast ausnahmslos an dämmrigen bis ganz dunklen Stellen des Quartiers.

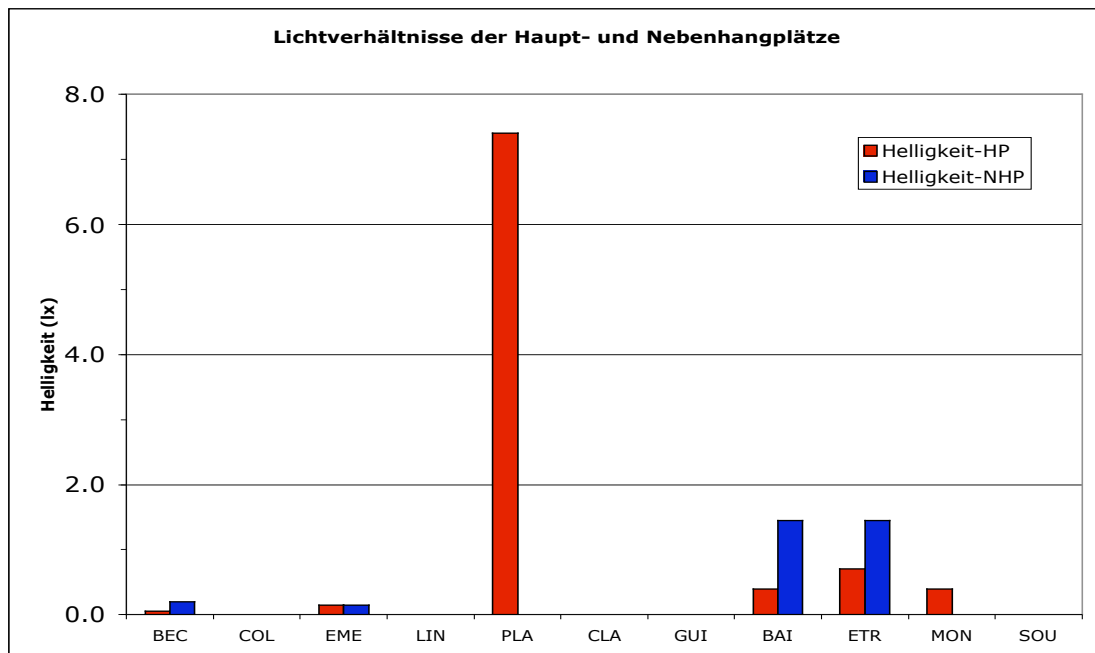


Abb. 23: Lichtverhältnisse an den Haupt- und Nebengangplätzen (HP/NHP) ausgewählter Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus.

Dagegen befanden sich die Nebengangplätze oft an etwas „helleren“ Plätzen mit einer durchschnittlichen Helligkeit von $0,5 \pm 0,7$ lx und einem Maximum von 1,5 lx.

Daraus ergibt sich folgende Helligkeitspräferenz der Wimperfledermäuse im Verhältnis zu den verfügbaren Hangplätzen mit maximaler Helligkeit:

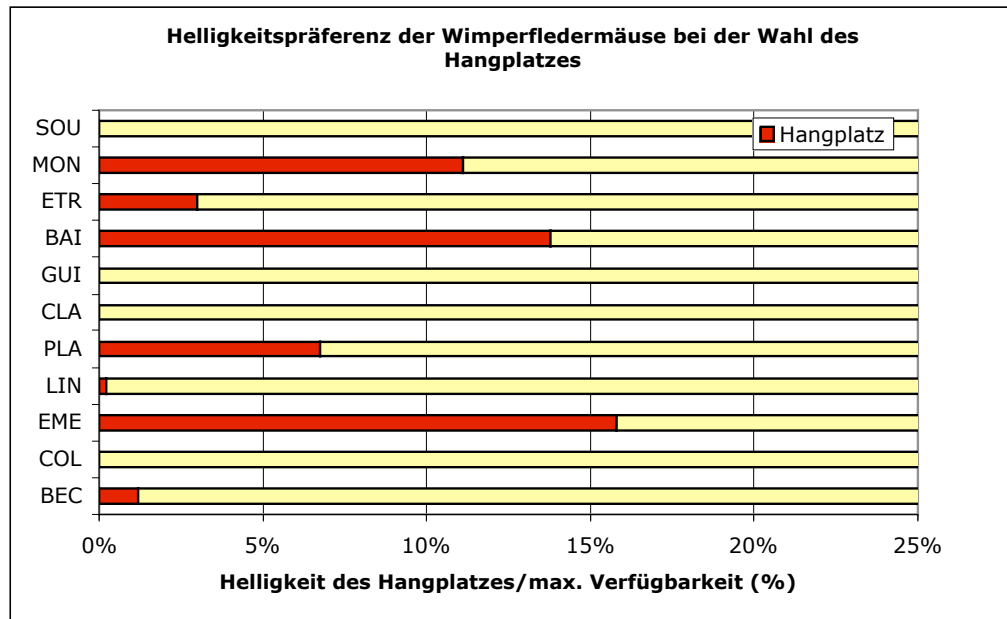


Abb. 24: Helligkeitspräferenz (d.h. Helligkeit des Hangplatzes im Verhältnis zur verfügbaren maximalen Helligkeit) von *M. emarginatus* bei der Auswahl ihrer Hangplätze in 11 ausgewählten Wimperfledermausquartieren.

Wimperfledermäuse scheinen demnach keine Präferenz für helle Quartiere zu haben, sondern zeichnen sich vielmehr durch eine gewisse Toleranz gegenüber Helligkeit im Quartier aus. Da die Wimperfledermaus aufgrund ihres konzentrierten Hangverhaltens in einem Haupt- und ein bis zwei Nebenhangplätzen nur wenige (überwiegend dunkle) Prozent eines Quartiers nutzt, kann sie auch wesentlich hellere Quartiere besiedeln. Andere Fledermausarten, wie das Große Mausohr, die oft den ganzen Dachraum besiedeln, sind dagegen auf ganzräumig dunkle Quartiere angewiesen (Bilo 1989).

3.3.3.9. Dachdeckung

Die Art der Dachdeckung, die Neigung sowie die Ausrichtung des Daches entscheiden über die durch Sonneneinstrahlung aufgefangene Wärme und beeinflussen direkt die Temperaturen im Dachbereich.

Außer für die beiden halbunterirdischen Quartiere (Tranchée des Baïonnettes, Fort de Souville (F)) spielt die Art der Dachdeckung für alle anderen untersuchten Quartiere eine große Rolle. Während sich Schieferplatten und Kupferblech mit den ersten Sonnenstrahlen schnell aufheizen, dämmen und verzögern Dachpappe, Dachbrettverschalungen und Dachziegel die Weitergabe von Wärme in den Dachinnenraum. Andererseits kühlen diese Quartiere über Nacht nicht so stark aus, wie die nur mit einer einfachen Dachdeckung und Lattung ausgelegten Dächer.

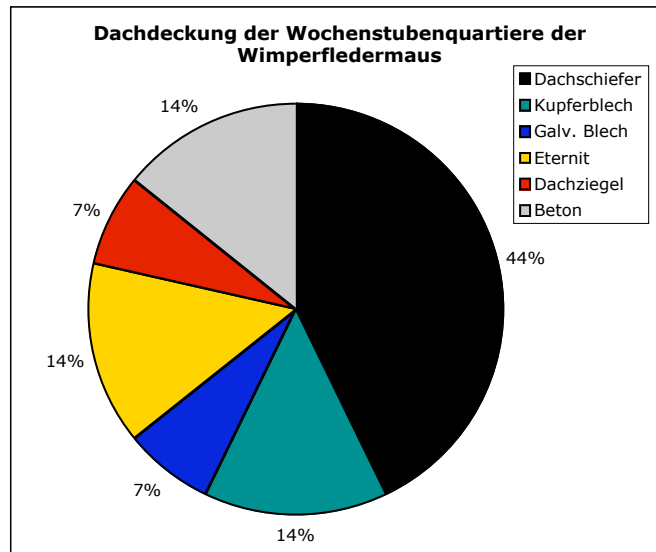


Abb. 25: Verteilung der Dachdeckung ausgewählter Wimperfledermausquartiere.

Natürlich spielen bei den ermittelten Dacheindeckungen regionale Traditionen eine Rolle, dennoch scheint die Wimperfledermaus Quartiere mit Dachschieferdeckung (44 %) zu bevorzugen. Zusammen mit Eternitplatten (14 %), die Dachschiefer nachempfunden sind, stellt Schiefer bei der Hälfte der untersuchten Quartiere die Dachdeckung. Auch metallgedeckte Dächer (zwei kupfergedeckte Quartiere und ein mit galvanisiertem Blech gedecktes Quartier (21 %) stellen einen hohen Anteil der Quartiereindeckungen und scheinen aufgrund der hohen thermischen Leitfähigkeit selektiv ausgewählt zu werden.

Dachpfannen und –ziegel (7 %) dagegen weisen eine große thermische Trägheit auf. Obwohl sie heute sehr häufig als Dacheindeckung genutzt werden, sind sie nur zu einem geringen Prozentsatz vertreten und scheinen für (Wimper)fledermausquartiere ungeeignet zu sein. Bei den beiden halbunterirdischen Quartieren spielt die Dachdeckung aus thermischer Sicht keine Rolle.

3.3.3.10. Dachneigung

Die ermittelte Dachneigung der ausgewählten Wimperfledermausquartiere lag zwischen 28° und 45° Dachneigung, mit einem Mittelwert von 38,3°. Die Kirchtürme wiesen einen mittleren Neigungsgrad von 173° auf.

3.3.3.11. Dachausrichtung

Während eine nach Osten oder Westen ausgerichtete Dachfläche nur wenige Stunden Sonne am Tag erhält, heizt sich eine nach Süden liegende Dachfläche durch die ganztägige Bestrahlung stark auf und kann so mehr Wärme an den Innenraum abgeben. Kirchendächer haben üblicherweise eine Süd/Nord-Dachausrichtung, da der Chorraum traditionell nach Osten weist.

Bei den ausgewählten Wochenstubenkolonien war eine eindeutige Präferenz sowohl für eine NW-Ausrichtung (n = 11 Quartiere) als auch eine SO-Ausrichtung (n = 9 Quartiere) der Quartierdächer erkennbar (Mehrfachnennungen sind möglich). Die Süd-Ausrichtung der Quartierdächer, die eine starke Erwärmung bewirkt hätte, wurde scheinbar gemieden.

Sowohl in Nordbayern als auch in Hessen konnte bei Mausohren als Präferenz bei der Quartierwahl eine Südexposition des Daches nachgewiesen werden (Rudolph & Liegl 1990; Schäfer 1998).

3.3.3.12. Art der Ein- und Ausflughöffnung

Die Ein- und Ausflughöffnungen konnten in drei verschiedene Kategorien eingeordnet werden: 50 % der Kolonien hatten über eine meist geräumige Luke oder Fensteröffnung Zugang zum Dachraum, 31 % mußten sich allabendlich durch einen nur wenige Zentimeter breiten Spalt (meist zwischen Dach und Giebelwand) quetschen. Alle in Kirchen angesiedelten Kolonien nutzten die Zwischenräume der Lamellen in den Schallgauben des Kirchturms zum Ein- und Ausflug (19 %), dort befand sich auch meistens der Hauptgangplatz.

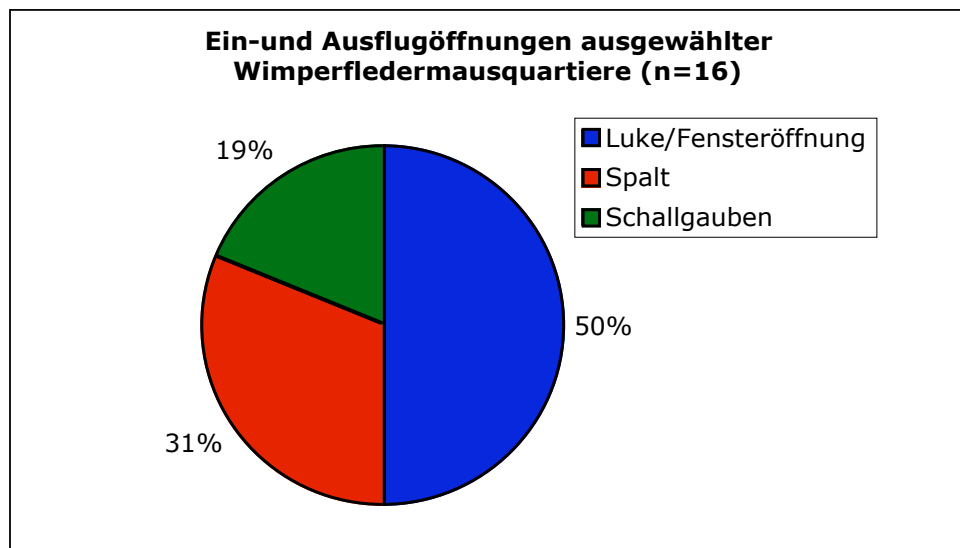


Abb. 26: Art der Ein- und Ausflughöffnung ausgewählter Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus.

Wimperfledermäuse bevorzugten einen freien Ein- und Ausflug (ca. 2/3 der Einflugöffnungen), können jedoch auch Quartiere über enge Spaltenöffnungen besiedeln.

Eine positive Korrelation zwischen freier Ausflugöffnung und Koloniegröße konnte nicht festgestellt werden. Die Mehrzahl der untersuchten WSK wiesen mehr als eine Ausflugöffnung auf, wobei die Tiere in den Kirchtürmen meist die Schallgauben auf der unbeleuchteten Seite des Turms zum Ausflug nutzten.

3.3.3.13. Größe der Ausflugöffnung

Die durchschnittliche Größe der Ausflugöffnung betrug $0,48 \pm 0,78 \text{ m}^2$, wobei die kleinste Ein- und Ausflugöffnung nur 90 cm^2 groß war und an der Gedenkstätte Tranchée aux Baïonnettes gleich mehrere Öffnungen von $2,63 \text{ m}^2$ von den Wimperfledermäusen genutzt wurden. Mit Ausnahme der Spaltenöffnungen ermöglichten alle Öffnungen einen freien Anflug, da ihre Breite die Flügelspannweite (220 – 245 mm) der Wimperfledermaus übertraf.

3.3.3.14. Ausrichtung der Ausflugöffnung

Elf von 14 Ausflugöffnungen zeigten eine südliche (43 %) oder östliche (36 %) Ausrichtung. Lediglich für zwei Quartiere (14%) wurde eine nördliche und für eine einzige WSK (7 %) eine westliche Ausrichtung der Ein- und Ausflugöffnung ermittelt. Die Ausrichtung der Quartieröffnungen wurde erfaßt, obwohl die unmittelbare Erreichbarkeit von Leitstrukturen wie Fassadenbegrünung, Solitärbäumen, Obstgärten und Hecken in unmittelbarer Nähe der Ein- und Ausflugöffnung ebenfalls eine erhebliche Rolle spielen dürfte. Gerade WSK in Kirchen werden zudem nachts angestrahlt. Beobachtungen haben gezeigt, daß Wimperfledermäuse Ausflugöffnungen, die in grellem Licht liegen, meiden.

3.3.3.15. Koloniegröße

Für die Bestimmung der Koloniegröße wurde die maximale Anzahl adulter Weibchen vor der Jungengeburt ausgewählt. Die Koloniestärke der Wochenstubenquartiere variiert erheblich.

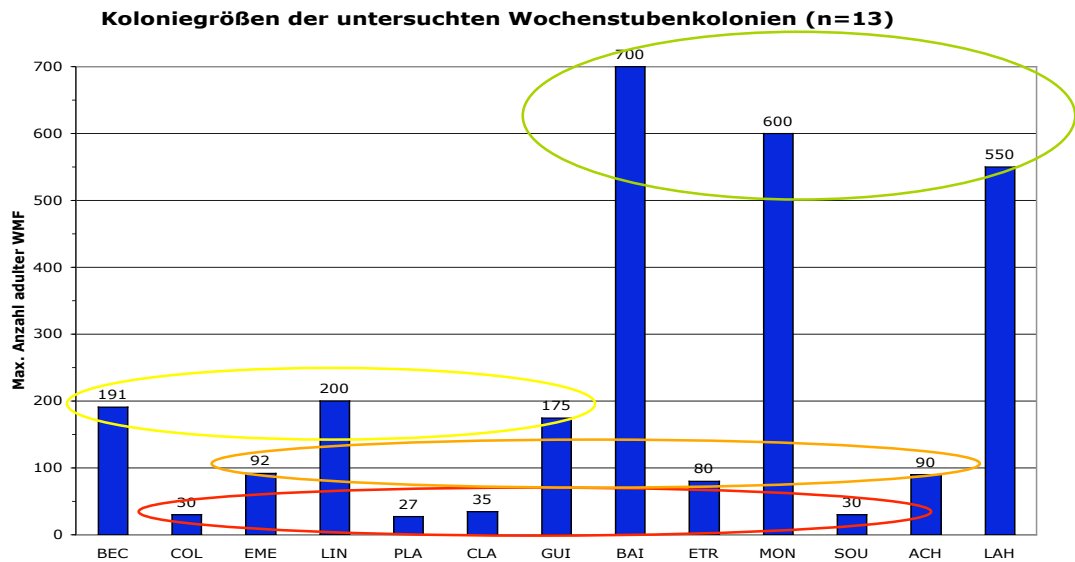


Abb. 27: Koloniegrößen ausgewählter Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus. (Einteilung der Koloniegrößen s.u.)

Da ein Kriterium für die Auswahl der 13 untersuchten WSK eine ausreichende Koloniegröße war, spiegelt diese Grafik nicht die natürliche Verteilung von Koloniegrößen der Wimperfledermaus wider. Berücksichtigt man nun sämtliche Kolonien Luxemburgs (die für diese Arbeit ausgewählten 13 WSK und die luxemburgischen Sommerkolonien: $n = 19$), ergibt sich folgendes Ergebnis:

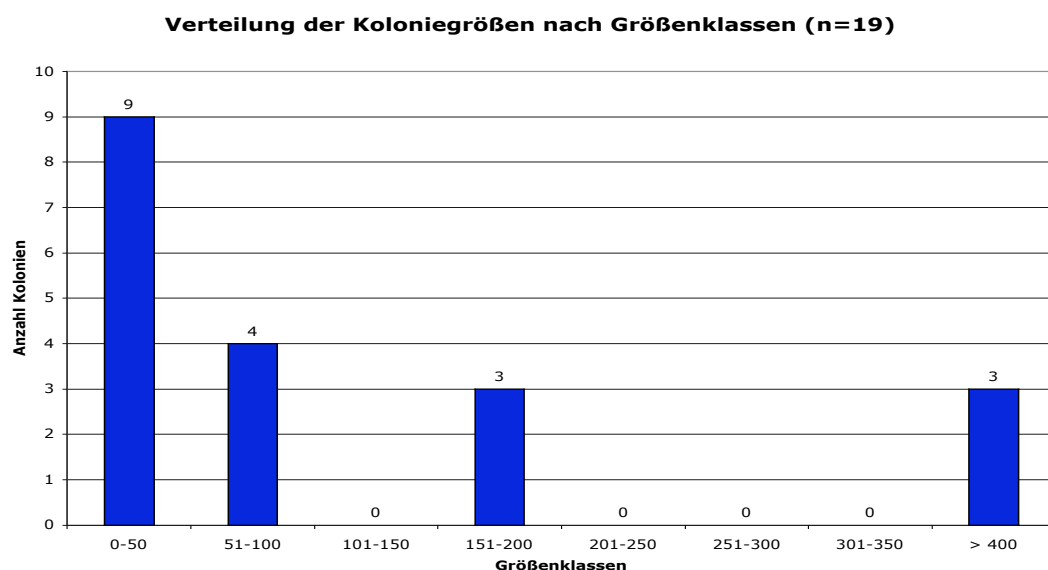


Abb. 28: Verteilung der Wimperfledermauswochenstubenkolonien nach verschiedenen Größenklassen.

Wimperfledermäuse scheinen demnach bestimmte Koloniegrößen zu bevorzugen:

Mikrokolonien mit 3-10 Tieren: bestehen entweder aus Männchen, oder wenigen adulten Weibchen mit einer geringen Anzahl an Jungtieren. Meist aber handelt es sich hierbei um Satellitenkolonien unerfahrener junger Weibchen, die sich in suboptimalen Quartieren um eine größere WSK ansiedeln.

Kleine Kolonien mit 35-45 adulten Tieren: diese Kolonien besetzen das Wochenstubenquartier unregelmässig zur Reproduktion. Eventuell handelt es sich hier um Satellitenkolonien einer regional lokalisierten Metapopulation oder um Splittergruppen einer größeren, zerstörten WSK.

Kolonien mittlerer Größe von etwa 65 bis 95 Tieren: diese WSK besetzen regelmäßig zur Reproduktion das gleiche Quartier und scheinen eine stabile, eigenständige oder eine stabile Teilkolonie einer Metapopulation zu bilden.

Große Kolonien mit 175-200 Tieren: diese Koloniegröße scheint die kritische Masse zu besitzen, die den Weibchen bei allen Witterungsbedingungen thermoregulatorische Vorteile bietet.

Sehr große WSK von 400-700 adulten Tieren: wenn sich Wimperfledermäuse in diesen sehr großen Kolonien versammeln, müssen die thermoregulatorischen Vorteile die Nachteile der intraspezifischen Nahrungskonkurrenz überwiegen. Daß gerade ein unterirdisches und damit klimatisch benachteiligtes Quartier wie die Tranchée des Baïonnettes (F) im Mai eine Ansammlung von bis zu 3000 Tieren aufweist (T. Gaillard, mündliche Mitteilung), von denen 600-700 Tiere während der Reproduktion zurückblieben, scheint diese Annahme zu bestätigen.

Für die 13 untersuchten WSK der Wimperfledermaus lag die durchschnittliche Koloniestärke bei 215 ± 239 Weibchen pro Kolonie, mit einem Minimum von 27 und einem Maximum von ca. 700 Tieren. Da es sich hierbei jedoch um eine Auswahl von Kolonien handelt, sollen zum Vergleich noch genannt werden:

- Die gemittelte Anzahl adulter *M. emarginatus* der 13 ausgewählten WSK und der luxemburgischen Sommerkolonien ($n = 19$) lag bei durchschnittlich 154 Weibchen.
- Die luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus weisen alleine eine durchschnittliche Kopfstärke von 61 Tieren auf.
- Die Anzahl der Wochenstubentiere schwankt z.B. in Kolonien in Kärnten, Salzburg und Tirol (Österreich) je nach Quartier zwischen 6 und 170 Individuen, wobei die durchschnittliche Individuenzahl pro Quartier hier bei 43 Tieren lag (Jerabek 2002).

Eine Kontrolle der Originalliteratur (Dobrosi in Topál 2001) bestätigt auch, daß sich die angeblich größte bekannte Wochenstubenkolonie, Geszt in SE-Ungarn mit 1000 Tieren, in Wirklichkeit aus Weibchen und Jungtieren zusammensetzt.

Damit scheint bei der Wimperfledermaus die Obergrenze der Koloniegroße bei etwa 600 - 700 adulten Weibchen zu liegen. Die Kolonien in Frankreich (Lothringen) und in Ungarn stellen somit z.Z. die größten bekannten Wochenstubenkolonien von *M. emarginatus* in Europa dar.

Ein Vergleich mit 27 WSK des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*) in Hessen (Schäfer 1998) zeigt eine analoge Verteilung. Beim Mausohr existieren ebenfalls nur wenige kleine WSK < 25 Weibchen, das Optimum scheint zwischen 50-300 Weibchen pro Kolonie zu liegen, und darüber existiert wieder nur eine geringe Anzahl an sehr großen Mausohrkolonien mit über 600 adulten Tieren. Die mittlere Wochenstubenstärke des Großen Mausohrs liegt in Hessen bei 127 adulten Weibchen (Schäfer 1998).

3.3.3.16. Andere Fledermausarten im Quartier

In den untersuchten WSK der Wimperfledermaus konnten in 6 von den 13 Quartieren weitere Fledermausarten angetroffen werden. In je 2 Quartieren konnten Kleine bzw. Große Hufeisennasen (*R. hipposideros*/*R. ferrumequinum*) gefunden werden. Eine Kolonie lebte zusammen mit einer Wochenstube des Großen Mausohrs (*M. myotis*). In drei Fällen hingen Langohren (*Plecotus austriacus* (2), *P. auritus* (1)) mit im Quartier und in einem Fall konnten einige Bartfledermäuse (*M. mystacinus/brandtii*) im gleichen Quartier beobachtet werden.

3.3.4. Diskussion

Die Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus werden im Gegensatz zu denen anderer Fledermausarten fast ausschliesslich von Weibchen gebildet (96,7 – 100 %) (Bauer 1957; Gaisler 1971), von denen je nach Kolonie 25 – 56 % an der Reproduktion teilnehmen. Die Bedingungen für eine erfolgreiche Jungenaufzucht sind in direktem Maß von den baulichen Parametern des Quartiers und den dort herrschenden klimatischen Bedingungen abhängig.

Folgende Quartierbedingungen benötigen Wimperfledermäuse zur erfolgreichen Reproduktion:

1. In West- und Mitteleuropa befinden sich die WSK der Wimperfledermaus nahezu ausschliesslich in Gebäuden in traditioneller Steinbauweise mit Schiefer- oder Blecheindeckung. Es handelt sich überwiegend um Speicher von Privatgebäuden und Dachstühle von Kirchen oder Kirchtürmen, sowie seltener um verwinkelte Scheunen, die als Quartier dienen. Außergewöhnliche Quartiere, wie halbunterirdische Befestigungsanlagen und Betonkonstruktionen, werden allerdings von der Art schon ca. 175 km südlich ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze erfolgreich zur Reproduktion genutzt.

Die Art benötigt ein mittleres Quartervolumen von etwa 370 m³, kann jedoch auch in wesentlich kleineren Quartieren erfolgreich ihre Jungen aufziehen. Wenn großvolumige Quartiere genutzt werden, sind diese stets kompartimentiert, und die Hangplätze werden den Witterungsbedingungen und dem physiologischen Zustand entsprechend genutzt.

Oft scheinen vor allem kleine bis mittelgroße oder uniforme Quartiere nicht die für alle Reproduktionsabschnitte erforderlichen Temperaturgradienten unter verschiedenen Klimabedingungen zu bieten. Dies kann zum Umhängen der Kolonie mitsamt Jungtieren in ein Quartier in der näheren Umgebung führen. Es scheint auch der Grund dafür zu sein, daß bei der untersuchten Fledermausart ein Wochenstubenverband oft mehrere Quartiere innerhalb eines Jahres oder gar im Jahreswechsel, je nach Witterungsbedingungen, nutzt.

Das auffallend diskontinuierliche Vorkommen von *M. emarginatus* in WSQ ist hinreichend bewiesen. So berichtet Gaisler (1971) von drei alternativen Wochenstubenquartieren einer Kolonie in verschiedenen Gebäuden in 100 m Umkreis.

Die Nutzung mehrerer Quartiere scheint unter den hausbewohnenden Fledermäusen für die Wimperfledermaus charakteristisch zu sein.

2. Wimperfledermäuse nutzen im WSQ zwischen ein bis drei klar abgegrenzte Hangplätze. Der bevorzugte Hangplatztyp ist ein Winkel zwischen zwei spitz zulaufenden Balken, bei dem die Tiere zu drei Seiten Körperkontakt haben. In kälteren Quartieren oder dort, wo ein solcher bevorzugter Hangplatz nicht verfügbar ist, hängen Wimperfledermäuse in ein- oder mehrschichtigen Trauben entweder frei an der Decke oder an einem oder mehreren Querbalken. Spaltenquartiere spielen eine untergeordnete Rolle.

Die bevorzugte Hangplatzhöhe entspricht im Mittel etwa 4/5 der maximal möglichen Hangplatzhöhe. Die Vermeidung von wärmeren Giebelhangplätzen wird im Kapitel 3.4. diskutiert.

3. Wimperfledermäuse bevorzugen stets dämmrige bis ganz dunkle Hangplätze mit einer durchschnittlichen Helligkeit unter 0,2 lx. Nebenhangplätze waren im Schnitt 0,3 lx heller als die Haupthangplätze.

In der Literatur sind folgende Angaben zur Helligkeit von Wimperfledermausquartieren zu finden: Issel & Issel (1953) beschreiben eine WSK im Firstwinkel eines ziemlich hellen Dachbodens. Sie finden Einzeltiere sowie eine Wochenstubenkolonie, die „...durch die verhältnismäßige große Helligkeit der Räume auffiel, die Wochenstubenkolonie befand sich sogar in einem taghellen Raum mit zwei großen Fenstern und 3 offenen Türen, durch die ebenfalls Tageslicht fiel...“ und weiter: „... an allen Quartieren bestand die Möglichkeit, ebenso temperierte wesentlich dunklere Plätze zu beziehen“.

Bauer beschreibt 1957 eine große Kolonie bei Brunnsee (A), die den durch Fenster erhellten Bodenraum eines kleinen Uhrtürmchens des Schlosses bewohnt. Eine zweite WSK in Kaltleutgeben (A) fand sich in einem recht hellen Bodenraum. Er bemerkte: „... dies scheint auch nach den Beobachtungen für den mitteleuropäischen Bestand kennzeichnend zu sein.“

Während Harmata (1960; 1962) alle WSQ der Art als helle Quartiere beschreibt, erwähnt Gaisler (1971) vier Kolonien an relativ hellen, drei an dunklen Orten sowie Kolonien in Höhlen in kompletter Dunkelheit. Er führte in Lednice (Südmähren) erstmals Lichtmessungen in einer Wochenstubenkolonie der Wimperfledermaus durch und ermittelte Werte von 0,8 – 5.5 lx im Vergleich zu den herrschenden 1000-1.600 lx Außenhelligkeit.

Krull et al. (1989) sowie Richarz et al. (1989) beschreiben eine bayrische Wochenstubenkolonie auf einem dämmrigen Dachboden sowie eine weitere auf dem Dachstuhl der Kirche in Dettendorf, deren Dachraum durch vier verglaste Fenster erhellt wurde.

Die vorliegenden Meßergebnisse bezüglich der Quartierhelligkeit widersprechen zu einem erheblichen Teil den publizierten Aussagen. Lediglich drei der elf untersuchten Quartiere wiesen an einigen Stellen eine hohe Helligkeit von über 100 lx auf. Da jedoch nur ein sehr geringer (dunkler) Teil des Quartiervolumens von den Wimperfledermäusen tatsächlich genutzt wird, können die Weibchen durchaus gelegentlich helle Quartiere zur Reproduktion auswählen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse zeigen Wimperfledermäuse keine Präferenz für helle Wochenstubenquartiere, sondern nur eine gewisse Toleranz gegenüber bis zu 174 lx hellen Teilabschnitten des Quartiers.

Die Helligkeit der Quartiere kann also nicht einfach auf die Helligkeitsverhältnisse an den Hangplätzen der Tiere übertragen werden. Wimperfledermausquartiere

können, müssen aber nicht notgedrungen heller als andere Fledermausquartiere sein. Bei vorhandener Helligkeit wählen Wimperfledermäuse stets Hangplätze aus, die deutlich weniger als 20 % der maximalen verfügbaren Quartierhelligkeit aufweisen. Die Hangplätze der Art befinden sich sogar überwiegend an komplett dunklen bis dämmrigen Stellen des Quartiers.

4. Wimperfledermäuse zeigen unter günstigen Quartierbedingungen die Tendenz, sich in größeren stabilen Kolonien > 175 - 200 Weibchen zu agglomerieren. Die Zunahme der Kolonie in Bech-Kleinmacher (L) seit der Gründung um 1985 entspricht den Beobachtungen anderer Autoren. Die WSK in Lahr (D) wuchs seit der ersten Kontrolle 1985 von 68 Tieren auf heute über 550 adulte Weibchen (Richarz et al. 1989; E. Hensle, persönliche Mitteilung). Die von Gaisler (1971) untersuchte Kolonie im Schloß Lednice (Südmähren) verdreifachte ihren Bestand von 1967/1969 bis 1983 (Zukal 1994). Auch Calandra (1985) berichtet von einer Zunahme der WSK von *M. emarginatus* in der Kathedrale von Palermo (I), die die natürliche Reproduktionsrate der Art übersteigt, so daß er auf den Zuzug von Wimperfledermäusen aus umliegenden Quartieren schloß. Die thermischen Vorteile einer solchen Agglomeration scheinen bei der arttypischen Quartier- und Hangplatzwahl durch die Wimperfledermaus auf der Hand zu liegen (vergleiche Kapitel 3.4.: Temperaturansprüche der Wimperfledermaus an ihre Wochenstubenquartiere).
5. Die Dächer der von den Wimperfledermäusen ausgewählten Quartiere waren vornehmlich NW - und SO - exponiert. Dies bedeutet, daß die Koloniehauptplätze entweder den frühen wärmenden Sonnenstrahlen oder aber den letzten Wärmestrahlen der untergehenden Sonne ausgesetzt waren. Hangplätze unter Dächern mit direkter Südausrichtung wurden meist vermieden (Kapitel 3.4.)
6. Zwei Drittel der untersuchten Quartiere ermöglichten einen freien Einflug der Wimperfledermäuse, wobei auch Quartiere mit wesentlich kleineren Spaltenöffnungen von großen Wimperfledermauskolonien genutzt wurden.

Abschließend ist festzustellen, daß *M. emarginatus* wesentlich toleranter bezüglich verschiedener Quartierparameter ist, als man es allgemein von einer hochgradig stenöken Fledermausart annehmen würde. Lediglich die aus der Quartier- und Hangplatzwahl resultierenden thermischen Konsequenzen scheinen für die Art eine entscheidende Rolle zu spielen. Auf die Temperaturbedingungen an den Hangplätzen sowie das Hangplatzverhalten der Wimperfledermaus wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

3.4. Temperaturansprüche der Wimperfledermaus an ihre Wochenstubenquartiere

3.4.1. Einleitung

Vor allem Kleinsäuger müssen einen Großteil ihrer Energie dem Ausgleich des Wärmeverlusts opfern, da mit abnehmendem Körpergewicht das Verhältnis von wärmeabgebender Oberfläche zur stoffwechselaktiven Masse immer ungünstiger wird. Chiropteren sind aufgrund ihrer nackten Flughäute und ihrer relativ großen Lungenoberfläche noch stärker von kostspieligen Wärmeverlusten bedroht als andere Säugetiere vergleichbarer Größe (Neuweiler 1993).

Ein Ausweg aus diesem Dilemma ist die Heterothermie, d.h. die Fähigkeit, die Körpertemperatur fakultativ und kontrolliert abzusenken. Wie alle Chiropterenarten der gemäßigten Zonen besitzt auch die Wimperfledermaus die Möglichkeit, in Torpor (Tageslethargie) bzw. in den Winterschlaf zu fallen.

Weiterhin hängen sich trächtige und säugende Weibchen in den Wochenstuben der Wimperfledermaus in dichten Klumpen zusammen. Dieses Sozialverhalten spart Energie: unter dem gleichen Scheunendach verbrauchten einzeln hängende Weibchen der in Nordamerika verbreiteten Fledermausart *Myotis lucifugus* bei einer Körpertemperatur von nur 32,2° C 32,5 ml O₂/h/Tier, während die im Sozialverband hängenden Tiere eine Körpertemperatur von 36,9° C erreichten und dafür nur 19,9 ml O₂/h/Tier benötigten (Neuweiler 1993).

Fledermäuse suchen als optimalen Wochenstubenhangplatz eine für das Tier thermoneutrale Zone aus, d.h. einen Temperaturbereich, in dem das ruhende Tier am wenigsten Energie verbraucht. In diesem Energiebereich kann das Tier seine Körpertemperatur ohne große Energiekosten konstant halten. Die Spannbreite der thermoneutralen Zone der Wimperfledermaus wird durch eine obere und untere kritische Temperatur begrenzt. Bei der eher zu den kleinen Fledermausarten zählenden Wimperfledermaus dürfte die Spannweite der thermoneutralen Zone wesentlich enger sein, als z.B. bei dem wesentlich größeren Großen Mausohr (*Myotis myotis*).

Durch Temperaturmessungen in ausgewählten Quartieren soll die Spannweite der thermoneutralen Zone (optimale Wochenstubentemperatur) der Wimperfledermauswochenstuben ermittelt werden.

3.4.2. Material und Methode

Zur Erfassung der Temperatur an den Hangplätzen ausgewählter Wimperfledermausquartiere (s.u.) wurden Miniatur-Einkanal-Messwertaufzeichner des Typs TINYTAG® und TINYTALK® II von Gemini Data Loggers Ltd (UK) verwendet. Diese Temperaturlogger sind in einer regenfesten Kunststoffdose von 35 x 52 mm Größe untergebracht und werden von einer Lithiumbatterie betrieben. Die TINYTAG® und TINYTALK® II Temperaturfühler haben einen Meßbereich von -40° bis $+75^{\circ}$ C ($\pm 0.2^{\circ}$ C Sensorgenauigkeit). Eigens vorgenommene Messungen bei simulierten Quartierbedingungen ergaben allerdings, entgegen den Angaben des Herstellers, bei einigen Seriennummern Temperaturabweichungen bis zu $\pm 0.5^{\circ}$ C. Um diesen Ergebnissen Rechnung zu tragen, wurde für die Messung der Innen- und Außentemperatur eines Quartieres ein Paar Sensoren ausgewählt, die die gleiche Meßgenauigkeit aufwiesen. Die Logger können auf ein Meßintervall von 1 Sekunde bis 10 Tage eingestellt werden, wobei die Speicherkapazität 7.800 Messungen für den TINYTAG® und lediglich 1.800 für den TINYTALK® II beträgt. Je nach Speicherkapazität des Loggers wurde ein Meßintervall von 30 – 90 Minuten gewählt.

Folgende Wimperfledermausquartiere wurden für die Temperaturmessungen ausgewählt: Etraye (F), Fort de Souville (F), Tranchée des Baïonnettes (F), Emerange (L), Platen (L) und Acharting (A) (n = 6). In diesen Quartieren wurde jeweils ein Temperaturlogger in der Wochenstubenkolonie, möglichst nahe dem Hangplatz der Kolonie, angebracht, ohne den Hangplatz direkt negativ zu beeinflussen oder gar durch an dem Logger hängende Tiere den Temperaturverlauf zu beeinflussen. Der zweite Temperaturlogger wurde im Außenbereich der Kolonie, möglichst in gleicher Hanghöhe wie der Innensensor, an einer Nordseite und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt angebracht.

Aus Schutzgründen erfolgte die Installierung der Logger bereits im zeitigen Frühjahr (Anfang – Mitte April 2003), vor der Ankunft der Weibchen in den Wochenstubenquartieren. Die Einstellung des Speichers wurde auf dem Modus „stop when full“ fixiert,

und die Logger wurden nach der Auflösung der Wochenstubenkolonien im Herbst 2003 wieder eingesammelt. Die Meßwerte wurden anschließend mit Hilfe einer Computersoftware OTLM ausgelesen und die Meßdaten zwischen dem 15. April und 15. September 2003 ausgewertet.



Abb. 29: Einer der Innen-Temperaturlogger in Platen (L), nahe dem Hangplatz der etwa 30-köpfigen Wimperfledermauskolonie am 04.06.2003.

3.4.3. Ergebnisse

Die Qualität der Wochenstubenquartiere der Wimperfledermaus wird durch eine Vielzahl unterschiedlicher struktureller Faktoren bestimmt. Einige dieser strukturellen Parameter wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfaßt und sind im Kapitel 3.3. Quartierparameter dargestellt und bewertet. Aufgrund der Unmöglichkeit, alle Parameter eines Fledermausquartiers zu erfassen, scheint der Temperaturverlauf im Quartierinneren im Verhältnis zur Außentemperatur die verlässlichste Methode zu sein, die Anforderungen dieser thermophilen Fledermausart an ihr Wochenstubenquartier zu charakterisieren.

Die untersuchten Wochenstubenquartiere funktionieren als thermisch offenes System, das in Abhängigkeit von der Bauweise (z.B. Mauerdicke, Dachdeckung usw. ...) eine spezifische Wärmekapazität besitzt. Die Quartiere weisen in der Regel eine zeitlich verschobene Pufferwirkung gegenüber den Schwankungen der Außentemperatur auf. Um diese Temperaturschwankungen zu quantifizieren und vergleichend zu bewerten, wurden die Meßdaten vergleichend zu Richarz et al. (1989) wie folgt ausgewertet:

Neben den Differenzen zwischen Hangplatz- und Außentemperatur ($\Delta T = T_i - T_a$) wurden zunächst die gemittelten Tageswerte berechnet. Die Minima- und Maximatemperaturen an den Hangplätzen der sechs Kolonien wurden für den gesamten Untersuchungszeitraum (15.04. – 15.09.2003) sowie während der drei physiologischen Phasen Gravidität (G), Laktation (L) und Flüggewerden der Jungtiere (V) vergleichend dargestellt. Entsprechend der Referenzkolonie in Bech-Kleinmacher (L) wurden für die physiologischen Phasen folgende Zeitabschnitte gewählt:

Gravidität:	G = 15.04. – 11.06.
Laktation:	L = 12.06. – 07.07.
Flüggewerden der Jungen;	V = 08.07. – 15.09.

Zudem wurden für jedes Quartier die Innentemperaturen (T_i) im Verhältnis zu den Außentemperaturen (T_a) zu verschiedenen relevanten Tageszeiten (3:00h; 7:00 h; 14:00h und 18:00 Uhr (MESZ)) grafisch dargestellt. Die Abweichung zur Regressionsgeraden sowie der Regressionskoeffizient r wurde berechnet.

Abschließend wurden die Tagesmittel der Hangplatztemperatur (Tagesmittel T_i/T_{mi}) und der Außentemperatur (Tagesmittel T_a/T_{ma}) gegeneinander aufgetragen. Hierbei wurde ebenfalls die Abweichung zur Regressionsgeraden sowie der Regressionskoeffizient r berechnet.

Die Vorgehensweise über die Berechnung der Regressionsgeraden erlaubt es, die thermischen Qualitäten der Wimperfledermausquartiere im Verhältnis zu den Außentemperaturen über einen längeren Zeitraum zu veranschaulichen und vergleichend zu bewerten.

Die durchschnittliche Hangplatztemperatur aller sechs Wimperfledermausquartiere betrug $21,0^{\circ} \pm 6,1^{\circ}\text{C}$. Wenn man das kälteste Quartier, die halbhunterirdische Kolonie in Souville, ausklammert, steigt die durchschnittliche Hangplatztemperatur in der Zeit zwischen dem 15. April und dem 15. September 2003 auf $22,18^{\circ}\text{C}$. Das wärmste untersuchte Wimperfledermausquartier war Acharting (A), gefolgt von Emerange (L) und Platen (L). Die bewußt gewählten halbhunterirdischen Quartiere Tranchée des Baïonnettes und Fort de Souville überraschen mit relativ hohen Mittelwerten: $21,1^{\circ}\text{C}$ gemittelte Hangplatztemperatur in der Gedenkstätte und immerhin noch $15,0^{\circ}\text{C}$ in Souville.

Die Temperatur in der Tranchée des Baïonnettes lag durchschnittlich $3,3^{\circ}\text{C}$ über der mittleren Außentemperatur und weist damit die höchste Temperaturdifferenz zur Umgebung auf, während das Fort de Souville sogar $2,8^{\circ}\text{C}$ unter der mittleren Tagesaußentemperatur lag.

Tab. 2: Zusammengefaßte Ergebnisse der Temperaturmessungen in sechs verschiedenen Wimperfledermausquartieren im Jahr 2003. Ti = Hangplatztemperatur ; Ta = Außentemperatur ; SD = Standardabweichung.

Kolonie	Ti \pm SD	Ta \pm SD	Ti-Ta \pm SD	Ti- MAX	Ti - MIN	Ta - MAX	Ta - MIN
BAI	20.1 ± 5.2	16.8 ± 5.4	3.3 ± 2.7	34.1	7.3	36.9	2.7
ETR	21.1 ± 6.6	18.5 ± 6.8	2.6 ± 2.5	44.6	4.6	46.5	1.5
EME	23.4 ± 5.4	21.4 ± 8.7	2.0 ± 4.8	38.9	12.4	50.9	1.9
PLA	22.1 ± 8.2	19.9 ± 8.2	2.0 ± 4.3	41.5	9.5	46.5	1.5
SOU	15.0 ± 2.8	17.7 ± 5.1	-2.8 ± 3.3	21.3	9.5	33.3	4.6
ACH	24.2 ± 8.2	20.6 ± 6.3	--	46.0	4.3	37.3	2.7
Mittel	21.0 ± 6.1	19.1 ± 6.7	1.4 ± 3.5	37.7	7.9	41.9	2.5

Das höchste Temperaturmaximum am Hangplatz wurde in Acharting mit 46,0° C gemessen, das niedrigste erwartungsgemäß in Souville mit immerhin noch 21,3° C (Tab. 2, S. 66). Das Quartier in Acharting weist nicht nur das höchste Maximum auf, sondern mit 4,3° C auch die niedrigste Minimaltemperatur, in Emerange sank hingegen die Hangplatztemperatur nie unter 12,4° C!

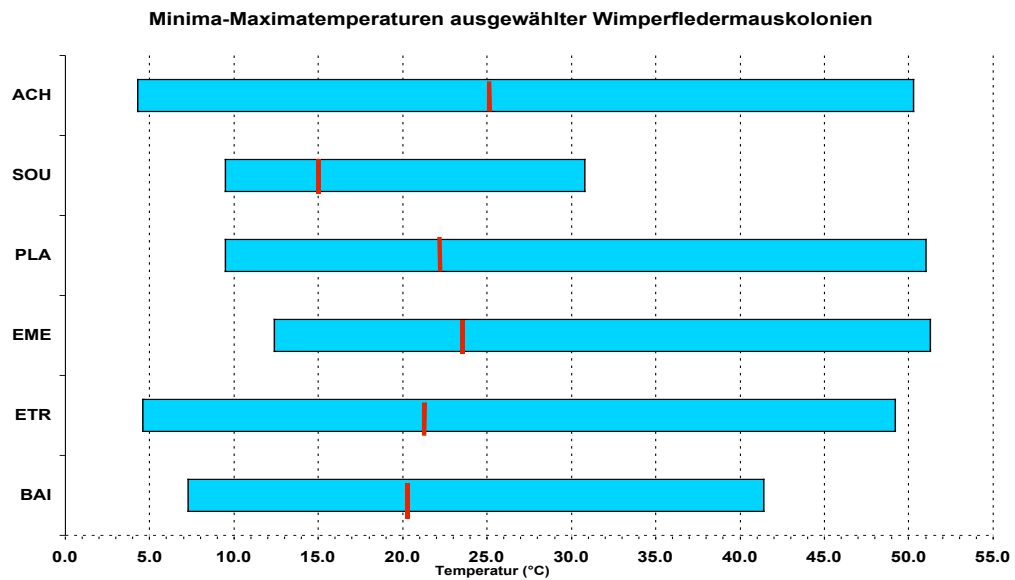


Abb. 30: Schwankungsbreite der Minima- und Maximateperaturen an den Hangplätzen ausgewählter Wimperfledermauskolonien im Jahr 2003. In Rot die gemittelte Jahrestemperatur am Hangplatz, in Blau die Differenz zwischen Minimum- u. Maximumtemperatur.

Berücksichtigt man auch die Standardabweichungen der Temperaturmittelwerte (Abb. 31) in den Quartieren, dann sind die Temperaturschwankungen in den beiden halbunterirdischen Quartieren Souville und Tranchée des Baïonnettes am geringsten und in Acharting und Platen am größten.

Nachfolgend sind die Ergebnisse noch einmal grafisch dargestellt:

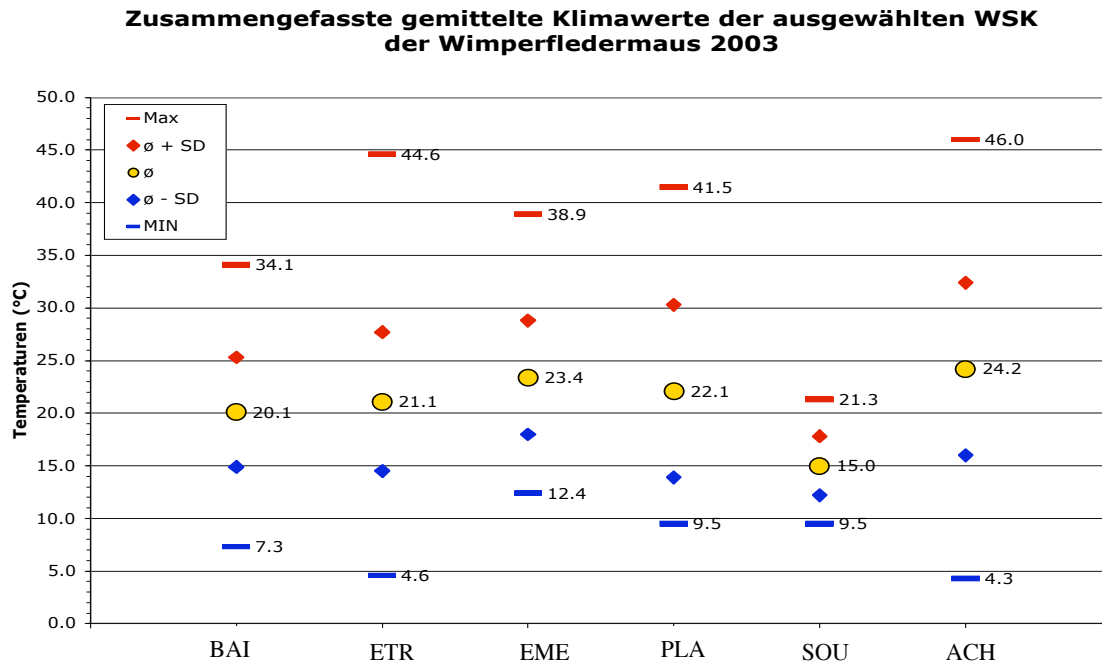


Abb. 31: Temperaturmittelwerte mit Standardabweichungen und Maximum-Minimumtemperaturen an den Hangplätzen ausgewählter Wimperfledermauskolonien im Jahr 2003. Ø = Durchschnitt; SD = Standardabweichung.

Betrachtet man die Temperaturmittelwerte an den Hangplätzen zu verschiedenen Tageszeiten, so ist die Temperatur morgens gegen 7:00 Uhr in allen Quartieren am niedrigsten (Abb. 32). Die aufsteigende Sonne bewirkt anschließend je nach Exposition und Dachdeckung einen Anstieg der Hangplatztemperatur. Um mehrere Stunden zeitverzögert erreicht der Hangplatz gegen 18:00 Uhr die höchste Tagestemperatur, lediglich in Etraye kühlt das Quartier bereits früher aus. Nach 18:00 Uhr sinkt die Hangplatztemperatur langsam und nähert sich gegen 3:00 Uhr morgens wieder dem kühlssten Tageswert an.

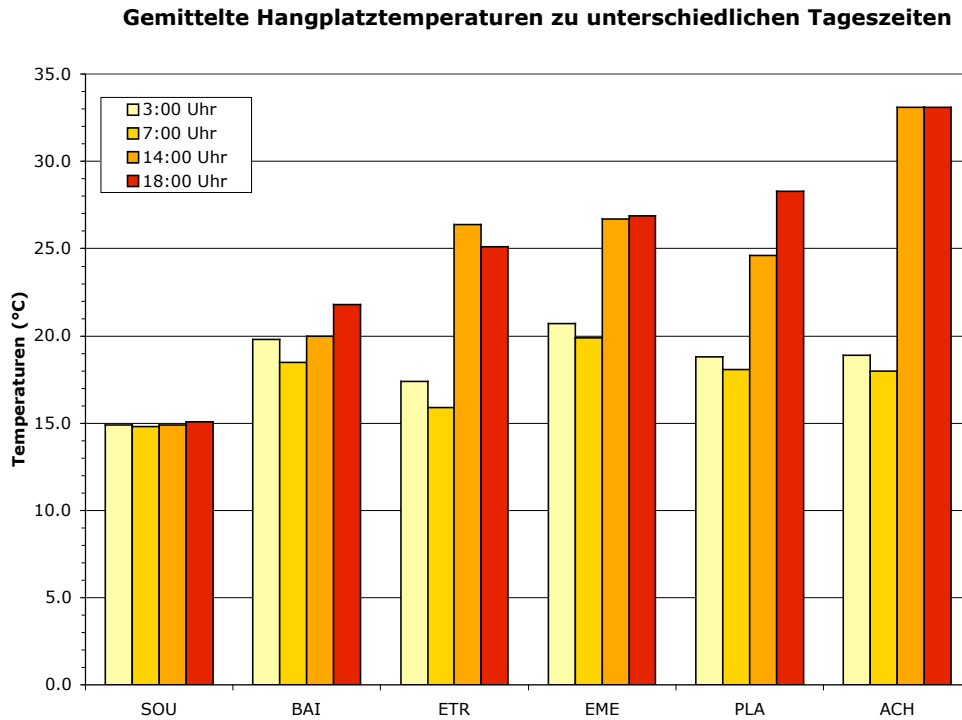


Abb. 32: Vergleich der gemittelten Hangplatztemperaturen zu unterschiedlichen Tageszeiten (MESZ).

Die Minimateperaturen werden in allen Quartieren demnach immer in den frühen Morgenstunden erreicht, die höchsten Hangplatztemperaturen in den frühen Abendstunden zwischen 18:00 und 19:00 Uhr.

Graphische Darstellung mittels Regressionsgeraden

Wie schon zu Beginn des Kapitels erwähnt, ermöglicht die Berechnung der Regressionsgeraden, die thermischen Charakteristika der Wimperfledermausquartiere im Vergleich zur Außentemperatur über einen Zeitraum zu visualisieren und vergleichend zu bewerten.

Dabei gilt generell:

- Je steiler die Regressionsgerade (Steigung > 1), desto träger reagiert das Quartier auf Temperaturänderungen. Verläuft die Regressionsgerade parallel zur 1:1-Diagonalen (Steigung $= 1$), reagiert das Quartier unmittelbar und immer mit der gleichen Temperaturdifferenz auf Änderungen der Außentemperatur.
- Im Gegensatz dazu bedeutet eine flache Regressionsgerade mit geringer Steigung (Steigung < 1), daß das System überschießend reagiert, d.h. daß kleine Änderungen der Außentemperatur größere Anstiege der Hangplatztemperatur bewirken.
- Lage der Regressionsgeraden ober- oder unterhalb der 1:1-Diagonalen:
 - oberhalb bedeutet, daß die Hangplatztemperatur kühler als die Außentemperatur ist;
 - unterhalb bedeutet, daß es im Quartier stets wärmer ist als außerhalb.
- Die Pufferwirkung des Quartiers wird beschrieben durch den Abstand der Regressionsgeraden zur 1:1-Diagonalen. Je näher die Regressionsgerade an der 1:1-Diagonalen liegt, um so geringer ist die Pufferwirkung und Isolationsfähigkeit des Quartiers.

Beim Vergleich der Tagesmittel der Hangplatz- und der Außentemperatur zeigen die Regressionsgeraden folgende Charakteristika (Abb. 33, S. 72):

1. Mit Ausnahme des Fort de Souville ist es an den Hangplätzen in allen Quartieren stets wärmer als außen.
2. Acharting ist das, bezogen auf die Außentemperaturen, wärmste Quartier (größter Abstand zur 1:1-Diagonalen) und hat die größte Pufferwirkung im Tagesmittel.
3. In Acharting und Etraye verlaufen die Regressionsgeraden relativ flach, d.h. hier steigen die Hangplatztemperaturen bei höheren Außentemperaturen besonders an.
4. Das Fort de Souville (halbunterirdisches Quartier) ist das einzige Quartier, in dem es am Hangplatz in der Regel kühler als Außen ist. Dieses Quartier ist ein sehr träges thermisches System, und je höher die Außentemperaturen steigen, desto stärker wird der Temperaturanstieg abgepuffert.
5. Im Gegensatz dazu hat das zweite halbunterirdische Quartier, die Tranchée des Baïonnettes, im Tagesmittel fast keine Pufferwirkung (sehr geringer Abstand zur 1:1-Diagonalen).

Ein Vergleich mit den Regressionsgeraden zu verschiedenen Tageszeiten (Anhang 8.VI.) ergibt ein differenzierteres Bild:

Zwischen 3 Uhr nachts und 7 Uhr morgens sinkt in allen Quartieren die Temperatur und in den frühen Morgenstunden ist es am kältesten (Abb. 32, S.69). Während dieser nächtlichen Temperaturdepression ist es in allen Quartieren, mit Ausnahme des Fort de Souville, am Hangplatz deutlich wärmer als aussen (Anhang 8.VI.). Am wärmsten im Vergleich zur Außentemperatur sind die Quartiere in Emerange, gefolgt von Platen, Tranchée des Baïonnettes und zuletzt Etraye. Dagegen nähert sich das Quartier in Acharting in der Auskühlungsphase stärker den Außentemperaturen an, d.h. es weist gerade dann, wenn es kühl wird, eine schlechte Pufferwirkung auf.

Hervorzuheben ist noch, daß im Quartier in Emerange die Hangplatztemperatur auch bei kühlen Außentemperaturen nie unter 12° C sank. Dieses Quartier zeigt besonders in der nächtlichen Auskühlungsphase eine gute Speicherkapazität.

Nachdem sich die Quartiere im Laufe des Vormittags aufgeheizt haben, haben sich die Hangplatztemperaturen in Emerange und Etraye um 14 und 18 Uhr weitgehend den Außentemperaturen angeglichen (Anhang 8.VI.). In Platen dagegen ist die Erwärmung des Hangplatzes um 14 Uhr noch nicht mit dem Anstieg der Außentemperaturen mitgezogen, so daß es zu diesem Zeitpunkt am Hangplatz kühler ist als Außen (Regressionsgerade liegt über der 1:1-Diagonalen).

Die Tranchée des Baïonnettes zeigt, obwohl es sich um eine Betonkonstruktion handelt, eine ähnliche Temperaturcharakteristik wie das Speicherquartier in Emerange: nachts ist das Quartier ein relativ guter Wärmespeicher, tagsüber findet praktisch kein Ausgleich der Außentemperaturen statt.

Vergleichende Darstellung der Tagesmittel von Hangplatz- und Außentemperatur mittels Regressionsgeraden

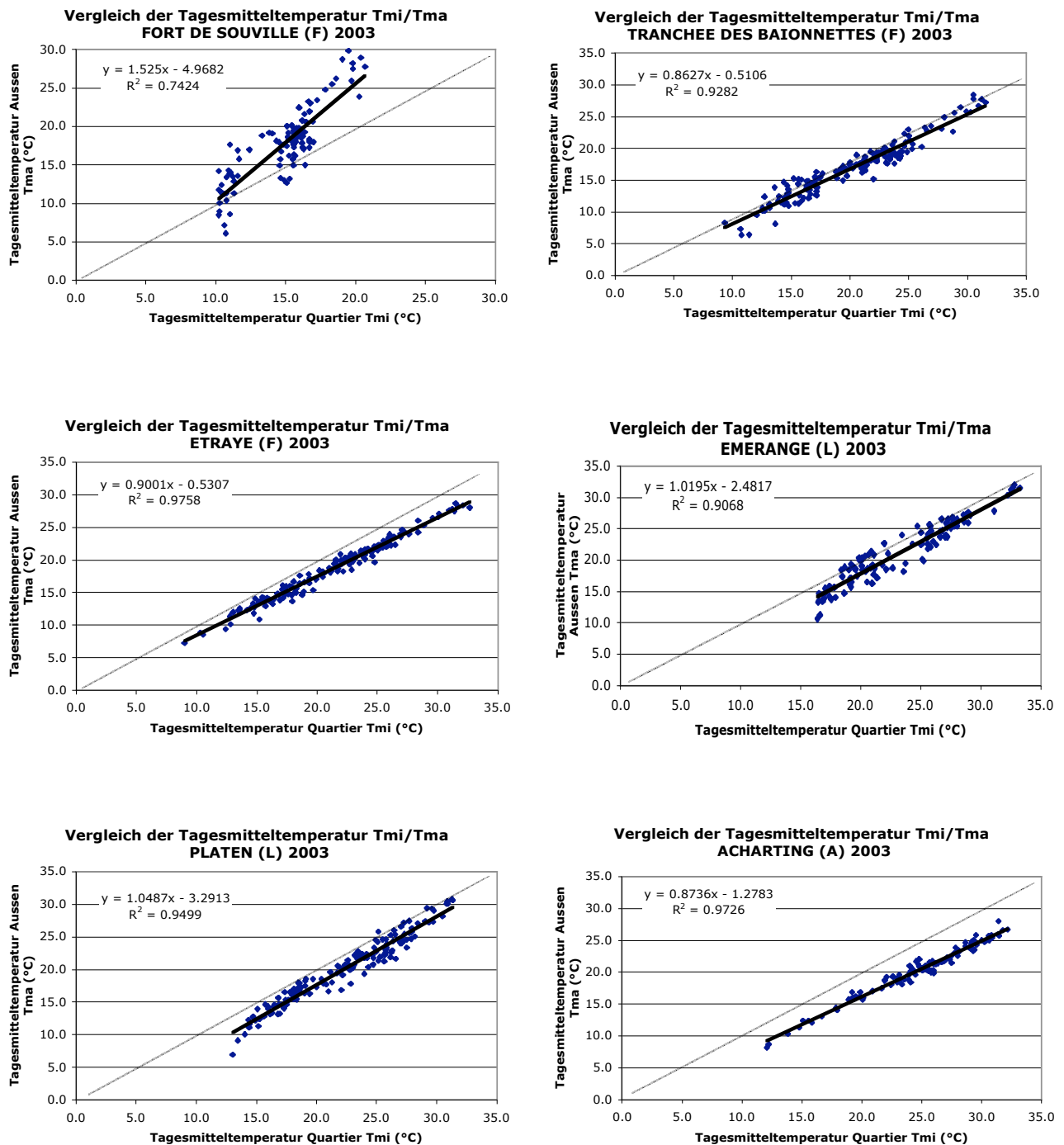


Abb. 33: Vergleichende Darstellung der Tagesmittel von Hangplatztemperatur (Tmi) und Außentemperatur (Tma). Die gestrichelte Linie stellt die 1:1 Diagonale dar; die durchgezogene Linie die Regressionsgerade.

Die berechneten Regressionskoeffizienten: $r_{Sou} = 0,862$; $r_{Bai} = 0,963$; $r_{Etr} = 0,988$; $r_{Eme} = 0,952$; $r_{Pla} = 0,975$; $r_{Ach} = 0,986$.

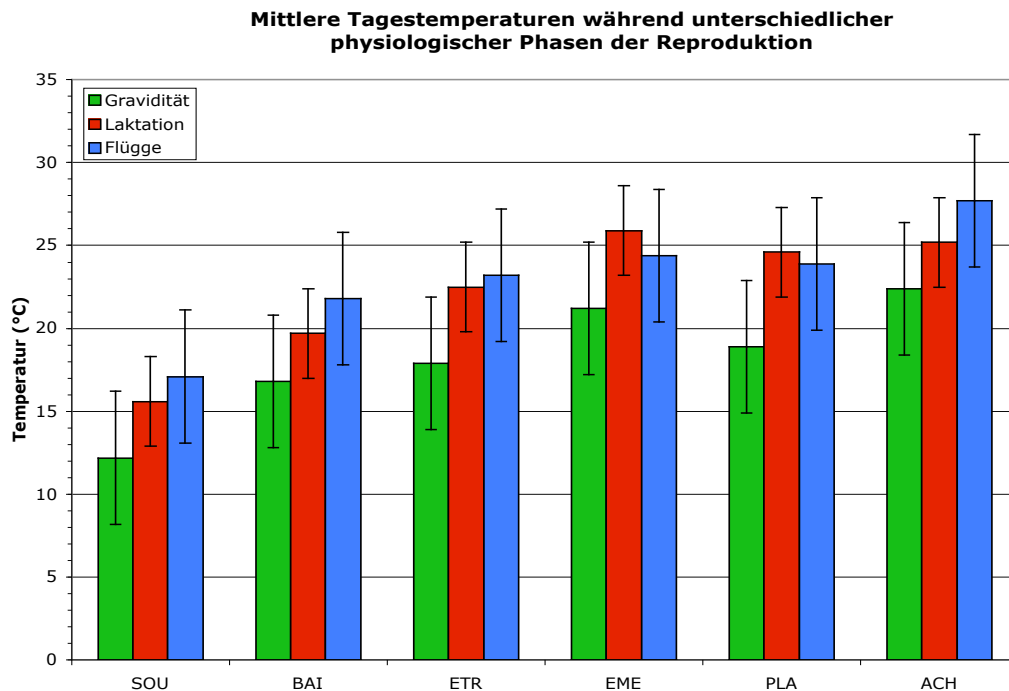


Abb. 34: Gemittelte Tagestemperaturen an den Hangplätzen ausgewählter Wimperfledermausquartiere während unterschiedlicher physiologischer Reproduktionsphasen im Jahr 2003.

Vor dem Hintergrund der außergewöhnlichen Temperaturverhältnisse des Sommerhalbjahres 2003 waren die Hangplatztemperaturen in der Zeit vom 15. April bis zur Geburt der ersten Jungen am 12. Juni, also während der Tragzeit der Weibchen, in allen Quartieren deutlich niedriger als in den beiden folgenden Reproduktionsphasen (Abb. 34). Sie lagen durchschnittlich bei $18,2 \pm 4,0^\circ \text{C}$ mit einer Temperaturspanne von $14,8$ bis $22,6^\circ \text{C}$.

Während der Phase der Jungengeburt und dem Hauptabschnitt der Laktation (vom 12. Juni bis 7. Juli) lag die gemittelte Hangplatztemperatur bei $22,2 \pm 4,0^\circ \text{C}$ in einem Temperaturbereich zwischen $19,2$ und $24,1^\circ \text{C}$.

Nach der Hauptlaktationszeit, während dem Flüggewerden der Jungtiere vom 8. Juli bis zum 15. September, wurden die höchsten Hangplatztemperaturen erreicht. Die gemittelte Hangplatztemperatur lag bei $23,0 \pm 4,0^\circ \text{C}$, in einem Meßbereich zwischen $18,3$ – $28,7^\circ \text{C}$. Lediglich in Emerange (L) und in Platen (L) war die gemittelte Hangplatztemperatur während der Laktationsphase, nicht während dem Flüggewerden der Jungen, am höchsten (mit $25,9^\circ \text{C}$ respektiv $24,6^\circ \text{C}$).

Bemerkenswert ist, daß die Temperaturen an sämtlichen Koloniehauptplätzen während der Laktationsphase die geringsten Schwankungsbreiten aufweisen.

3.4.4. Diskussion

Bevor auf die für die Reproduktion der Wimperfledermaus notwendigen Quartiertemperaturen eingegangen wird, sollen zunächst die Kenntnisse über eine weitaus besser untersuchte Hausfledermaus, das Große Mausohr, kurz dargestellt werden.

In Nordbayern konnte für das Mausohr ein Selektionsdruck auf die Wahl von Quartieren in den wärmsten Regionen nachgewiesen werden (Rudolph & Liegl 1990). Die klimatischen Grenzen für das Vorkommen von Mausohrwochenstuben werden durch die Frühjahrs- und Frühsommertemperaturen bestimmt. Güttinger (1994) zeigte für die Schweiz, daß ausreichende Nahrungs- und Quartierangebote auch in kühleren Regionen anzutreffen sind. Der wärme-klimatische Faktor scheint daher bei dieser Art ausschlaggebend für die Quartierwahl zu sein, da wärmere Quartierlagen den Tieren einen energetischen Vorteil bieten.

Die Ansprüche der Wimperfledermäuse an die Quartier-temperatur werden in der Literatur generell und im Gegensatz zu den Ansprüchen des Großen Mausohres als eher kühl beschrieben:

Issel & Issel (1953) beschrieben die Temperaturverhältnisse im Dachstuhl der ersten nachgewiesenen Reproduktionskolonie in Deutschland als relativ kühl und konstant. Weiter bemerkten sie: „...obwohl die Kolonie eine große Variabilität an verschiedenen Temperaturen aufsuchen konnte (Temperaturorgel), hatte die WSK einen Raum bezogen, der im Verhältnis zu den verfügbaren Räumlichkeiten niedere wenig schwankende Temperaturen aufwies. Dagegen hängt eine WSK der Kleinen Hufeisennase sowie des Großen Mausohrs an einer wesentlich wärmeren Örtlichkeit des Gebäudes.“

Gaisler (1971) maß die Temperaturen einer WSK in Mittelmähren und erhielt im Juni und Juli Werte zwischen 25° - 29° C (vier Aufzeichnungen). Im Jahr 1969 wurden die Temperaturen einer WSK der Wimperfledermaus auf dem Dachboden des Schlosses Lednice (Südmähren) in der Zeit vom 11. Juni bis Ende September aufgezeichnet. Im Laufe dieser Zeit war die Wochenstube jedoch nicht immer besetzt. Wenn die Kolonie (30-40 ad. Individuen) präsent war, bewegten sich die Temperaturen in einem Bereich zwischen 15° und 36° C. Diese Werte decken sich mit den Daten von Harmata (1969), die unter Laborbedingungen ermittelt wurden und eine Hangpräferenz für *M. emarginatus* zwischen 23° und 32° C mit einem Optimum bei 24° C ergaben. Unter Feldbedingungen gemessen, lagen die Werte für die Wimperfledermaus zwischen 20° und 25° C (Harmata 1973).

Richarz et al. (1989) unternahmen 1986/1987 zweijährige Temperaturmessungen in einem bayrischen Wimperfledermausquartier und maßen hier Temperaturen, die selten über 30° C stiegen. Die mittlere Tagestemperatur lag etwa bei 15° C (n = 64; r = 0,86; p < 0,1), und die tägliche Schwankung im Quartier (5,5° C) war um die Hälfte geringer als die Schwankung der Außentemperatur (11° C).

Zahn & Henatsch (1998) maßen auf dem Dachboden des Schlosses Pertenstein (Oberbayern) die Quartiertemperaturen an verschiedenen Hangplätzen einer kleinen Wimperfledermauskolonie von 10 adulten Tieren. Aufgrund der geringen Koloniegröße waren die Tiere nicht in der Lage, über Clusterbildung ihre Thermoregulation maßgeblich zu beeinflussen. Durch die Wahl von mindestens 25° C warmen Hangplätzen bestätigten die Tiere vorangegangene Untersuchungen. Nach den Ergebnissen von Zahn & Henatsch (1998) meidet *Myotis emarginatus* Dachstellen, die sich merklich über 30° C aufheizen.

Im Gegensatz dazu konnten in der vorliegenden Untersuchung jedoch wesentlich höhere mittlere Hangplatztemperaturen für die Wimperfledermaus ermittelt werden. Die mittleren Hangplatztemperaturen variierten von 14,9° C im halbunterirdischen Souville (F) bis 24,2° C in Acharting (A). Die ermittelten Tagesmaxima lagen hierbei, mit Ausnahme von Souville (20,7° C), allesamt über 30° C.

Trotz der hohen Hangplatztemperaturen (Folge der aussergewöhnlichen Witterungsverhältnisse von 2003) war die Jungenaufzucht in allen untersuchten Quartieren erfolgreich. Obwohl in einigen Quartieren ohnehin keine (kühleren) Hangplätze zur Verfügung standen und in anderen verfügbare, kühlere Hangplätze nicht genutzt wurden, ist es der Wimperfledermaus also durchaus möglich, sich auch bei höheren Hangplatztemperaturen erfolgreich fortzupflanzen.

Warum kann sich die Wimperfledermaus in Quartieren, die während der Reproduktionszeit extremen Temperaturmaxima von teilweise mehr als 40° C ausgesetzt sind (z.B. Platen (L), Etraye (F), Acharting (A)), genauso gut reproduzieren wie in eher kühlen, halbunterirdischen Quartieren (z.B. Tranchée des Baïonnettes oder Fort de Souville (beide F)) mit Temperaturmaxima, die nur halb so hoch sind? Wie lassen sich diese Gegensätze gerade an der Nordgrenze der Verbreitung einer thermophilen „mediterranen“ Art erklären?

Thermoregulation über Clusterbildung und Vergesellschaftung in halbunterirdischen Wochenstubenkolonien?

Fledermäuse können bei Außentemperaturen unterhalb der thermoneutralen Zone entscheiden, ob sie unter entsprechendem Energieverbrauch die Normtemperatur halten oder statt dessen die Körpertemperatur kontrolliert absenken und dadurch den Stoffwechsel mindern. Zum einen können sie in Torpor (Tageslethargie) übergehen, die Körpertemperatur wird dann im Torpor abgesenkt und etwa 5° C über der Umgebungstemperatur gehalten. Torpor ist also ein effizientes Instrument des Wärmehaushaltes, das die Fledermäuse gezielt einsetzen.

Zum anderen können arthropodenfressende Arten wie die Wimperfledermaus bei fallenden Außentemperaturen ihre Körpertemperatur bis auf 11° C absenken bzw. in Winterschlaf übergehen (Neuweiler 1993).

Diese Entscheidung wird sicher vom Nahrungsangebot und dem Reproduktionszustand abhängen:

In unseren Breiten kann ein mehrtägiger Kälteeinbruch im Sommer die Aufzucht der Jungen bedrohen, da nicht nur Energie für die Normthermie verbraucht wird, sondern gleichzeitig das Insektenangebot zurückgeht.

Trächtige Weibchen verschiedener Fledermausarten halten während der Gravidität ihre Körpertemperatur nämlich durchgehend auf einem hohen Niveau (Racey & Speaksman 1987). Auch wenn dies für die Wimperfledermaus im Speziellen nicht überprüft wurde, ist doch davon auszugehen, daß auch diese Art während der Graviditätsphase keinen Torporzustand einnimmt. *M. emarginatus* muß sich demnach energetisch im Frühjahr in einer durchaus prekären physiologischen „bottle-neck“ Situation befinden, je nach Witterungsbedingungen sowie gerade in halbhunterirdischen Quartieren (bei z.B. durchschnittlich 12,2° C Innentemperatur in Souville und 16,8° C in der Tranchée des Baïonnettes)

Nicht vergessen darf man in diesem Zusammenhang, daß es sich bei der Wimperfledermaus um eine ursprünglich troglophile Fledermausart handelt (Kepka 1961). Die quasi obligate Clusterbildung dieser Art unterstützt, zusammen mit der Beobachtung, daß es Mitte Mai in halbhunterirdischen Quartieren regelmäßig zu Massenansammlungen der Wimperfledermaus kommt, die These von der prekären physiologischen „bottle-neck“ Situation. So konnte am 12.Mai 2001 z.B. in der Tranchée des Baïonnettes ein Cluster mit ca. 3.000 (!) Wimperfledermäusen angetroffen werden, am 17.Mai 2002 ein Cluster mit immerhin noch mehr als 1.000 Tieren (T. & M. Gaillard, mündliche Mitteilung). Hier spielt auch die Vergesellschaftung mit anderen Fledermausarten (überwiegend Rhinolophiden) eine wichtige Rolle, die ebenfalls mikroklimatische Vorteile aus den gemeinsamen Hangplätzen ziehen dürften.

Schutz vor Überhitzung durch Verhaltensreaktionen - nur bedingt bei Wimperfledermäusen

Da die Fledermäuse aufgrund einer hohen Stoffwechselrate ständig relativ viel Wärme produzieren, können sie sich und ihre Jungen vor Überhitzung weniger gut schützen als vor Unterkühlung. Die meisten Mikrochiropteren vermeiden solche Situationen durch die Wahl von geeigneten Hangplätzen und den Wechsel an kühlere nahe der thermoneutralen Zone (= thermostabile Bedingungen).

Eine weitere Strategie zum Schutz vor Überhitzung wird z.B. beim Großen Mausohr beobachtet: ab einer Hangplatztemperatur von etwa 30° C vermeiden Mausohren Körperkontakt, indem sich die Hanggruppen auflösen (Heidinger et al. 1989).

Verhaltensreaktionen sind bei auch Mikrochiropteren der einfachste und wirksamste Schutz vor Überhitzung. Wimperfledermäuse nutzen jedoch nach den vorliegenden Ergebnissen diese Strategien zur Vermeidung von Überhitzung in einem wesentlich geringeren Maße als andere hausbewohnende Fledermausarten.

Fehlende Kotplätze in den ausgewählten WSK zeigen, daß bei der Wimperfledermaus kein häufiger Hangplatzwechsel stattfindet. Auch lösen die Wimperfledermäuse bei hohen Hangplatztemperaturen ihre Cluster nicht auf (eigene Beobachtungen). Ausführlicher wird auf das Verhalten am Hangplatz in Kapitel .3.6. eingegangen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß die Wimperfledermaus kaum Schutz vor Überhitzung entwickelt hat und im Gegensatz zu anderen hausbewohnenden Fledermäusen nur ein gering ausgeprägtes und wenig flexibles Vermeidungsverhalten aufweist.

So wurden 2003 in einigen Quartieren (Colpach-Bas, Lintgen) tote Jungtiere festgestellt. Die Jungenmortalität bei Wimperfledermauskolonien ist, im Gegensatz z.B. zum Großen Mausohr, in der Regel extrem niedrig, auch unter größeren Wochenstubenquartieren sind Todefälle überaus selten.

Im Herbst 2003 konnten alleine in Lintgen (Koloniegröße: 150 – 200 Individuen) fünf tote, diesjährig geborene Wimperfledermäuse gefunden werden. M. Gaillard (mündliche Mitteilung) machte in Lothringen die gleiche Beobachtung. Ursache sind wahrscheinlich die außergewöhnlich hohen Temperaturen.

Verlässt sich die Wimperfledermaus auf durch eigene Thermoregulation entstehende Wärme?

Wimperfledermäuse wählen im Quartier entweder Hangplätze, die an zwei oder drei Seiten von Holzstrukturen geschützt sind (53%), oder hängen frei an Balken (21%) oder Decke (16%). Geschützte Spaltenquartiere sind sehr selten und eine Ausnahme für die Art. Dies bedingt, daß Wimperfledermäuse unmittelbar den herrschenden Hangplatztemperaturen ausgesetzt sind. Falls die Kolonie in einem Cluster in einer durch Balken gebildeten Nische hängt, so profitieren die Tiere von der sich hier durch Eigenwärme bildenden Wärmeglocke.

Den vorliegenden Untersuchungen zufolge scheint *M. emarginatus* von vorneherein Hangplätze zu meiden, an denen eine zu starke Erwärmung erfolgen könnte. Hierin unterscheidet sie sich erheblich vom Großen Mausohr, welches ein flexibleres Hangplatzverhalten unter Nutzung des gesamten Quartiers aufweist. An der Nordgrenze ihres Verbreitungsgebietes zeigt die als thermophil einzustufende Wimperfledermaus eine hochgradig selektive Quartier- und Hangplatzwahl, bei der sie sich auf ihr eigenes Temperaturmanagement verläßt.

Man kann die Quartierwahl bei Wimperfledermäusen schematisch etwa so charakterisieren:

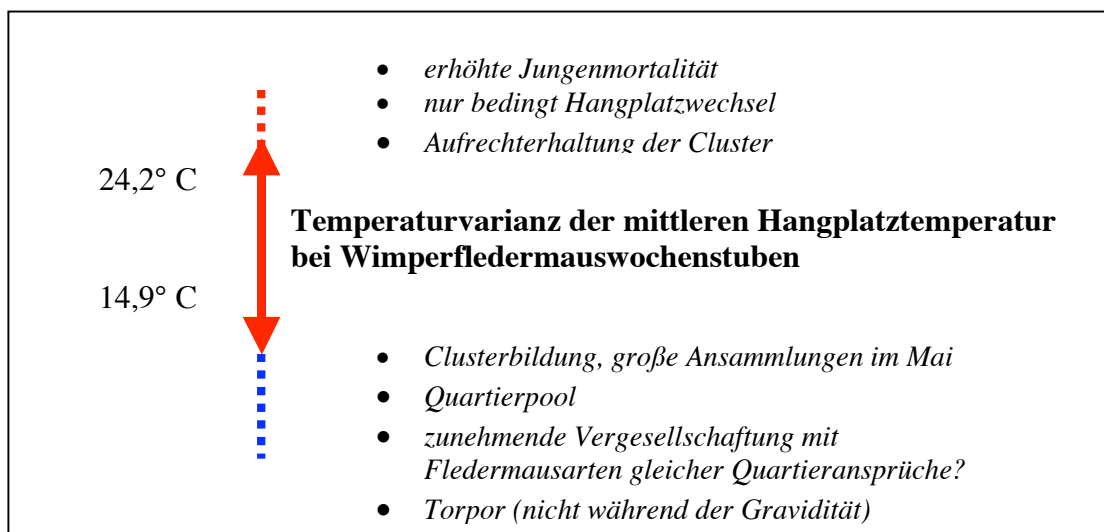


Abb. 35: Schema zur Temperaturpräferenz der Wimperfledermaus in ihren Wochenstubenkolonien, sowie Verhaltens- und Vermeidungsstrategien bei höheren und tieferen Hangplatztemperaturen.

Die Art ist, da sie auf die Strategie der eigenen Temperaturregulation setzt, auf eine hohe Pufferwirkung der Quartiere angewiesen. Während sie durch die Wahl von kühleren Hangplätzen schon bei der Koloniebildung eine mögliche Überhitzung zu vermeiden sucht, zeigt sie für diesen Temperaturbereich keine weiteren Vermeidungsstrategien wie vergleichbare hausbewohnende Arten (z.B. Großes Mausohr).

Suboptimale Quartiere werden mittels Clusterbildung, durch große Ansammlungen im Frühjahr und die Vergesellschaftung mit anderen Fledermausarten mit vergleichbaren Quartieransprüchen optimiert. Auch finden hier des öfteren Quartierwechsel statt, die einen Quartierpool in unmittelbarer Umgebung erfordern. Das zuletzt genannte Verhalten zeigen ebenfalls kleine Wimperfledermauskolonien von 5 bis etwa 35 Tieren, in denen nicht genug Artgenossen anwesend sind, um durch Zusammenschluß zu einer eigenen stabilen Thermoregulation fähig zu sein. Die von Zahn & Henatsch (1989) beobachtete Wimperfledermauskolonie mit nur zehn Weibchen wies demzufolge auch innerhalb des Quartiers einen für die Art eher untypischen häufigen Hangplatzwechsel auf.

Die Wimperfledermaus ist durch ihr Verhalten demnach wesentlich besser an suboptimale kältere Quartierbedingungen angepaßt als an die Gefahr zu hoher Hangplatztemperaturen. Dies ist möglicherweise ein Relikt einer ehemals troglomorphen Lebensweise und mag auch der Grund dafür sein, weshalb diese mediterrane Art ihre nördliche Verbreitung noch bis nach Luxemburg, Belgien und den Niederlanden, also in die kühleren Gegenden von Westeuropa, ausdehnen konnte.

3.5. Habitatanalysen

3.5.1. Einleitung

Bei der Wahl der Sommerquartiere spielt für Fledermäuse neben einem Quartier, das sich durch günstige Reproduktionseigenschaften auszeichnet, die Erreichbarkeit von Jagdhabitaten eine sehr wichtige Rolle.

Die von verschiedenen Autoren ermittelte Korrelation zwischen Fledermauswochenstubenquartieren und Lage von Jagdhabitaten war im Vergleich zu zufallsverteilten Fledermausquartieren stets positiv. Entwistle et al. (1997) konnten z.B. beim Braunen Langohr (*Plecotus auritus*) innerhalb eines 0,5 km-Radius um die WSK eine positive Korrelation zwischen der Lage der Wochenstubenquartiere und der Nähe zu Wald bzw. zu Wasser sowie zur Waldfläche nachweisen, immer im Vergleich zu zufallsverteilten Quartieren. Reiter (2002) konnte für die Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) in Österreich belegen, daß die Anwesenheit einer WSK sowohl an die verfügbare Waldfläche als auch an die geringe Distanz zu Waldgebieten in einem 2,5 km-Radius um die Kolonie gekoppelt ist. Er wies auch eine positive Korrelation zwischen Koloniegröße und Waldfläche im 2,5 km-Radius um die Wochenstubenkolonie nach.

Für die Wimperfledermaus liegen bislang sehr wenige Angaben zu Jagd- und nächtlichen Aufenthaltsgebieten vor. Erste Telemetrieversuche durch Krull (1988) sowie die Telemetrie von zehn Wimperfledermäusen in Süddeutschland durch Brinkmann et al. (2001) geben Aufschluß über die bevorzugten Jagdhabitats und den Jagdradius der Wimperfledermaus.



Abb. 36: Blick aus der Ausflugsöffnung der Wimperfledermauskolonie in Lintgen (L). Wichtig v.a. für gerade flügelgewordene Jungtiere sind unmittelbar in der Nähe zum Quartier liegende Jagdgebiete wie Hochstammobstbäume, Misch- und Laubwald.

Im folgenden Kapitel soll die Verfügbarkeit verschiedener Lebensräume um die bekannten Sommerkolonien von *Myotis emarginatus* untersucht und mit den vorliegenden Erkenntnissen verglichen werden. Kenntnisse über die Jagdhabitate einer Wimperfledermauskolonie sind eine wichtige Voraussetzung für den Schutz und Erhalt dieser bedrohten Fledermausart.

3.5.2. Material und Methoden

Für die 13 ausgewählten Wochenstubenkolonien (Kap. 3.1., S. 31) und die luxemburgischen Sommerkolonien (Tab. 3, S. 81) wurde zunächst die Höhenverteilung dargestellt. Anschließend wurde die Distanz der Quartiere zur nächsten Waldfläche beliebiger Größe, zur nächsten größeren Waldfläche > 5 ha und zur nächsten offenen Wasserfläche mittels GIS ermittelt.

Die Untersuchung verfügbarer Jagdgebiete um die Sommerkolonien der Wimperfledermaus beschränkte sich auf Luxemburg, da für die benachbarten Regionen keine digitale Kartengrundlage der natürlichen Lebensräume vorliegt.

Somit konnten auf der Basis der für Luxemburg bestehenden OBS-Karten (Cartes d'Occupation Biophysique des Sols, Ministère de l'Environnement) die vorhandenen Lebensräume in einem für Wimperfledermäuse relevanten Radius um die Sommerkolonien untersucht werden:

- in einem 0,5 km-Radius (= 78,49 ha) um die Sommerkolonien, da für die gerade flügge gewordenen juvenilen Wimperfledermäuse das Vorhandensein von Jagdgebieten in unmittelbarer Nähe des Quartiers von großer Bedeutung ist;
- in einem 4,5 km-Radius (= 6.357,54 ha) um die Sommerkolonien, da nach radiotelemetrischen Untersuchungen in Baden-Württemberg die ermittelten Jagdgebiete von neun Wimperfledermäusen innerhalb dieser Distanz zur Wochenstube lagen; nur ein Tier jagte bis zu 7,5 km vom Quartier entfernt (Brinkmann et al. 2001).

Als Beispiel wird eine OBS-Karte vom Lebensraum der Wochenstubenkolonie in Lintgen beigelegt.

Mit Hilfe der Software ARC/INFO (ESRI Inc.) und auf der Grundlage der digitalen OBS-Karten wurden die Flächen der verschiedenen Lebensräume errechnet, die innerhalb des vorgegebenen Radius liegen. Die Einteilung der Lebensräume erfolgte anhand standardisierter „CORINE - landcover“-Habitats, die zwecks Übersichtlichkeit zusammengefaßt wurden.

Die luxemburgischen Sommerkolonien wurden in folgende, an die Reproduktion gebundene Kategorien eingeteilt (nach Entwistle et al. 1997):

- A:** Wochenstubenkolonien („maternity roosts“)
- B:** Zeitweise besetzte (Wochenstuben)kolonien („occasional (maternity) roosts“)
- C:** Sommerkolonien unter 5 Individuen/ Reproduktion nicht nachgewiesen („< 5 individuals/reproduction not confirmed“)
- D:** Isolierte Individuen im Sommer („isolated individuals during summer“)

Tab. 3: Liste der aktuellen und historischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*) in Luxemburg, eingeteilt in Kategorien nach Entwistle et al. (1997).

Kat.	Quartier	Anz. ad. <i>M.emarg.</i>	x Koord.	y Koord.
A	Emerange (TC21)	92	088831	061288
A	Bech-Kleinmacher (TC21)	191	093638	066151
D	Wellenstein (TC21)	2	092566	065481
B	Colpach-Bas (TC12)	30	055322	091709
B	Platen (TC09)	27	063341	095372
A	Lintgen (TC13)	200	077169	087423
D	Rosport (TC11)	3	103782	096658
A	Moestroff ⁶⁾ * (TC10)	65	085087	103646
B	Bigelbach (TC10)	8	088547	102788
B	Mariental* (TC13)	35	072273	086134
B	Reichlange* (TC09)	10	062628	093190

Die radiotelemetrische Untersuchung an Wimperfledermäusen der Wochenstubenkolonie in Emerange brachte nicht die gewünschte Datengrundlage, da sich die luxemburgischen Wochenstubenkolonien aufgrund der aussergewöhnlichen Witterungsbedingungen des Sommers 2003 frühzeitig auflösten.

Nach dem Fang und der Besenderung von zwei Weibchen Anfang August in Emerange verschwanden die Tiere nach einigen Kreuzpeilungen aus der Reichweite der Sender. Diese Tiere tauchten innerhalb der Leistungsdauer der Batterie (21 Tage), wahrscheinlich aufgrund der bereits erfolgenden Auflösung der Wochenstubenkolonie, nicht mehr im Quartier auf. Eine Nachsuche in möglichen Ausweich- oder Zwischenquartieren in Siedlungen in einem 5 km-Radius blieb erfolglos und wurde nach über 500 km Suchstrecke abgebrochen.

⁶⁾ Bei den mit * markierten Kolonien handelt es sich um Quartiere, die entweder nicht mehr besetzt oder aber vor kurzem durch Renovierungsmaßnahmen zerstört wurden.

3.5.3. Ergebnisse

3.5.3.1. Höhenlage der Wimperfledermauskolonien

Die durchschnittliche Höhenverteilung aller untersuchten Wimperfledermauskolonien lag bei $279,3 \pm 86,3$ m ($n = 19$) über dem Meeresspiegel. Die niedrigst gelegene Kolonie war Bech-Kleinmacher (145 m), die höchst gelegene Acharting bei Salzburg (Österreich) mit 430 m.

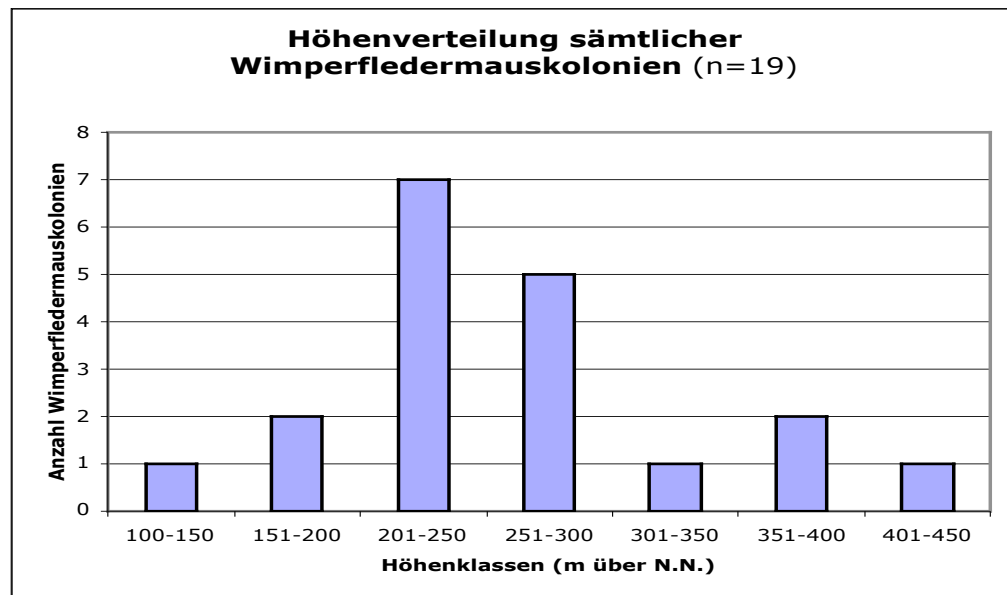


Abb. 37: Höhenverteilung aller in die Untersuchung einbezogener Wimperfledermauskolonien in Höhenklassen.

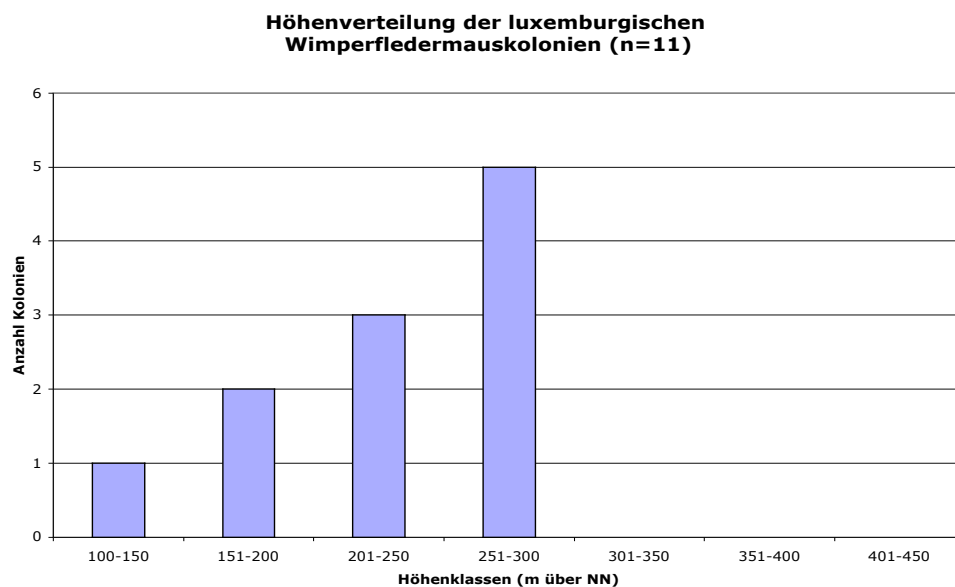


Abb. 38: Höhenverteilung der luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus in Höhenklassen.

Für Luxemburg wurde eine gemittelte Höhenlage von $227,6 \pm 47,0$ m ($n = 11$) festgestellt. Die höchst gelegene Wochenstubenkolonie befindet sich in Colpach-Bas bei 293 m, die Niedrigste mit 145 m über NN in Bech-Kleinmacher.

Bislang konnte für Luxemburg noch kein Reproduktionsnachweis über 300 Höhenmeter erbracht werden.

Sämtliche bekannten Wochenstubenkolonien liegen im Bereich von Flußläufen bzw. Tal- und Beckenlandschaften. Da Wimperfledermäuse, ähnlich wie alle anderen dachstuhl-bewohnenden Hausfledermäuse, auf geeignete Quartiere angewiesen sind, kann die Verbreitung auch die historische Besiedlung der Landschaft widerspiegeln. Denn genau wie der Mensch bevorzugen Fledermäuse sicherlich die klimabegünstigten Tallagen.

3.5.3.2. Entfernung der Kolonien zu ausgewählten Lebensräumen

Außerhalb der Siedlungsflächen jagen Wimperfledermäuse überwiegend in geschlossenen Lebensräumen, wobei mittels telemetrischer Untersuchungen überwiegend Waldgebiete als Jagdgebiete ausgemacht werden konnten (Krull 1988; Brinkmann et al. 2001).

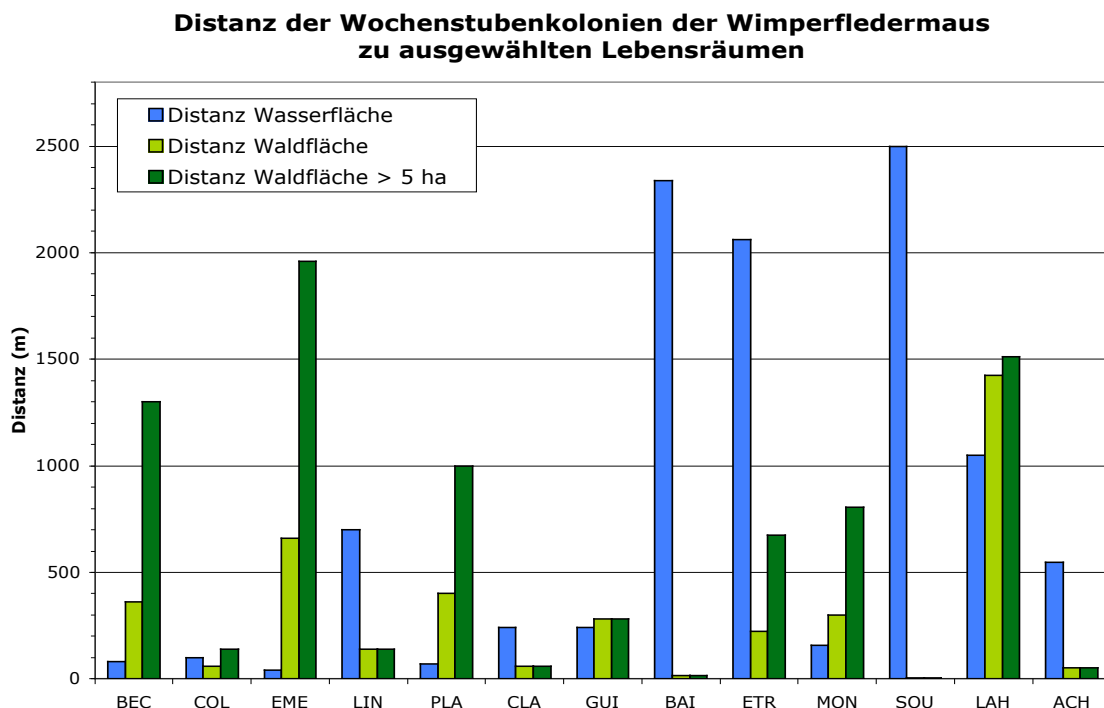


Abb. 39: Entfernung der 13 ausgewählten Wochenstubenkolonien zur nächsten Wasserfläche, zur nächsten Waldfläche und zur nächsten Waldfläche > 5 ha..

Wochenstubenkolonien der Wimperfledermaus liegen meist in unmittelbarer Nähe von Wäldern. Die ausgewählten Wochenstubenkolonien lagen im Schnitt 306 ± 386 m von der nächsten Waldfläche (beliebiger Größe) und 611 ± 658 m von einem Wald mit einer Fläche über 5 Hektar entfernt. Die größte Entfernung zum nächstgelegenen Wald betrug 1.425 m in Lahr (D), zu einer größeren Waldfläche > 5 ha waren es 1.960 m in Emerange (L). Das bedeutet, daß der nächstgelegene Wald bei der Mehrzahl der Kolonien höchstens 500 m entfernt ist, größere Waldflächen höchstens 1,5 km.

Die Distanzen zur nächstgelegenen Wasserfläche variieren sehr viel stärker, die größte Distanz betrug 2,5 km in Souville. Im Durchschnitt liegen Wochenstubenquartiere der Wimperfledermaus in 779 ± 919 m Distanz zu einer Wasserfläche (Bach, Fluß, Weiher o.ä.).

Im Durchschnitt liegen die luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus in 378 ± 442 m Distanz zur nächsten Wasserfläche, wobei die größte Distanz 1.280 m in Wellenstein betrug.

Im walddreichen Luxemburg liegen die Sommerkolonien der Wimperfledermaus immer in unmittelbarer Reichweite von Waldflächen. Im Schnitt betrug die Distanz zur nächstgelegenen Waldfläche nur 263 ± 201 m und zu einem Wald mit einer Fläche über 5 Hektar nur 545 ± 615 m. Von allen luxemburgischen Kolonien liegt die Kolonie in Emerange am weitesten vom Wald entfernt: 660 m zum nächstgelegenen Wald, 1.960 m zu einer größeren Waldfläche.

Entfernung der luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus zu ausgewählten Lebensräumen

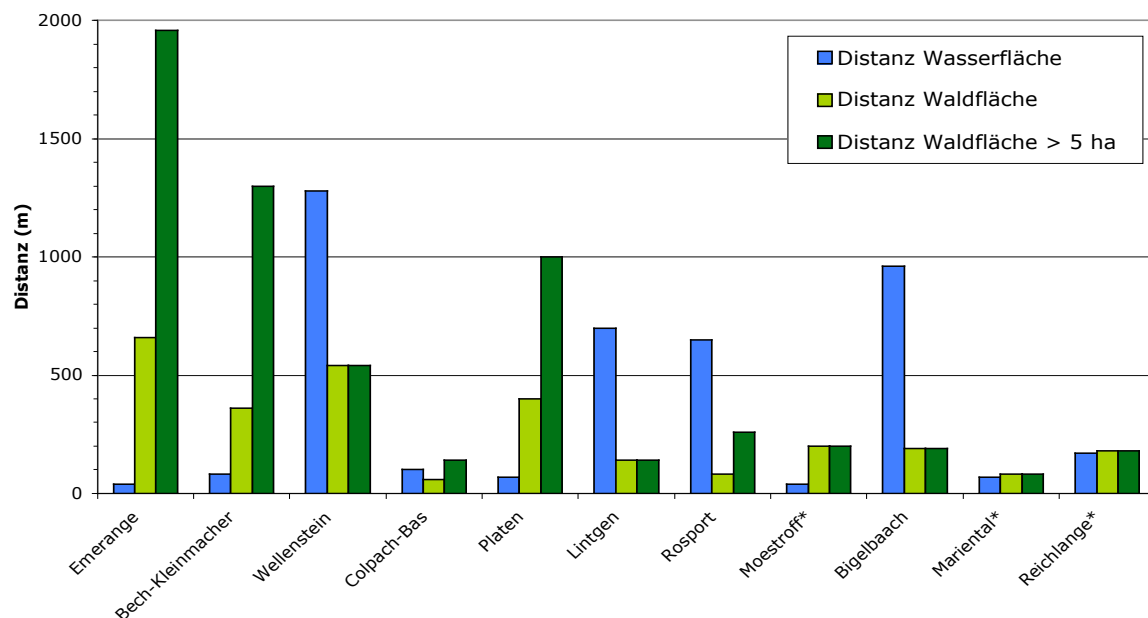


Abb. 40: Entfernung der luxemburgischen Sommerkolonien zur nächsten Wasserfläche, zur nächsten Waldfläche und zur nächsten Waldfläche > 5 ha..

3.5.3.3. Habitatanalyse luxemburgischer Sommerkolonien

Auf der Grundlage der digitalen OBS-Karten wurden die Flächen der natürlichen Lebensräume errechnet, die in 0,5 km- bzw. 4,5 km-Radius um die Sommerkolonien liegen. Um die Vorgehensweise zu veranschaulichen, wird stellvertretend für die luxemburgischen Kolonien eine solche OBS-Karte mit unterlegter Topographischer Karte 1:25.000 von der Wochenstubenkolonie in Lintgen dargestellt:

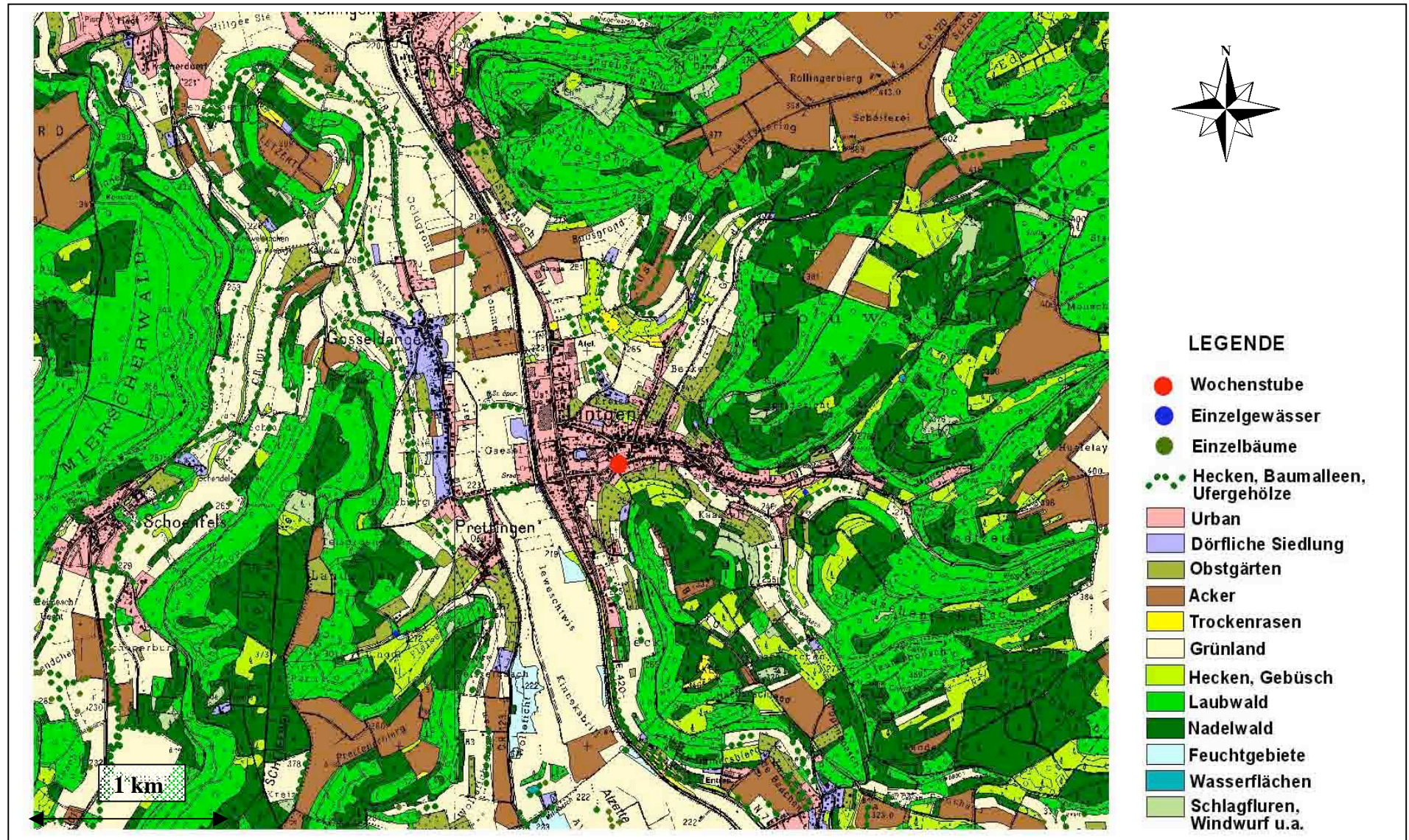


Abb. 41: Karte der Lebensräume um die Wochenstubenkolonie von *M. emarginatus* in Lintgen. (© Ministère de l'Environnement und Administration du Cadastre et de la Topographie).

Die luxemburgischen Wimperfledermauskolonien befinden sich alle innerhalb ländlicher Siedlungen. Dies ist insofern von Bedeutung, als sowohl die landwirtschaftlichen Strukturen, die traditionelle Landnutzung um die Dörfer, als auch die Viehhaltung eine für Wimperfledermäuse typische Jagdweise, z.B. innerhalb von Kuhställen, ermöglichen (Krull 1988; Brinkmann et al. 2001).

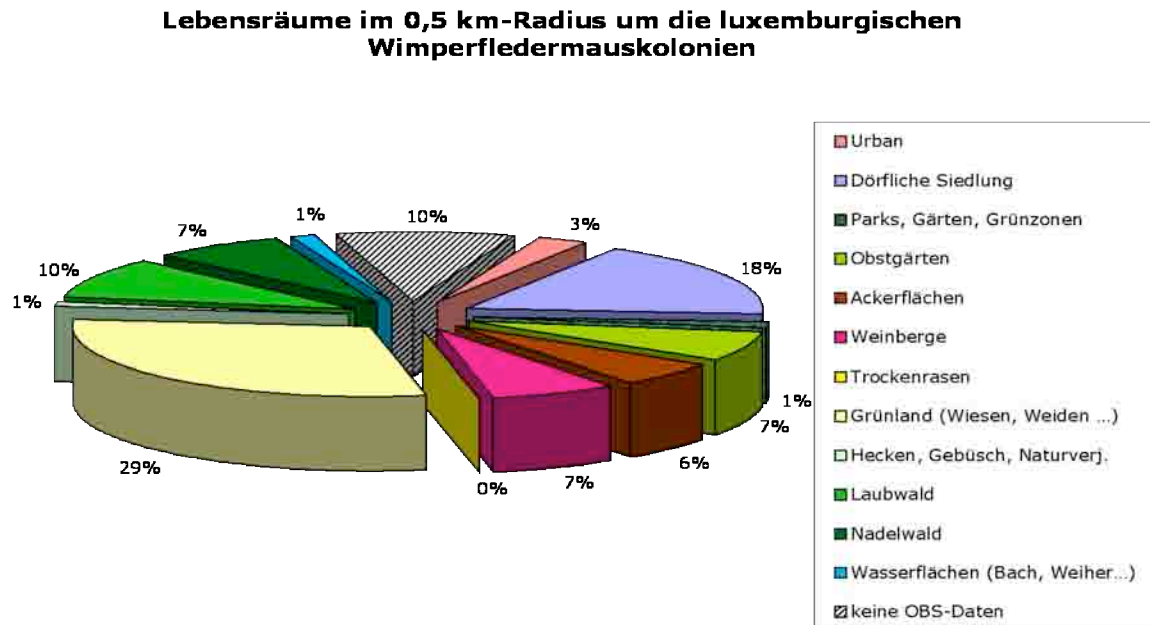


Abb. 42: Lebensräume in einem 0,5 km-Radius um die luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus.

Der Grad an dichter Urbanisierung ist in den Dörfern sehr gering, um die Kolonien findet sich eine leichte Bebauung mit vielen natürlichen Strukturen wie Hecken, Hochstammobstgärten usw. Aufgrund der geringen Distanz zur nächsten Waldfläche (siehe Abb. 40, S. 84) beträgt der Waldanteil innerhalb eines 0,5 km-Radius um die Wochenstubenkolonien immerhin 17 %. Dies ist sicherlich auch ein Resultat der kleinräumlichen Strukturierung im walddreichen Luxemburg.

Um die Ortschaften herum liegt erwartungsgemäß ein hoher Anteil an Grünland, während die für die Fledermäuse wenig attraktiven Ackerflächen nur einen geringen Anteil von 6 % ausmachen.

Dagegen sind Weinberge mit einem Anteil von 7 % sicherlich überrepräsentiert, was auf die in der Moselgegend gelegene Kolonie in Bech-Kleinmacher zurückzuführen ist. Wegen der grenznahen Lage verschiedener Kolonien ist auch der Anteil an Flächen ohne verfügbare OBS-Daten mit etwa 10 % relativ hoch.

Betrachtet man die verfügbaren Lebensräume in einem 4,5 km-Radius (Abb.43) um die untersuchten luxemburgischen Wochenstubenkolonien, relativiert sich der Anteil der Weinberge. Gleichzeitig erhöht sich durch die Erweiterung des Radius die Fläche jenseits der Landesgrenzen und damit der nicht erfaßte Lebensraumanteil. Die Landnutzung dürfte aber aufgrund gleicher geologischer und topologischer Strukturen im angrenzenden Ausland sehr ähnlich sein.

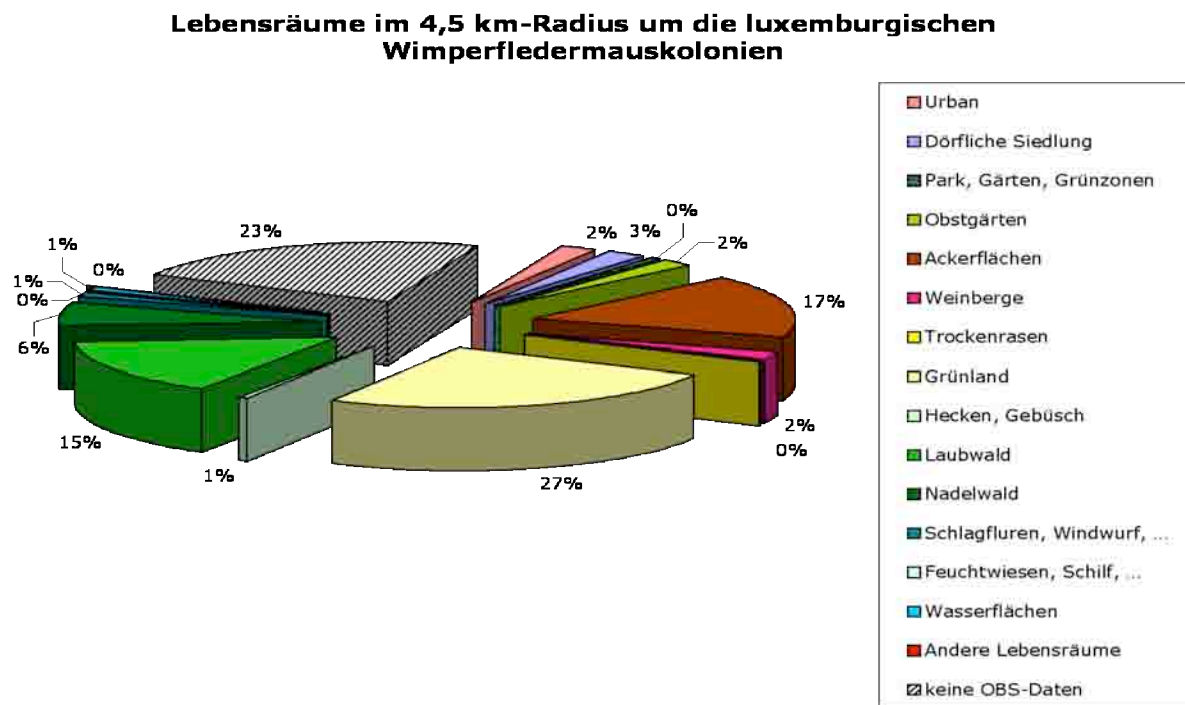


Abb. 43: Lebensräume in einem 4,5 km-Radius um die luxemburgischen Sommerkolonien der Wimperfledermaus.

Im 4,5 km-Radius tritt erwartungsgemäß der Siedlungsanteil in den Hintergrund, während der Waldanteil um die Kolonien sogar auf 21 % ansteigt, darunter 15 % Laubwaldanteil. Hier sind voraussichtlich auch die Hauptjagdgebiete der untersuchten Wochenstubenkolonien zu suchen.

Mit zunehmender Entfernung von den Siedlungen steigt der Anteil an artenarmen Ackerflächen auf über 17 %. Radiotelemetrische Studien haben gezeigt (Krull 1988; Brinkmann 2001), daß diese offenen Landschaftsanteile aufgrund fehlender natürlicher Strukturen, wie Hecken und Einzelbäume, von den Wimperfledermäusen nicht zur Jagd genutzt werden.

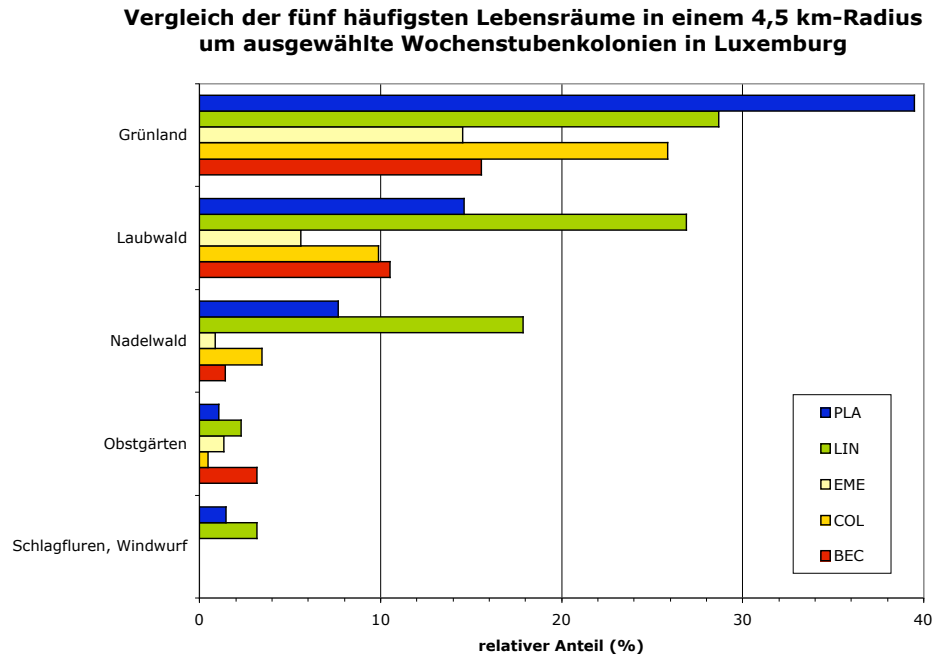


Abb. 44: Vergleich der fünf häufigsten Lebensräume in einem 4,5 km-Radius um ausgewählte luxemburgische Wochenstubenkolonien (Tab. 3; S. 81: WSK der Kategorie A und B) der Wimperfledermaus.

Der für die Wimperfledermäuse überaus wichtige Laubwald lag bei den fünf wichtigsten WSK Luxemburgs (Abb. 3, S. 81) zwischen einem Flächenanteil von 5,6 % (Emerange) und 26,9 % (Lintgen), mit einem Mittelwert von 13,5 %.



Abb. 45: Einbettung der Ortschaft Emerange (L) in eine naturnahe Landschaft. Der Dorfkern ist umgeben von Hochstammobstgärten und Bachgehölzen, in denen die Wimperfledermäuse bevorzugt jagen. Größere Waldflächen fehlen jedoch in der Umgebung dieser Wochenstubenkolonie.

3.5.4. Diskussion

Bis Mitte der 90er Jahre beschränkten sich die Kenntnisse über die Jagdgebiete der Wimperfledermaus auf die Erwähnung der direkten Quartierumgebung. Bauer (1957) beschreibt z.B. die Jagdgebiete einer Wochenstube in einem Schloß in Österreich als die „...engere und weitere Umgebung des Schloßchens, welche mit einem alten Park, einigen Teichen und kleinen Wasserläufen, Alleen und Wäldchen den Fledermäusen ideale Lebensbedingungen bietet“.

Gaisler (1971) schreibt ebenfalls der Wimperfledermaus fälschlicherweise eine „...geringe Raumaktivität“ zu. In dem von ihm untersuchten Schloß in Mittelmähren jagten die Wimperfledermäuse vorwiegend in der näheren Umgebung ihrer Sommerquartiere, meist in Parkanlagen, Laub- oder Mischwäldern und Karstgelände.

Erst die Miniaturisierung der Technik ermöglichte etwa ab 1985 die ersten radiotelemetrischen Untersuchungen an Mikrochiropteren wie der Wimperfledermaus, die zu neuen Erkenntnissen führte.

Nach telemetrischen Ergebnissen von Krull (1988) und Krull et al. (1989) bevorzugten die Wimperfledermäuse in der bayrischen WSK von Dettendorf drei verschiedene Flugrouten, die immer sehr nahe an dichter Vegetation entlangführten, bevor die Tiere in ihren Jagdgebieten verschwanden.

Die Jagdgebiete von vier telemetrierten Weibchen lagen überwiegend in Laub- und Nadelmischwäldern, die von Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) und Fichten (*Picea abies*) gebildet wurden. Auch Tanne (*Abies ssp.*), Bergahorn (*Acer pseudo-platanus*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Eiche (*Quercus ssp.*) waren vertreten. Hochwald ohne Unterholz wechselte mit Abschnitten mit teilweise sehr dichtem, krautigem Unterwuchs ab. Offene Flächen wurden lediglich von einem Tier kurzzeitig bejagt.

Jedes telemetrierte Tier hatte individuelle Jagdgebiete, die in aufeinanderfolgenden Nächten immer wieder aufgesucht wurden. Die maximale Entfernung der Jagdgebiete betrug 4 km.

Individuen konnten zwei Stunden nach dem Ausfliegen und kurz vor der Morgendämmerung in einem Areal von 0,5 km um den Tagesunterstand beobachtet werden. Futter-suchende Wimperfledermäuse wurden an verschiedenen Orten festgestellt: ein Obstgarten mit alten verwachsenen Bäumen und dichten Büschen, entlang einer Mauer, in einem niedrigen und engen Kuhstall, über einem Misthaufen, in und um Kronen einzelner Bäume und über Wasserflächen. Die Futtersuche wechselte ab zwischen Flugjagd in etwa ein bis vier Meter Höhe über dem Boden, wo ständig Insekten gefangen wurden, und dem Ablesen von Insekten von Blättern und gelegentlich von Mauern.

Brinkmann et al. (2001) untersuchte die Jagdgebiete der Freiburger (D) Wochenstubenkolonie, indem er acht Weibchen und zwei Männchen im Juni und Juli 2001 telemetrierte.

Er konnte die Jagdgebiete der Wimperfledermaus in vier Kategorien einteilen:

- Alleen, Gärten, Parks und Grünflächen innerhalb der Besiedlung;
- Extensiv genutzte Hochstammobstgärten, Bachgehölze und Hecken;
- Wälder (trockenwarme Eichenwälder, Buchenforste sowie Mischwälder);
- Kuhställe (Milchviehhaltung oder Bullenmast).

Die Raumnutzung zeigte für die verschiedenen Geschlechter unterschiedliche Ergebnisse: während Weibchen vorrangig in Kuhställen jagten, hielten sich Männchen überwiegend in Waldgebieten auf.

Vor allem die telemetrierten trächtigen und laktierenden Weibchen hielten sich bei ihrer Jagd nach Brachyceren (Diptera) am häufigsten und am längsten in Kuhställen auf. Nach dem Ausflug jagten die Tiere nur kurzzeitig im direkten Umfeld des Wochenstubenquartiers, um dann gezielt Kuhställe anzufliegen. Von hier aus wurden lediglich kleinere Ausflüge in die umliegenden Obstwiesen oder seltener in den nahe liegenden Wald unternommen.

Meist wurden in einer Nacht mehrere kleinflächige Jagdgebiete in Folge aufgesucht (alle Angaben: Brinkmann et al. 2001).

R. Huet (2004; persönliche Mitteilung) hat in den Jahren 2000 bis 2002 durch radiotelemetrische Untersuchungen die Jagdgebiete von zwei Männchen und drei nichtlaktierenden Weibchen der Wimperfledermaus im Département Cher (F) untersucht.

Er fand eine mittlere Jagdaktivität der Tiere von etwa 6 Stunden pro Nacht, in der sie nacheinander mindestens drei bis vier verschiedene Jagdgebiete anflogen und über unterschiedlich lange Zeitabschnitte jagten.

Es wurden zuerst Gärten, Hochstammobstgärten und Ufergehölze bejagt, um dann in kleinere Waldparzellen inmitten intensiver Ackerflächen zu wechseln. Einzelne Tiere verschwanden anschließend in großen Waldmassiven. Innerhalb der Wälder werden Waldwege, Lichtungen und auch der Baumkronenbereich systematisch durch Hin- und Herflüge intensiv abgesucht.

Die ermittelte Distanz zur Wochenstubenkolonie betrug zwischen 1 und 7 km (mit einem Maximum von 12 km Entfernung). Diese großen Distanzen lassen sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß die telemetrierten Tiere nicht direkt an der Jungenaufzucht beteiligt waren.

Auch wenn in der Umgebung der meisten luxemburgischen Wochenstubenkolonien Wiesen und Weiden überwiegen, stellen doch die Laubwälder einen hohen Anteil an potentiellen Jagdgebieten dar. Den höchsten Laubwaldanteil in einem 4,5 km-Radius weist Lintgen (26,9 %) als größte luxemburgische Wochenstubenkolonie auf (siehe Abb. 44, S. 89). Der geringste Laubwaldanteil ist mit lediglich 5,6 % in Emerange zu finden. Die wenigen Kreuzpeilungen eines hier am 9. August 2003 besenderten Weibchens beschränken sich allesamt auf die bachbegleitende Gehölzvegetation der Gander. Der Kontakt zu dem Tier brach bereits 23 Minuten nach der Freilassung, um 22.28 Uhr ab, wobei das Tier in Richtung Frankreich verschwand.

Wahrscheinlich jagte das Tier in dieser und den darauffolgenden Nächten in den ausgedehnten Wäldern bei Cattenom (6,5 km), im Forêt de Zoufftgen (9 km) oder im Forêt de Soetrich (10 km). Eine Kontrolle am folgenden Tag in Emerange zeigte, daß das Quartier bereits verwaist war. Für das Weibchen bestand also keine soziale Notwendigkeit mehr, zum Quartier oder in dessen Nähe zurückzukehren!

Nadel-Mischwald (Buchen-Douglasienmischwald) wird von Wimperfledermäusen durchaus bejagt, wie Brinkmann et al. (2001) durch Untersuchungen belegen konnten. Der Fund von vereinzelt Kiefernadeln auf den Kothaufen unter den Wimperfledermauskolonien in Colpach-Bas und Bech-Kleinmacher belegt, daß auch in Luxemburg Kiefernwälder als Jagdgebiete genutzt werden. In welchem Maß sie bejagt werden, müssen weiterführende telemetrische Untersuchungen erweisen.

Hochstammobstgärten machen etwa 7 % der potentiellen Jagdhabitate in einem 0,5 km-Radius und 0,4 bis 3,5 % der Lebensräume in einem 4,5 km-Radius um die Wochenstubenkolonien aus. Am geringsten war mit 0,46 % der Obstbaumbestand um Colpach-Bas, doch stellen hier parkähnliche Landschaften ein Ersatzjagdbiotop dar.

Die in Frankreich telemetrierten Wimperfledermäuse scheinen Unterstände und Ställe nicht als Jagdgebiet zu nutzen (R. Huet 2004, persönliche Mitteilung). Dies ist um so erstaunlicher, da aus Luxemburg Beobachtungen von in Gebäuden jagenden Wimperfledermäusen vorliegen. Beispielsweise in Emerange (L) berichtete der Quartierbesitzer von regelmäßigen Jagdflügen der Fledermäuse in seinem Pferdestall.

Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang Beobachtungen des Autors aus Bech-Kleinmacher (L), wo es aufgrund des Strukturwandels im Dorf keine Viehhaltung mehr gibt. Hier konnten Wimperfledermäuse (Artbestimmung mittels Detektor) beobachtet werden, wie sie in dem von Krull (1988) beschriebenen typischen Pendelflug Insekten in geöffneten Autogaragen und Balkonüberständen von der Decke sammelten.

Demnach scheint die Wimperfledermaus eine arttypische Jagdweise innerhalb menschlicher Behausungen entwickelt zu haben. Dies bedeutet für den Schutz der Tiere, daß in Dörfern die Ställe, Scheunen usw. einen, besser aber mehrere freie Einflüge in den Sommermonaten aufweisen sollten.

Inwiefern heute die chemische Bekämpfung von Dipteren in Viehställen zum Rückgang dieser bedrohten Fledermausart beiträgt, läßt sich indes nur schwer abschätzen.

3.6. Untersuchungen zum Hangplatz- und Ausflugverhalten

3.6.1. Einleitung

Ethologische Studien an Fledermäusen sind nur schwer durchführbar, da sich die Tiere aufgrund ihrer versteckten und nächtlichen Lebensweise oft einer direkten Beobachtung entziehen. Neben der Zählung des nächtlichen Aus- und Einflugverhaltens bieten Infrarot-Videokameras die Möglichkeit, das Verhalten in der Wochenstube zu dokumentieren, ohne die bedrohten Tiere zu stören.

3.6.2. Material und Methode

Die Ausflugbeobachtungen erfolgten visuell, da das Vorhandensein von zwei verschiedenen Fledermausarten im Quartier den Einsatz z.B. einer Lichtschranke (Brinkmann et al. 2001) unmöglich machte. Die Ausflugzählungen erfolgten über einen handelsüblichen Handzähler, wobei die beiden ausfliegenden Arten mittels Ultraschalldetektor (D200 Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Schweden) diskriminiert wurden. Der Ausflug wurde als beendet angesehen, wenn nach fünf Minuten kein weiteres Tier ausgeflogen war.

Zur Beobachtung des Hangplatzverhaltens wurden zwei Infrarot (IR)-Videokameras in der Wochenstube installiert. Die Nutzung der IR-Technik ermöglichte es, die Tiere ohne zusätzliche Ausleuchtung zu beobachten. Dabei zeigte sich, daß die CMOS Kamera mit 6 IR-LEDs (Fa. Velleman) ohne weitere Ausleuchtung keine brauchbaren Bilder lieferte. Daher wurde im Folgenden ein hochauflösendes Modell (AVC667P/F40 mit 12 IR-LEDs (Fa. AV Tech Corp.)) verwendet. Das aufgenommene Videosignal wurde über einen Apple PPC Rechner mittels der Software BTVPro in dem eingestellten Zeitabschnitt von 30 Minuten gespeichert. Die so aufgezeichneten „snapshot“-Bilder wurden von dem Programm mit einem Datum- und Zeitstempel versehen, so daß die Aufnahmen später z.B. synchron mit den aufgezeichneten Temperaturmessungen ausgewertet werden konnten.

Bedingt durch die technische Ausstattung wurden ausschließlich Vorgänge auf dem Haupthangplatz dokumentiert. Es können daher keine Aussagen darüber getroffen werden, wo sich die Tiere aufhalten, wenn diese Stelle verwaist ist.

Die Schärfe der Aufnahmen erlaubte ebenfalls weder detaillierte Verhaltensbeobachtungen noch eine genaue Zählung der anwesenden Tiere. Wegen Verschmutzung durch herabfallenden Fledermauskot wurde die Kamera im Juni umgehängt, so daß der Hangplatz nicht mehr von unten, sondern seitlich gefilmt wurde.

Bei der Auswertung wurde zunächst festgestellt, ob die anwesenden Tiere Cluster (gebündelte Hanggruppen) bildeten oder einzeln hingen. Dabei fiel auf, daß Vorhandensein und Größe der Cluster einer Tagescharakteristik unterlagen.

Um diese Charakteristik darstellen zu können, wurde die Clustergröße geschätzt und einer der sechs nachfolgenden Größenklassen zugeordnet:

Größenklasse 0 : keine Tiere am Haupthangplatz

1 : ≤ 10 Einzeltiere, getrennt hängend

2 : ≤ 10 Tiere, kleiner Cluster

3 : 10 – 50 Tiere, mittelgroßer Cluster

4 : 50 – 100 Tiere, mittel- bis großer Cluster

5 : ≥ 100 Tiere, großer Cluster

6 : maximale Clustergröße, Hangplatz vollständig belegt

Anschließend wurden die Größenklassen gegen die Zeit (2 Bilder pro Stunde) aufgetragen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde statt eines Zeitraums von 24 Stunden ein Zeitraum von 36 Stunden gewählt. Um festzustellen, ob eine Temperaturabhängigkeit besteht, wurde zum Vergleich der Tagesgang der Temperatur herangezogen.



Abb. 46: Aufnahme am 20. Juni 2003 um 15:22 Uhr (MESZ). Die Kolonie, zu diesem Zeitpunkt etwa 180 adulte Wimperfledermäuse, hängt in einem länglichen Cluster am Haupthangplatz. Unten rechts: Der verkleinerte Ausschnitt zeigt um 23:22 Uhr ca. 38 nur wenige Tage alte am Hangplatz zurückbleibende Jungtiere.

Da diese IR-Videoaufnahmen als Voruntersuchung zu einer umfangreicheren ethologischen Studie der Wimperfledermaus angelegt waren, wurden aus dem vorhandenen Filmmaterial exemplarisch drei Tage ausgewertet:

Der 20./21. Juli war der heißeste Tag von allen Tagen im Juli, von denen Hangplatztemperaturen vorlagen. Der 23./24. Juli ist ein Beispiel für einen durchschnittlich warmen Sommertag, der 2./3. September für einen kühleren Herbsttag während der Auflösungsphase der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher.

3.6.3. Ergebnisse

3.6.3.1. Durch IR-Videoaufnahmen ermitteltes Hangverhalten

Bei der Durchsicht der IR-Videoaufnahmen zeigte sich, daß die Wimperfledermäuse am Haupthangplatz in der Regel Cluster bilden. Diese variieren in der Dichte, was jedoch aufgrund des Aufnahmewinkels nicht immer quantifizierbar war. Auch bei den Clustern gibt es Tiere, die sich zeitweise absondern, d.h. ohne Körperkontakt hängen. Aber getrennt voneinander hängende Einzeltiere finden sich nur bei Individuenzahlen bis etwa zehn.

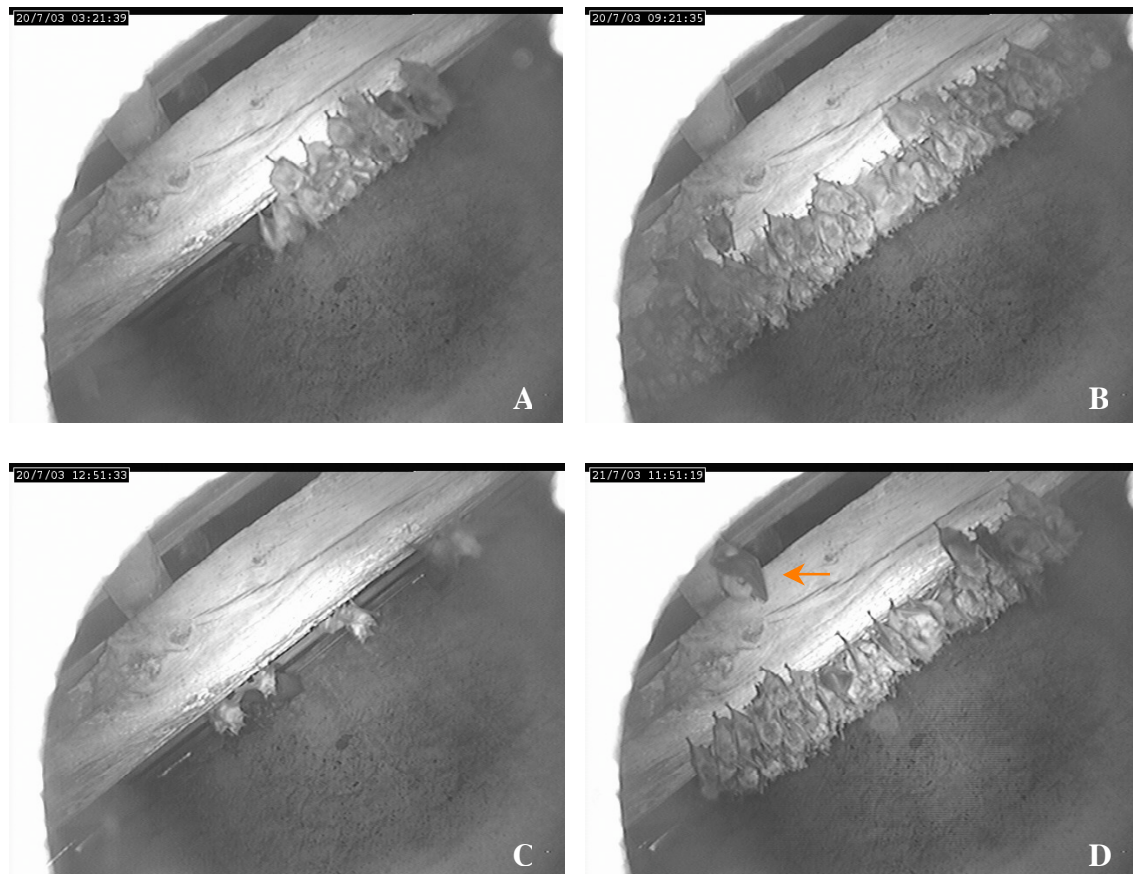


Abb. 47: IR-Videoaufnahmen am Haupthangplatz des Wimperfledermausquartiers in Bech-Kleinmacher zu unterschiedlichen Zeitpunkten am 20./21. Juli 2003. **A** = 3:21 Uhr (20.07.), mittelgroßer Cluster der Größenklasse 3. **B** = 9:21 Uhr (20.07.), maximale Clustergröße der Größenklasse 6. **C** = 12:51 Uhr (20.07.), Größenklasse 1: neun getrennt hängende Wimperfledermäuse, davon sieben Jungtiere in der Bildmitte. **D** = 11:51 Uhr (21.07.), mittel- bis großer Cluster der Größenklasse 4. Am Rand des Haupthangplatzes ist eine Große Hufeisennase zu erkennen (Pfeil).

Nachfolgend sind die Ergebnisse der drei ausgewerteten Tage vergleichend dargestellt:

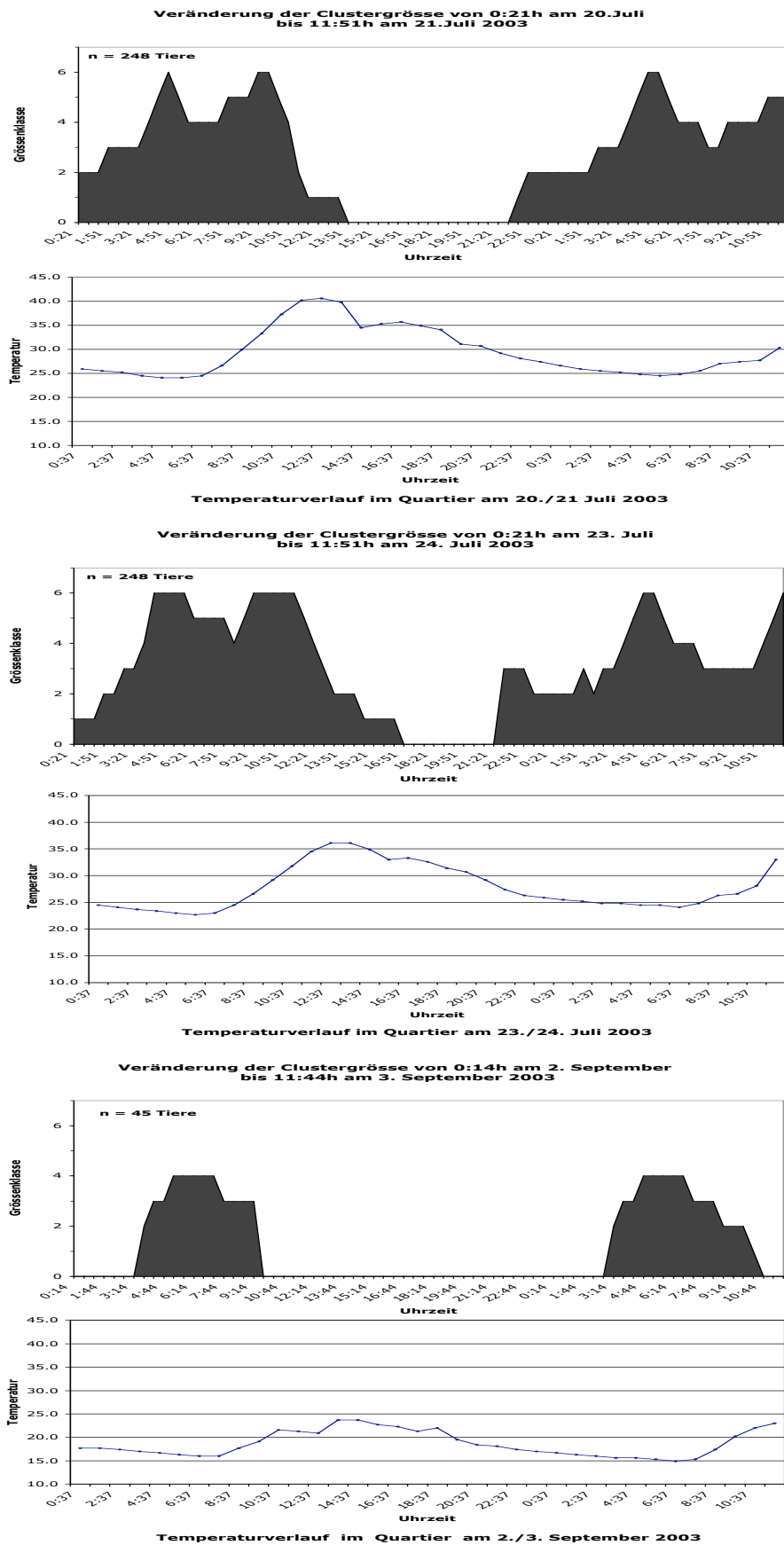


Abb. 48.1-3: Anwesenheit der Wimperfledermäuse am Haupthangplatz im Tagesverlauf am 20./21.; 23./24. Juli sowie am 2./3. September 2003 (jeweils obere Grafik) im Vergleich zu den Hangplatztemperaturen (untere Grafik).

Aufgrund der außergewöhnlichen Klimaverhältnisse im Sommerhalbjahr 2003 (Kapitel 2.3., S. 29) zeigten die Wimperfledermäuse an ihrem Haupthangplatz ein im Vergleich zu den Vorjahren verändertes Hangverhalten.

Während in den vorhergehenden Jahren der Haupthangplatz lediglich an wenigen ungewöhnlich warmen Sommertagen tagsüber kurzzeitig verlassen wurde, konnte dieses Verhalten in diesem Sommer praktisch während der ganzen Monate Juli und August und z.T. noch im September beobachtet werden.

Am 20./21. Juli (Abb. 48.1.) versammelten sich sämtliche Wimperfledermäuse (ca. 248 Tiere, ad. + juv.) in einem Cluster am Hangplatz, sobald die Hangplatztemperaturen unter 25° C fielen. Die maximale Anzahl an Tieren am Haupthangplatz war nach dem Einflug der Tiere zwischen 4:30 und 5:00 Uhr zu verzeichnen.

Obwohl ab diesem Zeitpunkt bis etwa 7:00 Uhr die kühlestes Hangplatztemperaturen herrschten, wanderte sogleich ein Teil der Tiere (auf Nebenhangplätze) ab. Während die Morgensonne das Blechdach und damit das Quartier langsam aufheizte, sammelte sich die Kolonie erneut zu einem großen Cluster am Haupthangplatz.

Anschließend, mit Überschreiten der Hangplatztemperatur von 35° C gegen 10:00 Uhr, begann die Auflösung des Clusters, immer mehr Wimperfledermäuse hängten sich um. Als die Hangplatztemperatur 40° C überstieg (ca. 11:00 Uhr), blieben kurzfristig nur noch sieben einzeln hängende Jungtiere sowie zwei Alttiere (Abb. 47.C.) am Haupthangplatz. Der Haupthangplatz war dann ab 13:51 Uhr bis kurz vor dem abendlichen Ausflug (etwa 21:50 Uhr) verwaist.

Am 23./24. Juli (Abb. 48.2.) zeigte das Verhalten der *M. emarginatus*-Kolonie eine ähnliche Charakteristik. Wiederum versammelten sich in den kühlen Morgenstunden, als die Hangplatztemperatur kurzzeitig unter 25° C sank, nach dem morgendlichen Einflug alle Tiere am Haupthangplatz in einem großen Cluster. An diesem Tag wurden die extrem hohen Hangplatztemperaturen von über 40 °C nicht mehr erreicht, und der Cluster am Haupthangplatz löste sich später (ca. 11:30 Uhr) und langsamer auf, bei einer Temperatur ab etwa 33°C. Wie am 20./21. Juli waren während der heißesten Zeit des Tages nur noch maximal zehn Tiere, überwiegend Jungtiere, am Hangplatz. Erst bei fallenden Temperaturen sammelten sich bis zum abendlichen Ausflug wieder Tiere zu einem Cluster am Haupthangplatz.

Für den 2./3. September (Abb. 48.3.) erscheint interessant, daß die verbleibenden 45 Tiere im Quartier das gleiche Hangverhalten beibehielten, sich immer während des nächtlichen bzw. frühmorgendlichen Temperaturtiefs am Haupthangplatz zu versammeln. Obwohl die Hangplatztemperatur während des Tages 25° C nicht mehr erreichte, kehrten die Tiere nicht einmal mehr vor dem abendlichen Ausflug an den Haupthangplatz zurück. Lediglich in den kühlen Morgenstunden, bei Hangplatztemperaturen um 15° C, hing die Kolonie, die zu diesem Zeitpunkt überwiegend aus Jungtieren bestand, wieder geclustert an ihrem angestammten Haupthangplatz.

3.6.3.2. Aus- und Einflugverhalten der Kolonie in Bech-Kleinmacher

Zur Darstellung des Aus- und Einflugverhaltens wurde die Summe der Ausflüge in der i-ten Minute nach Sonnenuntergang in N Nächten gebildet und gegen die Zeit in Minuten nach Sonnenuntergang aufgetragen (WOLZ 1992).

$$Z_A(t_i) = \sum_{k=1}^N S_k(t_i)$$

$Z_A(t_i)$: Summe der Ausflüge in der i-ten Minute nach Sonnenuntergang in N Nächten

$S_k(t_i)$: Ausflüge in der i-ten Minute nach Sonnenuntergang in der k-ten Nacht

Der Beginn des Ausfluges der Wimperfledermäuse fand im Durchschnitt relativ spät und bei Dunkelheit, etwa 35 Minuten nach Sonnenuntergang, statt (zum Vergleich: die Große Hufeisennase begann bereits 11 Minuten nach Sonnenuntergang mit dem Ausflug). Der Ausflug der Wimperfledermäuse in Bech-Kleinmacher zog sich im Durchschnitt von etwa 35 Minuten bis 58 Minuten nach Sonnenuntergang hin, mit einer durchschnittlichen Dauer von etwa 23 Minuten.

Gerade bei der Wimperfledermaus verblieb jedoch oft eine Gruppe von 35 bis 40 Tieren im Quartier, die wesentlich später ausflogen. Eine Rückkontrolle im Quartier ist bei Bestandszählungen und Monitoring demnach unabdingbar.

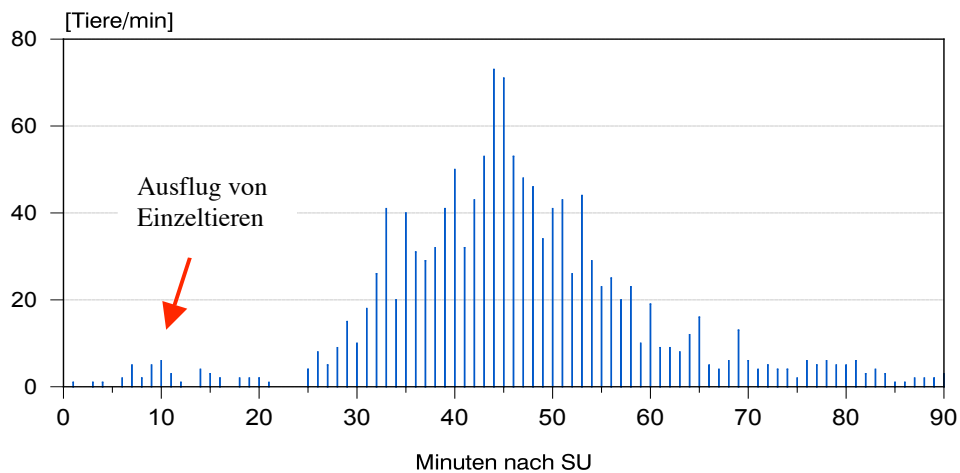


Abb. 49: Abendliche Ausflugzählung der Wimperfledermaus in der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher (n = 32 Nächte; Pir 1994). (SU = Sonnenuntergang)

Bemerkenswert bei Ausflugzählungen anderer Wimperfledermauskolonien (z.B. Emerange, Tranchée des Baïonnettes) war, daß bereits eine halbe Stunde vor dem eigentlichen Ausflugbeginn und oft noch bei Taghelle einzelne Wimperfledermäuse entweder in das Quartier einflogen oder die Wochenstubenkolonie verließen. Dieses Verhalten konnte bislang bei keiner anderen Fledermausart beobachtet werden.

Der Einflug am frühen Morgen unterschied sich wesentlich von dem eben geschilderten Ausflugverhalten.

Der Einflug erfolgte nicht nach einer normalen Häufigkeitsverteilung wie bei der Großen Hufeisennase, sondern die heimkehrenden Wimperfledermäuse ‘tropften’ etwa 93 bis 56 Minuten vor Sonnenaufgang (Dauer des Einflugs = 34 Minuten) in das Wochenstubenquartier zurück. (Zum Vergleich: die Großen Hufeisennasen kehrten zwischen 54 Minuten und 27 Minuten vor Sonnenaufgang, also in einem Zeitraum von 27 Minuten ins WSQ zurück).

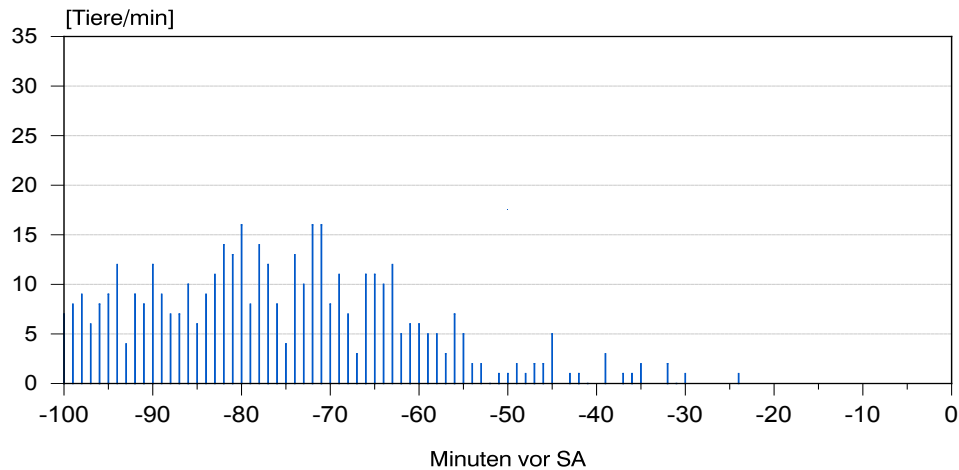


Abb. 50: Morgendliche Einflugzählung der Wimperfledermaus aus der Wochenstubenkolonie in Bech-Kleinmacher (Pir 1994). (SA = Sonnenaufgang)

Da der Ausflug der Wimperfledermaus erst ca. 35 Minuten nach Sonnenuntergang begann und bereits 56 Minuten vor Sonnenaufgang beendet war, ist die durchschnittliche potentielle Jagdzeit um 53 Minuten pro Nacht kürzer als für *R. ferrumequinum* oder andere früh ausfliegende Fledermausarten.

3.6.4. Diskussion

Hangplatzverhalten

Auch wenn die Technik und die Abstimmung der IR-Aufnahmen noch zu verbessern sind, so sind die Ergebnisse der Hangplatzstudie doch interessant, da sie das Verhalten der untersuchten Fledermausart bei verschiedenen Temperaturen dokumentieren und die hieraus gewonnenen Erkenntnisse komplementär zu den Ergebnissen des Kapitels 3.4. „Temperaturansprüche der Wimperfledermaus an ihre Wochenstubenquartiere“ sind.

Die von Harmata (1969; 1973) ermittelte Temperaturhangpräferenz der Wimperfledermaus unter Laborbedingungen lag zwischen 23° und 33° C mit einem Optimum bei 24° C. Diese Werte sowie die unter Feldbedingungen gemessenen Werte zwischen 20° und 25° C können zumindest zu einem großen Teil bestätigt werden. Der seit der Koloniegründung 1985 genutzte Haupthangplatz wurde an den ausgewerteten Tagen in einem Temperaturbereich von 25° C bis zu einer Obergrenze von 33° bis 35° C von der Mehrheit der Wimperfledermäuse aktiv aufgesucht und bei Überschreitung dieser Grenze wieder verlassen. Dies kommt den von Zahn & Henatsch (1998) bei zwei Wimperfledermausweibchen gemessenen maximalen Hangplatztemperaturen von 37,8° und 39,3° C sehr nahe. Ihren Angaben zufolge nutzten die Wimperfledermäuse der untersuchten oberbayrischen Kolonie anschließend nie wieder Hangplätze mit Temperaturen über 30° C. Dies stimmt mit dem Verhalten der luxemburgischen Wochenstubenkolonie nicht überein, da die Tiere ihren Haupthangplatz, wie bereits erwähnt, erst ab 33° bis 35° C massiv verliessen.

Es sind häufig die juvenilen Fledermäuse, die an dem überhitzten Hangplatz (> 40°C) verbleiben (siehe Abb. 47.C, Seite 95). Da sie oft noch nicht flugfähig sind, sind sie auf Gedeih und Verderb darauf angewiesen, von ihrer Mutter abgeholt zu werden.



Abb. 51: Mumifizierte, juvenile Wimperfledermaus (ca. 18-20 Tage alt) auf dem Kothaufen unter der Wochenstubenkolonie in Lintgen (L). Möglicherweise sind die fünf im September unter der Kolonie gefundenen toten Jungtiere ein Opfer des extrem warmen Sommers 2003.

Bei den im Spätsommer (2./3. September) noch im Quartier anwesenden Tieren handelt es sich überwiegend um Jungtiere (siehe Kapitel 3.2.3.3., S. 40). Unklar ist, weshalb die etwa 45 diesjährigen Wimperfledermäuse noch im Herbst, trotz der relativ niedrigen Temperaturen (ca. 20° C) ab 9:30 Uhr einen Hangplatzwechsel durchführten. Indem sie sich tagsüber nicht am Haupthangplatz, also an ihrer thermoneutralen Zone befanden, „verpaßten“ sie die Möglichkeit, durch Hangplatzwahl während des Tages Energie zu sparen. Dies ist insofern erstaunlich, da die Fledermäuse während dieser Zeit, um sich Fettreserven für den bevorstehenden Winterschlaf anzufressen, Energie sparen müssen!

Ob oder wie es zur Übertragung von Informationen und Wissen über Verhaltensmuster, Quartierwahl und Jagdgebiete innerhalb der matrilinealen Wochenstubenverbände (die Wimperfledermausweibchen kehren gewöhnlich in die Wochenstubenkolonie zurück, in der sie geboren wurden) kommt, ist bislang nicht geklärt. Erste Untersuchungen bei anderen Fledermausarten, z.B. *R. ferrumequinum* und *M. bechsteinii*, weisen darauf hin, daß es bei koloniebildenden Arten zu einem solchen Informationsaustausch kommt. So überschneiden sich die nächtlichen Jagdgebiete und Nachtquartiere von Großen Hufeisennasenweibchen und deren durch DNS-Analyse ermittelten älteren Töchtern signifikant, wie in einer Studie in Großbritannien durch Rossiter et al. (2002) ermittelt wurde. Bei der Bechsteinfledermaus gab es in Deutschland ebenfalls Hinweise auf einen Informationsaustausch über adäquate Höhlenquartiere innerhalb des Wochenstubenverbandes (Kerth & Reckardt 2003).

101/170

Ausflugverhalten

Während der Ausflug der Wimperfledermäuse an sich eine Normalverteilung aufweist, ist im Detail hervorzuheben, daß es weit vor Ausflugsbeginn und teilweise noch vor Einsetzen der Dämmerung zum Quartierwechsel von Einzeltieren kommt. Bislang ist ein solches Verhalten von keiner anderen Fledermausart beschrieben worden. Vermutlich handelt es sich hier um nicht an der Reproduktion beteiligte junge Weibchen oder Männchen.

Der Fang und die Besenderung dieser Einzeltiere wären sinnvoll, um mittels Radiotelemetrie weitere Ausweichquartiere oder Satellitenkolonien der Wochenstubenkolonie zu finden.

Im Vergleich zu einer Wochenstubenkolonie in Bayern (D) lag der Ausflugsbeginn (35 Minuten nach Sonnenuntergang) in Bech-Kleinmacher (L) viel später. In Bayern begann der Ausflug bereits 17 Minuten nach Sonnenuntergang und dauerte im Schnitt 42 Minuten lang, unabhängig von der Koloniegroße (Krull 1988). Beiden Kolonien gemeinsam ist, daß 58 bzw. 59 Minuten nach Sonnenuntergang alle Wimperfledermäuse ausgeflogen waren. Die Wimperfledermäuse kehrten in Bech-Kleinmacher im Vergleich zur bayrischen WSK auch noch früher ins Quartier zurück: In Bech-Kleinmacher begann der Einflug der Kolonie bereits etwa 90, in Bayern erst 52 Minuten vor Sonnenaufgang (Krull 1988).

Zukal (1994) gibt für eine Wimperfledermauskolonie in der Tschechische Republik einen Ausflugsbeginn an von $17,3 \pm 14,2$ Minuten nach Sonnenuntergang bei einer durchschnittlichen Dauer von $59,7 \pm 14,0$ Minuten.

Weiterhin fällt auf, daß *M. emarginatus* kein sogenanntes Schwärmverhalten („swarming“) beim morgendlichen Einflug zeigte (Pir 1994). Die Tiere kehrten augenscheinlich einzeln aus verschiedenen Jagdgebieten zurück und flogen zügig in das Quartier ein.

Aufgrund der stark schwankenden Ausflugszahlen (an manchen Nächten flogen die Wimperfledermäuse trotz guter Witterungsbedingungen überhaupt nicht oder nur teilweise aus) stellt sich die Frage, inwiefern die Wimperfledermauskolonie in Bech-Kleinmacher auf quantitativ ertragreiche Jagdgebiete in der Umgebung ihres Wochenstubenquartiers zurückgreifen kann. Eine stark positive Energiebilanz der Wochenstubenkolonie würde sowohl die kürzere nächtliche Jagdzeit als auch die jährliche Zunahme an Wimperfledermäusen in diesem Quartier erklären.

Letztere Überlegung muß jedoch durch weiterreichende Untersuchungen belegt werden.

4. Diskussion

Myotis emarginatus zeigt bei der Wahl ihrer Wochenstubenquartiere ein erstaunlich robustes Verhalten. Weder das Quartiervolumen, zur Reproduktion werden Quartiere von 10 bis 1.700 m³ Raumvolumen ausgewählt, noch Quartiertyp, Dachdeckung, Helligkeit oder Art der Einflugöffnung lassen artspezifische Eigenheiten erkennen. Es konnte keine eindeutige Korrelation zwischen den untersuchten Quartierparametern und der Koloniegroße der Art nachgewiesen werden.

Auffällig ist jedoch die Tatsache, daß alle Faktoren, die die Temperatur des Hangplatzes nachhaltig beeinflussen, selektiv gewählt und somit oft arttypisch sind. Die Wimperfledermaus wählt z.B. hochgradig selektiv wenige, klar abgegrenzte Hangplätze aus. Sowohl von ihrer Beschaffenheit her als auch von ihrer Lage, im Schnitt in 4/5 der möglichen Hanghöhe, vermeidet die Art Hangplätze, die sich zu stark erwärmen (Zahn & Henatsch 1998).

Bei hohen Hangplatztemperaturen beschleunigt sich die Embryonalentwicklung und die Geburten finden früher statt. Untersuchungen an der auch meist gebäudebewohnenden Großen Hufeisennase konnten dies eindeutig belegen (Rossiter et al. 2000). Außerdem werden die Jungen bei den meisten Fledermausarten in einer Zeitspanne von zwei bis höchstens vier Wochen geboren. Früher geborene Jungtiere haben wesentlich bessere Überlebenschancen als die zu einem späteren Zeitpunkt geborenen, wie ebenfalls bei *R. ferrumequinum* nachgewiesen wurde (Ransome 1989).

Auch Wimperfledermäuse könnten bezüglich der Embryonalentwicklung von warmen Hangplatztemperaturen profitieren, das zeigen die im warmen Sommer 2003 etwa 7-12 Tage früher als im mehrjährigen Mittel (vergleiche Tab. 1, S. 37) einsetzenden Geburten. Dennoch nutzt die Wimperfledermaus die Möglichkeiten zur Besetzung wärmerer Hangplätze nicht oder nur sehr eingeschränkt. Möglicherweise liegt darin auch die Ursache, warum sich die Zeitspanne der Geburten bei dieser Art weit über vier Wochen hinaus verlängert. In Bech-Kleinmacher (L) Es konnten sogar vereinzelt neugeborene Wimperfledermäuse fast zwei Monate nach den ersten Geburten beobachtet werden.

Zu erwarten wäre, daß eine Fledermausart, deren Hauptverbreitungsgebiet in Mittel- und vor allem Südeuropa liegt (Topál 2001), gerade nahe ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze wärmere Hangplätze und Quartiere bezieht. Aufgrund ihrer Hangplatzwahl zeichnet sich *M. emarginatus* aber durch ein wesentlich besser entwickeltes thermoregulatorisches Verhalten im unteren Temperaturbereich ihrer thermoneutralen Zone aus als durch ein gut entwickeltes Vermeidungsverhalten bei zu hohen Quartiertemperaturen.

Auch die Annahme, *M. emarginatus* weise als mittelgroße Fledermausart im Verhältnis zum wesentlich größeren Mausohr eine geringere Spannbreite der Hangplatztemperatur (kleinere thermoneutrale Zone) auf, wurde durch die Temperaturmessungen an sechs Koloniehangingplätzen nicht bestätigt. So kann sich die Wimperfledermaus auch an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze in halbunterirdischen Quartieren mit einer durchschnittlichen Hangplatztemperatur von 14,9° C erfolgreich reproduzieren. Die mittleren Hangplatztemperaturen variierten immerhin von 14,9 bis 24,2 °C.

Auf ein schwach entwickeltes Vermeidungsverhalten bei sehr hohen Hangplatztemperaturen kann anhand folgender Beobachtungen geschlossen werden:

- Beibehaltung der Clusterbildung auch bei hohen Temperaturen;
- Geringe Neigung zum Umhängen im Quartier bei Anstieg der Hangplatztemperatur;
- Tendenz zur Aggregation, um eine bestimmte Koloniemindestgröße zu erreichen.

Handelt es sich hier um ein tradiertes Verhaltensmuster einer primär troglophilen Lebensweise im Ursprungsverbreitungsgebiet Südeuropa? Man kann vermuten, dass es sich bei dem beobachteten Verhalten um einen noch nicht abgeschlossenen Anpassungsprozess an eine synanthrope, oberirdische Lebensweise handelt.

Wochenstubenkolonien scheinen erst ab etwa 65–200 Weibchen eine auch unter unterschiedlichen Klimabedingungen stabile Metapopulation darzustellen. Kleinere Kolonien dagegen nutzen räumlich und zeitlich oft mehrere, nicht weit auseinander liegende Quartiere. Warum sind die Weibchen bereit, während der Trächtigkeit und der Jungenaufzucht die Anstrengungen eines Quartierwechsels auf sich zu nehmen? Möglicherweise ist der Wechsel zwischen Quartieren mit unterschiedlichen thermischen Bedingungen der einzige Weg, ihre durch die geringe Kopfstärke der Kolonie verursachten thermoregulatorischen Defizite zu kompensieren. Größere Ansammlungen von 400 und mehr Weibchen finden sich in Europa alle in kühlen halbunterirdischen oder unterirdischen Quartieren (Topál 2001, T. & M. Gaillard, mündliche Mitteilung). Hier scheinen die thermischen Vorteile einer großen Ansammlung von Artgenossen die Nachteile der intra-spezifischen Nahrungskonkurrenz zu überwiegen.

Die Frage, ob die thermoregulatorischen Vorteile größerer Wochenstubenkolonien auch zu einem höheren Reproduktionserfolg führen, kann die vorliegende Studie nicht beantworten. In diesem Zusammenhang spielt wahrscheinlich die häufig beobachtete Vergesellschaftung von *M. emarginatus* mit anderen Fledermausarten eine bedeutende Rolle.

Für Luxemburg ist die Vergesellschaftung mit der Kleinen Hufeisennase in der ehemaligen Fledermauskolonie im Mariental, mit der Großen Hufeisennase von Bech-Kleinmacher und dem Großen Mausohr von Colpach-Bas bekannt.

Von den 25 lothringischen (F) Wimperfledermauskolonien befinden sich 12 in halbunterirdischen Quartieren. Davon konnte bei neun eine Assoziation von *M. emarginatus* mit einer anderen Fledermausart (*R. ferrumequinum*, *M. daubentonii*) nachgewiesen werden. Lediglich in einem oberirdischen Quartier, in einer Kirche, findet sich eine gemischte Kolonie von *M. emarginatus* und *R. ferrumequinum*.

Bislang sind in der Literatur gemischte Kolonien mit folgenden Arten beschrieben:

- Rhinolophiden (*R. hipposideros* (z.B. Issel & Issel 1953; Harmata 1960; Hanak 1962; Richarz et al. 1989), *R. ferrumequinum* (Brosset & Caubère 1959; Calandra 1985), *R. euryale* (Sluiter & van Heerdt 1959; Gaisler 1971; Topál 2001), *R. blasii* (Beron 1961))
- Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii*) (Beron 1961; Hanak 1962, Topál 2001)
- Mausohr (*Myotis myotis/blythii*) (Sluiter & van Heerdt 1957; Hanak 1964; Topál 2001)
- Langfussfledermaus (*Myotis capaccinii*) (Topál 2001)

Bislang einzigartig ist der Fund von 50 Wimper- und etwa 60 Wasserfledermäusen (*M. daubentonii*) in einem halbhunterirdischen Quartier bei St. Mihiel (Departement Meuse, Lothringen), die in der Kuppel einer ehemaligen Befestigungsanlage, zusammen in einem Cluster hängend, beobachtet werden konnten. 2003 waren es sogar 140 Wimperfledermäuse und 80 Wasserfledermäuse (F. Schwaab, T. Gaillard, mündliche Mitteilungen).

Es ist bemerkenswert, daß zwischen den genannten Arten fast keine Nahrungskonkurrenz besteht. Die ökologische Nische der Wimperfledermaus überschneidet sich demnach in West- und Mitteleuropa nicht oder nur sehr wenig mit der von *R. ferrumequinum* (Jones 1990; Duvergé 1996, Pir 1994), *R. hipposideros* (Beck et al. 1989; McAney & Fairley 1989; Schofield 1996) oder *M. myotis* (Bilo 1989; Arlettaz 1995; Güttinger 1994).

Das Fehlen interspezifischer Konkurrenz um Nahrungs- oder Hangplatzressourcen erklärt jedoch nicht die gehäuft auftretende Vergesellschaftung von *M. emarginatus* mit bestimmten anderen Fledermausarten. Sind es die ähnlichen ökologischen Temperatur- und Quartiersansprüche, die zum Aufsuchen eines Quartiers einer anderen Fledermausart führen, oder benötigen Wimperfledermäuse aus thermischen Gründen eine gewisse kritische Masse an Fledermäusen der eigenen oder einer anderen Art, um ihre reproduktive Fitneß zu erhöhen?

1. Hypothese: Ähnliche ökologische Ansprüche führen zur Nutzung desselben Quartiers.

Ein möglicher Beleg für diese Hypothese ist die Tatsache, daß die vergesellschafteten Fledermausarten ähnliche Quartier- und Temperaturansprüche wie die Wimperfledermaus aufweisen. So wies Harmata (1969) Ähnlichkeiten bei der Temperaturpräferenz der Kleinen Hufeisennase und der Wimperfledermaus nach.

Auf das Große Mausohr trifft diese Hypothese nicht zu, denn nach Zahn & Henatsch (1998) differieren die Quartiersansprüche des Großen Mausohrs und der Wimperfledermaus erheblich (siehe Ergebnisse Kap. 3.4., S. 63). Tatsächlich wurde bislang das gemeinsame Vorkommen im gleichen Quartier, jedoch keine Interaktionen beschrieben, z.B. das Zusammenhängen in einem Pulk. Bei *M. myotis* scheint es sich, im Gegensatz zu den Rhinolophiden-Arten, nicht um eine Vergesellschaftung im engeren Sinne, sondern um eine reine Koexistenz zu handeln.

2. Hypothese: Die Vergesellschaftung mit anderen Fledermausarten bringt *M. emarginatus* einen thermischen Vorteil und sichert dadurch einen höheren Reproduktionserfolg.

Brosset & Caubère (1959) sprechen von einer interspezifischen Affinität zwischen den am häufigsten vergesellschafteten Arten *R. ferrumequinum* und *M. emarginatus*, ohne jedoch Einzelheiten zu erwähnen.

Calandra (1985) berichtet vom gemischten Zusammenhängen einer *R. ferrumequinum*/*M. emarginatus*-Kolonie in der Kathedrale von Palermo (I). In der ebenfalls gemischten *R. ferrumequinum*/*M. emarginatus*-Kolonie in Bech-Kleinmacher konnte regelmäßig beobachtet werden, daß gerade juvenile Tiere beider Arten (siehe Abb. 14, S. 36) zusammen

hingen: sowohl einzelne juvenile Wimperfledermäuse zwischen einem größeren Pulk von Hufeisennasen als auch einzelne juvenile Große Hufeisennasen, die zwischen 15 - 30 Wimperfledermäusen hingen. Möglicherweise profitieren gerade spätgeborene Jungtiere von der Thermoregulation eines Clusters der vergesellschafteten Fledermausart.

Daß sich Wochenstubenkolonien von Wimperfledermäusen in einer bereits seit längerer Zeit bestehenden *R. ferrumequinum*-Kolonie neu ansiedelten (Calandra 1985, Roer & Gudendorf 1994), unterstreicht die Wahrscheinlichkeit der zweiten Hypothese.

Das Aussterben der beiden mitteleuropäischen Rhinolophiden-Arten in Polen (Konkurewicz 1990) und den Niederlanden (Weinreich & Oude Voshaar 1992) könnte demnach Ursache für den Niedergang der Wimperfledermaus in diesen Ländern sein. Ebenfalls das Aussterben der beiden Hufeisennasenarten westlich des Rheins in Deutschland in den letzten 50 Jahren würde dann das Fehlen der Wimperfledermaus in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland (Boye et al. 1999) erklären.

Falls die zweite Hypothese zur Vergesellschaftung zuträfe, wäre das Überleben der Wimperfledermaus an das Vorkommen und die Bestandsgröße der vergesellschafteten Arten, vor allem der Kleinen oder der Großen Hufeisennase gekoppelt.

Aufschluss über diese Beziehungen können jedoch nur weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen geben:

- Mittels Beringung und Fang- und Wiederfang-Methode den Reproduktionserfolg und die Überlebensrate der Jungtiere unterschiedlich großer Wimperfledermauskolonien zu untersuchen. Ein Vergleich mit *M. emarginatus*-Kolonien, die mit anderen Fledermausarten vergesellschaftet leben, ist anzustreben.
- Über gezielt ausgerichtete ethologische Hangplatzstudien Interaktionen zwischen vergesellschafteten Arten dokumentieren und auswerten.

Nur ein besseres Verständnis der Biologie und Ökologie von *Myotis emarginatus* kann letztlich das Überleben dieser bedrohten Tierart für unsere Gegend sichern.

5. Vorschlag für ein Artenschutz- und Monitoringprogramm für Luxemburg

5.1. Einleitung

Die untersuchte Wimperfledermaus ist in West- und Mitteleuropa in die höchste Gefährdungskategorie der vom Aussterben bedrohten Tierarten eingestuft (Boye et al. 1998; Harbusch et al. 2002 u.a.). Ihre synanthrope Lebensweise macht sie äußerst anfällig für den mit zunehmender Geschwindigkeit fortschreitenden Wandel dörflicher Strukturen, z.B. durch Gebäuderenovierung, moderne Bauweise, intensive landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung, mit der daraus resultierenden Abnahme des Nahrungsangebotes für Fledermäuse, um nur einige Beispiele zu nennen.

Auch wenn neue Quartiernachweise erbracht und der Zuwachs einiger Kolonien festgestellt werden konnte, so deutet dies eher auf eine gezieltere faunistische Erfassungstätigkeit hin als auf eine Stabilisierung oder Zunahme der Bestände der Art (Faber & Meisch 1978; Harbusch et al. 2002).

Von den elf bekannten Sommerkolonien der Art in Luxemburg (Tab. 3, S. 81) sind heute zwei verwaist, ohne daß die Quartiere verändert worden wären (Mariental, Reichlange). Trotz Anstrengungen seitens des Naturschutzdienstes der Forstverwaltung gingen in den letzten Jahren die Wochenstubenkolonien in Bigelbach (8 Tiere) und Moestroff (65 Weibchen) durch mangelnde Kooperation der Quartiereigentümer verloren. Wenn man die Mikrokolonien in Rosport (3 Tiere) und Wellenstein (2 Tiere) unberücksichtigt läßt, gibt es rezent nur noch fünf Stellen mit Reproduktionsnachweisen für *M. emarginatus* im ganzen Land. Die maximale Zahl an Tieren beläuft sich damit auf 540 adulte Weibchen.

Nach Konkurewicz (1990) sind, ebenfalls an der Nordgrenze ihrer Verbreitung, die ehemals bekannten Wochenstubenkolonien um Krakow und Myslenice verwaist (Harmata & Trzaska 1958). Die Verbreitungsgrenze verschob sich in den letzten Jahrzehnten um etwa 60 km nach Süden, von 50° 44' N nach 50° 13' N. Konkurewicz (1990) schätzt den Bestandsrückgang der Art auf über 90% von den 50/60er Jahren bis 1990! Die Wimperfledermaus reproduziert sich heute nicht mehr in Polen.

Weinreich & Oude Voshaar (1992) zählen die Wimperfledermaus zu den vier Arten, die in den letzten 50 Jahren die stärksten Bestandsrückgänge der in den Mergelgruben in Südlimburg (NL) überwinterten Fledermausarten zu verzeichnen hatten.

Nur über den Schutz der Teillebensräume (Sommerquartiere, Winterquartiere, Jagdgebiete) der Wimperfledermaus kann das Überleben dieser Fledermausart in Luxemburg (und dem westlichen Mitteleuropa) an der Nordgrenze ihrer Verbreitung gesichert werden. Zudem muß ein effizientes Monitoringprogramm, das nach europaweit standardisierten Kriterien erstellt wurde, die Entwicklung der bekannten Bestände erfassen und überwachen.

5.2. Artenschutzprogramm für *Myotis emarginatus*

5.2.1. Sommerquartiere

Von den in Luxemburg z.Z. bekannten Sommerkolonien sind selbstverständlich die Wochenstuben von existentieller Bedeutung und sollten deshalb vorrangig Schutz genießen.

Nach Koloniegröße geordnet sind dies:

- Lintgen (Kirchturm)
- Bech-Kleinmacher (Privatscheune)
- Emerange (Speicher Privathaus)
- Colpach-Bas (Speicher Schloß)
- Platen (Speicher Privathaus)

Zwei Quartiere befinden sich in öffentlicher Hand, bzw. in der Hand eines öffentlichen Trägers (Fondation Croix-Rouge Luxembourg); die drei anderen Quartiere sind in Privatbesitz.

Vorgeschlagene Schutzmaßnahmen zum Erhalt der Sommerquartiere

1. Ausweisung des Dachraumes der bekannten größeren Wochenstubenkolonien als „zone ponctuelle“ des NATURA 2000-Netztes (über die europäische Habitatschutzdirektive (92/43/CEE) geschützte Lebensräume bedrohter Arten).
2. Abschließen eines Nutzungsvertrages zwischen dem Eigentümer und dem Naturschutzdienst der Forstverwaltung zum Erhalt der Wochenstubenkolonie.
3. Jährliche Bewertung des Erhaltungszustandes des Quartiers sowie potentieller Beeinträchtigungen (Renovierungsarbeiten, Zustand der Einflugöffnungen, Störungen. u.ä.m.).
4. Information der Quartierbesitzer über die Möglichkeiten staatlicher Beihilfen zum Erhalt der Lebensräume bedrohter Fledermausarten bei der Renovierung von Gebäuden („règlement grand-ducal du 22 mars 2002 instituant un ensemble de régimes d’aides pour la sauvegarde de la diversité biologique“).
5. Schaffung neuer potentieller Quartiere im Rahmen des Schutzprojektes „Combles et Clochers“ vornehmlich in öffentlichen Gebäuden (Kirchen, Schlösser, ...). Die Ergebnisse der untersuchten Quartierparameter (Kapitel 3.3.) bezüglich des Einfluges, der Helligkeit usw. müssen bei der Umsetzung der Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.
6. Öffentlichkeitsarbeit (z.B. über ein Faltblatt) sollte gezielt auf private Gebäudebesitzer ausgerichtet werden, um Einflugöffnungen für bedrohte Fledermausarten an Häusern, Scheunen und Viehställen zu belassen oder neu zu schaffen (Schaffung neuer potentieller Haupt- und Nebenquartiere). Angebot der Beratung von Privatleuten hinsichtlich des Fledermausschutzes an Gebäuden über eine Fledermausberatungsstelle (z.B. Stations Biologiques...).



Abb. 52: Eingesetzte Fledermausgaube (hier Pfarrkirche von Dippach (L)) ermöglicht Fledermäusen den freien Einflug in den Dachraum, ohne daß verwilderte Haustauben eindringen können. (Foto F. Klopp, Station Biologique de l'Ouest)

Nachfolgend ist der Stand des von Forstverwaltung und Umweltministerium geförderten Schutzprogramms für hausbewohnende Fledermäuse dargestellt.

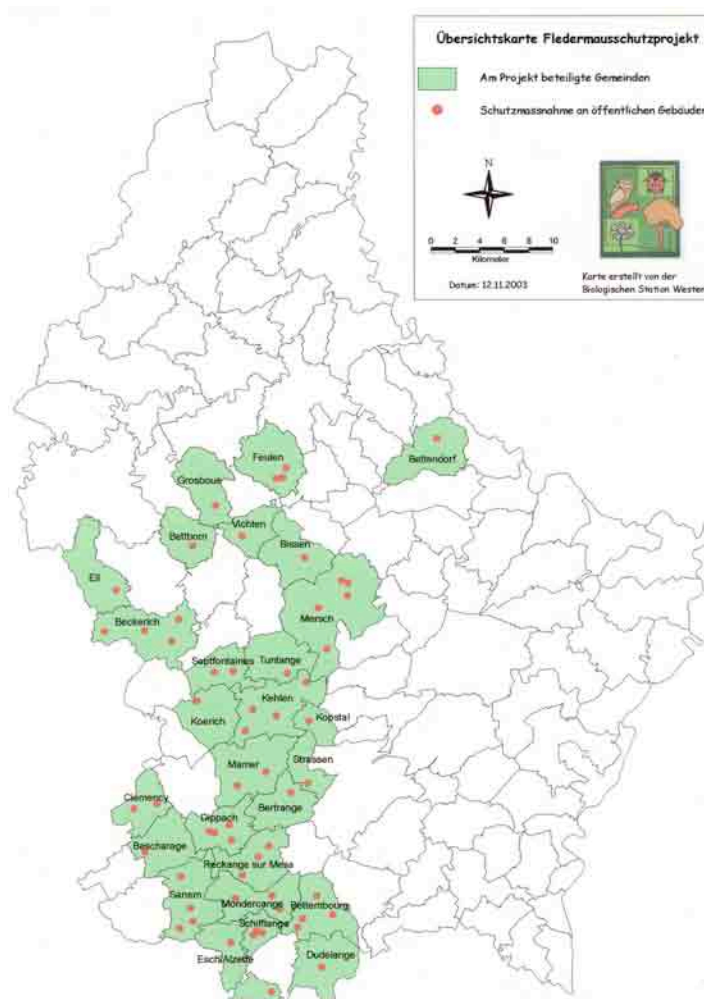


Abb. 53: Übersichtskarte über den Stand des Schutzprojektes „Combles & Clochers“ Ende 2003. Die am Projekt beteiligten Gemeinden Luxemburgs sind grün dargestellt, die roten Punkte stehen für ein Gebäude (überwiegend Kirchen), an dem Fledermausöffnungen angebracht wurden. (© Karte Station Biologique de l'Ouest)

5.2.2. Winterquartiere

Bislang sind im Verhältnis zur nachgewiesenen Wimperfledermauspopulation im Sommer nur wenige Winterquartiere bekannt:

Tab. 4: Liste der Winterquartiere in Luxemburg, in denen bisher überwinterte Wimperfledermäuse nachgewiesen wurden. Die mit * markierten Quartiere sind als Habitatschutzgebiet NATURA 2000 (Zone Habitat: ZH) geschützt.

Winterquartier	Gemeinde	x Koord.	y Koord.	Schutz
Ardoisière de Perlé*	Rambrouch	51.56	97.47	√ / ZH
Mine de Stolzembourg	Pütscheid	79.82	114.96	√
Ardoisière de Schimpach*	Wincrange	55.37	118.46	ZH
Tunnel Rumelange/Kayl	Rumelange	68.50	59.68	
Carrière à dolomie Kelsbaach	Grevenmacher	98.15	81.15	ZH

Während lediglich zwei der aufgelisteten Quartiere durch Schutzgitter zur Vermeidung von Störungen während des Winterschlafs verriegelt sind, besteht zumindest für die ehemaligen Schiefergruben in Perlé und Schimpach ein gesetzlicher Schutz (NATURA 2000).

Vorgeschlagene Schutzmaßnahmen zum Erhalt der Winterquartiere

1. Sicherung der wichtigsten Winterquartiere der Wimperfledermaus als „réserve naturelle domaniale“, Ausarbeitung von Schutz- und Managementmaßnahmen für gesetzlich ausgewiesene Fledermausschutzgebiete.
2. Sicherung der Störungsfreiheit winterschlafender Wimperfledermäuse zwischen dem 1. November und dem 1. Mai durch Anbringen von Fledermausgittern an den Quartiereingängen.
3. Öffentlichkeitsarbeit durch Anbringen von Informationsschildern über die eingesetzten Schutzmaßnahmen oder Betretungseinschränkungen.
4. Jährliche Bewertung des Erhaltungszustandes der Quartiere sowie potentieller Beeinträchtigungen (Störungen z.B. durch Höhlentourismus, Beschädigung des Schutzgitters, Verschüttung oder Einsturzgefahr des Eingangsbereichs...).

5.2.3. Jagdgebiete

Die Jagdgebiete der Wochenstubenkolonien müssen einerseits vor allem während der Reproduktion ein hohes Angebot an Arthropoden bieten, sowie andererseits für die Fledermäuse gut erreichbar sein. Ein quantitativ und qualitativ hohes Nahrungsangebot kann nur über eine hohe Diversität und die naturnahe extensive land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung im Umfeld der Wochenstubenkolonien gewährleistet werden.

Die folgenden Schutzvorschläge lehnen sich Artenschutzprogrammen der Wimperfledermaus aus Baden-Württemberg (Brinkmann et al. 2001) und Bayern (Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 2003) an.

Vorgeschlagene Schutzmaßnahmen zum Erhalt der Jagdgebiete:

1. Verhinderung der Umwandlung von Laub- und Mischwäldern in Nadelwälder, gezielte Förderung der Rückführung von Nadelwäldern in standortgerechte stratifizierte Mischwälder in einem 4,5 km-Radius um die z.Z. bekannten Wochenstubenkolonien.
2. Ausarbeitung naturnaher Bewirtschaftungspläne für staatliche und kommunale Wälder in einem 4,5 km-Radius um die WSK mit kleinflächigen Kahlschlägen, Naturverjüngung und Plenter-Waldwirtschaft (wegen Verbiß müssen die Kahlwildbestände niedrig gehalten werden....).
3. Anlage von Wäldern mit vorgelagerten 10-15 m breiten, stufigen Waldrändern und Krautsäumen innerhalb eines 4,5 km-Radius.
4. Förderung der Anpflanzung von Hochstammobstbäumen, einheimischen Hecken sowie Fassadenbegrünungen innerhalb der Ortschaften durch kommunale Träger, Ausweitung der Förderprogramme auf die bebauten Gebiete.
5. Neupflanzung und Unterhalt von Hochstammobstgärten als Grüngürtel um den Baupерimeter der Ortschaften.
6. Erhalt und Förderung naturnaher Begleitvegetation von Bachläufen sowie Renaturierungsmaßnahmen von Fließgewässern innerhalb der Ortschaften oder in deren Randlage.
7. Öffnung von Kuhställen als Jagdraum von Wimperfledermäusen. Reduzierung/Einstellung der Fliegenbekämpfung in den Ställen. Absicherung von Klebefallen in den Ställen durch Kaninchendraht.
8. Anpflanzung von linearen Leitelementen, wie Hecken, Baumalleen, und Obstbaumreihen als Flugrouten zur Anbindung der Dörfer und Ortschaften an die umliegenden naturnahen Jagdgebiete und Waldlebensräume.
9. Vermeidung der Abschneidung von Waldlebensräumen und Dörfern mit Wochenstubenkolonien durch den Bau von Umgehungsstraßen, der aus Straßenneubauprojekten resultierende Zerschneidungseffekt muß durch den zusätzlichen Bau von Unterführungen und breiten Wildübergängen mit hinleitenden Vegetationsstrukturen abgepuffert werden.

5.3. Monitoring der Wimperfledermauspopulation in Luxemburg

Monitoring ist ein wiederholt (regelmäßig oder unregelmäßig) durchgeführtes Untersuchungsprogramm, das den Grad der Übereinstimmung mit einem vorher festgelegten Standard oder das Maß der Abweichung von einer erwarteten Norm ermittelt (Bürger & Dröschmeister 2001). Ein naturschutzorientiertes und damit gezieltes Fledermaus-Monitoring ist also ein langfristiges Beobachtungsprogramm, welches die Kontrolle der Erhaltung einer bestimmten Bestandsgröße (im Rahmen natürlicher Bestandschwankungen) sowie den Erhaltungs- und Gefährdungszustand von Lebensräumen überwacht (Boye 2003). Nach Benzler (2001) wird die Wimperfledermaus als eine der vordringlichen Tierarten für ein solches gezieltes Artenmonitoring aufgeführt.

Da die Wimperfledermaus nur schwer mittels Detektor zu erkennen ist, erbringen Transektbegehungen (Dietz et al. 1999) in den Jagdhabitaten keine ausreichende Datengrundlage zur Einschätzung eventueller Bestandsveränderungen. Das Monitoring dieser bedrohten Fledermausart beschränkt sich somit auf die Bestandszählungen in den Winter- und Sommerquartieren.

5.3.1. Bestandszählung der Wochenstubenkolonien

A. Jährliche Zählung adulter Weibchen

Zählung der Weibchen im Zeitraum der ersten bis dritten Juniwoche, vor der Geburt der Jungen:

- Koloniegröße < 60 adulten Tieren: Hangplatzzählung im Quartier (evtl. über Fotoauszählung);
- Koloniegröße > 60 adulten Tieren: Ausflugszählung mit Nachkontrolle im Quartier nach dem Ende des Ausfluges;

Bedingungen:

Alle Zählungen müssen bei guter Witterung (d.h. regenfreie Nacht, Temperatur über 12°C) durchgeführt werden. Kontrollen im Quartier sind bei Anwesenheit der Fledermäuse nur mit Taschenlampe mit vorgesetztem Rotfilter durchzuführen.

B. Jährliche Zählung der Jungtiere

Zählung im Zeitraum von Ende Juni bis Mitte Juli, bevor die Jungtiere flügge sind und nach dem Ausflug der ad. Weibchen (i.d.R. nach 23:00 Uhr)

C. Jährliche Erfassung der toten Jungtiere unter dem Hangplatz

5.3.2. Bestandszählung in den Winterquartieren

Da sich die Winterverbreitung der Wimperfledermaus in Luxemburg auf fünf unterirdische Quartiere beschränkt, wird vorgeschlagen, für alle bisher bekannten Quartiere eine einmalige, jährliche Bestandskontrolle im Winterhalbjahr im Zeitraum vom 15. Dezember bis 15. März durchzuführen.

5.4. Kriterien für den Bedrohungsgrad der Quartiere

Im Rahmen internationaler Verpflichtungen (EUROBATS, Europäische Habitatschutzdirektive 92/43/CEE) besteht vermehrt die Forderung, daß der Zustand der biologischen Vielfalt überwacht werden soll. Eine Auswahl von Tier- und Pflanzenarten sowie Ökosystemen soll einer Dauerbeobachtung unterliegen, damit Schutz- und Lenkungsmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden können, falls es Anzeichen für eine Störung oder Bedrohung des Bestandes und damit der Artenvielfalt gibt.

Es ist demzufolge wichtig, standardisierte Indikatoren für den Erhaltungszustand und den Bedrohungsgrad u.a. der Wimperfledermaus festzulegen, um die Qualität der Lebensräume vergleichend in der Zeit bewerten zu können.

5.4.1. Indikatoren für die Wimperfledermauspopulation in Luxemburg

Indikatoren für die Sommer- und Winterpopulation könnten wie folgt aussehen (nach Umweltbundesamt Österreich 2003):

Population	A (+)	B (±)	C (-)
Wochenstube	Zunahme ad. Weibchen (+ 20 %) Koloniegröße > 65 W.	Stabiler Bestand ad. W. (± 20 %) Koloniegröße 35-65 W.	Abnahme ad. Weibchen (- 20 %) Koloniegröße < 35 W.
Winterquartier	Bestandszunahme (+ 20 %) > 5 Ind.	Stabiler Bestand (± 20 %) 3-5 Ind.	Bestandsabnahme (- 20 %) < 3 Ind.

Die langfristige Beobachtung über 5 - Jahresperioden ermöglicht eine Aussage zu dem Populationstrend der Art.

5.4.2. Indikatoren für die Teillebensräume der Wimperfledermaus

Lebensräume	A (+)	B (±)	C (-)
Wochenstuben-quartier	<p>Quartier störungsfrei; in den nächsten 5 Jahren sind keine Umbauarbeiten u. keine Nutzungsänderungen geplant; permanente Einflugöffnung gewährleistet; jährliche Quartierkontrolle/ Kontaktaufnahme mit dem Besitzer mit Abschätzung des Störungspotentials; Sicherung des Quartiers durch positive Einstellung des Besitzers <u>und</u> Kontrakt; gesetzlichen Schutz, Quartiersicherung.</p>	<p>Quartier mit geringem Störungspotential (keine sichtbaren Auswirkungen); Umbauarbeiten und Nutzungsänderungen möglich; Einflugöffnung nur bedingt gewährleistet; unregelmäßige Quartierkontrolle/ Kontaktaufnahme mit dem Besitzer; Sicherung des Quartiers durch ± positive Einstellung des Besitzers <u>oder</u> Kontrakt/ gesetzlicher Schutz, Quartiersicherung.</p>	<p>Regelmäßige Störungen mit Beeinträchtigung der Kolonie; Umbauarbeiten und Nutzungsänderungen geplant oder eingetreten; Gefährdung durch Zerfall der Bausubstanz; Einflugöffnung unregelmäßig gewährleistet oder Vergitterung; keine Quartierkontrolle/ Kontaktaufnahme mit dem Besitzer; negative Einstellung des Besitzers <u>und</u> kein Kontrakt/gesetzlicher Schutz, Quartiersicherung.</p>
Winter-quartier	<p>Keine Störungen; gesicherter Eingangsbereich, Schutzschild vorhanden; jährliche Quartierkontrolle mit Abschätzung des Störungspotentials; Kontrakt; gesetzlicher Schutz, Quartiersicherung.</p>	<p>Geringe Störungen; ungesicherter Eingangsbereich ohne Schutzschild; unregelmäßige Quartierkontrolle; kein Kontrakt; gesetzlicher Schutz, keine Quartiersicherung.</p>	<p>± Regelmäßige Störungen (Schutzgitter aufgebrochen, Feuer im Eingangsbereich, Spuren regelmäßigen Höhlentourismus...); Verminderung des Luftaustauschs <u>oder</u> Gefährdung durch Einsturz/Verfüllung des Eingangs durch Erdbeben, Müllablagerungen; keine Quartierkontrolle; keine Sicherung.</p>
Jagdgebiete in 4,5 km Radius	<p>Erhöhung des Laub- und Mischwaldanteils (>15%); Erhöhung des Obstbaum- und Heckenbestandes; Ausweisung von Schutzgebieten innerhalb des Jagdgebietes; Bachrenaturierung und Erhöhung bachbegleitender Vegetation;</p>	<p>Erhaltung des Laub- und Mischwaldanteils bei ± 10-15 %; Erhalt der Hochstammobstgärten um das Dorf; keine größeren Bepflanzungsprojekte.</p>	<p>Ausweitung des Bauparimeters in den Grüngürtel des Dorfes; geplanter Bau von zerschneidenden Straßenneubauprojekten (Umgehungsstraßen...); geplante Flurneueordnung, Weinberg- oder Forstzusammenlegung; Nadelwaldaufforstungen > 7,5 % der Fläche.</p>

Die Indikatoren zur Populations- und Habitatbewertung wurden in Anlehnung an das Umweltbundesamt Österreich (2003) gewählt.

6. Danksagung

Dr. Claude MEISCH, Biologielehrer am hauptstädtischen Athenäum, möchte ich an erster Stelle für seine fachliche Begleitung der Arbeit und kritischen Diskussionen sowie wertvollen Ratschlägen ganz besonders danken.

Weiterhin haben folgende Personen und Institutionen durch Hilfestellung und kritische Diskussionen diese Arbeit mit ermöglicht. In alphabetischer Reihenfolge sind dies:

Gilles CELLI (ECGS), Laurent BIRASCHI (Administration des Eaux & Forêts), Robert BRINKMANN (Gundelfingen, D), Markus DIETZ (Laubach, D), Thomas GAILLARD (Thonne-la-Long, F), Matthieu GAILLARD (Augny, F), Edmund HENSLE (Freiburg, D), Nadine JEANDEAU (Augny, F), Maria JERABEK (Elsbethen, A), Guido REITER (Wilhering, A), Jacques FAIRON (IRSNB), Annie & Pierre GUDENDORF (Bech-Kleinmacher, L), Marc MOES (Bertrange, L), Familie PAULY (Emerange, L), Carmen SCHARES (Bertrange, L), Familie SCHREIBER (Platen, L), Thomas STEPHAN (Munderkingen, D), Marc TEUSCH (Bascherage, L), Bruno FAUVEL (Couvignon, F), Claudio WALZBERG (Luxemburg), Annick WELSCHER (Strassen, L); Claire WENANDY (Luxemburg); Andreas ZAHN (Waldkraiburg, D).

Für die Korrektur der Arbeit möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Iris MANN (Perl/Sinz, D) bedanken.

Nicht zuletzt will ich mich auch bei meiner Familie bedanken, die mich ertrug und mich und diese Arbeit auf ihre Weise unterstützte!

7. Literatur

Arlettaz, R., 1995. – Ecology of the sibling mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*): zoogeography, niche, competition, and foraging. – Horus Publishers Martigny, Switzerland: 222p.

Audet, D., 1992. – Roost quality, foraging and young production in the mouse-eared bat, *Myotis myotis*: A test of ESS model of group size selection. – PhD thesis, Faculty of Graduate Studies, York University, Ontario: 127pp.

Barataud, M., 1992. – L'activité crépusculaire et nocturne de 18 espèces de chiroptères, révélée par marquage luminescent et suivi acoustique. – Le Rhinolophe 9: 23-58.

Barataud, M., Genest, M., Malafosse, J.-P. & Nore, T., 1993. – Comportement d'auto-léchage chez un chiroptère en hypothermie. – Le Rhinolophe 10: 50-51.

Barataud, M., 1996. – Ballades dans l'inaudible. – Identification acoustique des chauves-souris de France. CD. – Ed. Sittelle.

Barataud, M., 1998. – Nouvelles données sur le comportement d'auto-léchage pendant l'hypothermie chez *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – Le Rhinolophe 13: 59.

Battersby, J.E., 1999. – A comparison of the roost ecology of the brown long-eared bat *Plecotus auritus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. – PhD University of Sussex: 203pp.

Bauer, K., 1957. – Neue Funde der Wimperfledermaus, *Myotis e. emarginatus* (Geoffroy, 1806) in Österreich. – Säugetierkd. Mitt. 5 (3): 97-100.

Bauerova, Z., 1986. – Contribution to the trophic bionomics of *Myotis emarginatus*. – Folia Zool. 35 (4): 306-310.

Beck, A., 1994-1995. – Fecal analyses of european bat species. – Myotis 32-33: 109-119.

Beck, A., Stutz, H.-P. B. & Ziswiler, V., 1989. – Das Beutespektrum der Kleinen Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) (Mammalia, Chiroptera). – Revue suisse Zool. 96 (3): 643-650.

Bels, L., 1952. – Fifteen years of bat banding in the Netherlands. – Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 5: 1-104.

Benda, P., 1996. – Distribution of Geoffroy's bat, *Myotis emarginatus* (Chiroptera: Vespertilionidae), in the Levant region. – Folia Zool. 45 (3): 193-199.

Benzler, A., 2001. – Seltene, bedrohte und endemische Tier- und Pflanzenarten. – Auswahl von Artengruppen und Arten für ein bundesweites Naturschutzmonitoring. – Natur u. Landschaft 76(2): 70-87.

Beron, P., 1961. – Contribution à la connaissance des chauves-souris Bulgares. – Fragmenta Balcanica, Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 24 (3): 189-194.

Bezem, J.J., Sluiter, J.W. & van Heerdt, P.F., 1960. – Population statistics of five species of the bat genus *Myotis* and one of the genus *Rhinolophus*, hibernating in the caves of S.Limburg. – Arch. Néerl. Zool. 13: 511-539.

Bilo, M., 1989. – Aktivitäten der Mausohrfledermaus in einer Wochenstube : Grundlage für die Erhaltung und Neuschaffung ihrer Sommerquartiere. – Dendrocopos 16: 5-13.

Bilo, M., 1990. – Verhaltensbeobachtungen in einer Wochenstube des Großen Mausohrs, *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797). – Nyctalus Bd 3, H 2: 99-118.

Bodin, C., Huet, R., & Arthur, L., 2002. – Identification de débris végétaux collés au guano dans une colonie de reproduction de *Vespertilio* à oreilles échancrées dans le Cher. – Symbioses n.s. 6: 56.

Boye, P., Hutterer, R. & Benke, H., 1998. - Rote Liste der Säugetiere Deutschlands. – In : BfN (Hg.), 1998. – Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 33-39.

Boye, P., Dietz, M., & Weber, M., 1999. – Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland. – Publikation Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn: 110pp.

Boye, P., 2003. – Entwicklung eines Fledermaus-Monitorings in Deutschland: Rahmenbedingungen, Ziele, Anforderungen und Perspektiven. – Grundlagen für die Entwicklung eines Monitorings der Fledermäuse in Deutschland. – BfN Skripten 73: 37-47.

Brault, J.P., 1994. – Les populations de *M. emarginatus* en région Centre. – Actes du colloque de Bourges 1993, SFEPM.

Brinkmann, R., Hensle, R. & Steck C., 2001. – Artenschutzprojekt Wimperfledermaus: Untersuchungen zu Quartieren und Jagdhabitaten der Freiburger Wimperfledermauskolonie als Grundlage für Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen. – Unveröff. Bericht i. A. Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe: 48pp.

Brosset, A., 1959. – Note sur *Myotis capaccinii* et sur *Myotis emarginatus*, chiroptère nouveau pour le Maroc. – Bull. Soc. Sci. nat. phys. Maroc 38: 85-59.

Brosset, A. & Caubère, B., 1959. – Contribution à l'étude écologique des chiroptères de l'ouest de la France et du Bassin Parisien. – Mammalia 23 : 180-238.

Bürger, K. & Dröschmeister, R., 2001. – Naturschutzorientierte Umweltbeobachtungen in Deutschland; ein Überblick. – Natur u. Landschaft 76(2): 49-57.

Caglar, M., 1961. – *Myotis e. emarginatus* (Geoffroy, 1806), in der europäischen Türkei. – Revue Fac. sci. Univ. Istanbul, série B, 26 (3-4): 107-109.

Calandra, V., 1985. – Associazione coloniale in una nursery di *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber) con *M. emarginatus* (Geoff.) Chiroptera. – S. It. E. Atti, Ecologia 5:714. (in Italienisch, englische Zusammenfassung).

de la Fontaine, A., 1869. – Faune du pays de Luxembourg, première partie: Mammifères. – Soc. Sc. nat. G.-D. Luxembourg 10: 1867-1868.

Dietz, M., Frank, R. & Pir, J.B., 1999. – The bat fauna of the 'Grünwald' forest in Luxembourg: a methodology approach. In: Harbusch, C. & Pir, J. (Eds). – Proc. 3rd European Bat Detector Workshop, 17-20 August 1996, Larochette (Lux.). – Trav. scient. Mus. nat. Hist. nat. Luxembourg 31: 107-118.

Duvergé, P. L., 1996. – Foraging activity, Habitat Use, Development of Juveniles and Diet of the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774) in South-West England. – PhD thesis University of Bristol, UK: 310pp.

Entwistle, A.C., Racey, P.A. & Speaksman, J.R., 1997. – Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. – Journal of Applied Ecology 34: 399-408.

Esche, M., Kohl, B., Kretzschmar, F. & Liegl, A., 1989. – Flight activities of a summer colony of *Myotis emarginatus*. – In : Hanák, V., Horacek, I. & Gaisler, J., – European Bat Research 1987. – Charles University Press, Praha : 620.

Faber, R., 1971. – Climatologie du Grand-Duché de Luxembourg. – Publ. Musée d'Hist. Naturelle & Soc. Nat. Lux.: 45pp.

Faber, T. & Meisch C., 1978. – Bilan provisoire du recensement des populations de chauves-souris au Grand-Duché de Luxembourg. – Bull. Centre Bag. Rech. Chiropt. de Belgique 5: 68-73.

Fairon, J., 2001. – Chauves-souris en Wallonie. Biodiversité, dynamique, bioindicateurs, conservation; Premiers résultats. – Les Naturalistes belges 82: 89-112.

Fairon, J., Gilson, R., Faber, T. & Meisch, C., 1982. – Cartographie provisoire de la faune chiroptérologique Belgo-luxembourgeoise. – Bulletin du Centre de Baguement et de Recherche des Chiroptères de Belgique 7: 125 pp.

Feldmann, R., 1963. – Erster Nachweis der Wimperfledermaus für Westfalen. – Natur und Heimat 23 (2): 60-64.

Ferrant, V., 1931. – Faune du Grand-Duché de Luxembourg. – Quatrième partie: mammifères, Imp. Buck: 115pp.

Gaisler, J., 1959. – Beitrag zum vergleichenden Studium des Flugapparates der Fledermäuse. – Zool. Listy 8 : 37-62.

Gaisler, J., 1971. – Zur Ökologie von *Myotis emarginatus* in Mitteleuropa. – Decheniana Beihefte 18: 71-82.

Gaisler, J., 1989. – The r-K selection model and life history strategies in bats. – In: Hanák, V., Horáček, I & Gaisler, J. (Eds.). – European Bat Research 1997, Charles University Press Praha: 117-124.

Gaucher, P., 1995. – First record of Geoffroy's bat *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) in Saudi Arabia. – Mammalia 59 (1): 149-151.

- Gebhard, J., 1991. – Unsere Fledermäuse. – Veröff. Naturhist. Museum Basel Nr 10: 56pp.
- Gebhard, J., 1995. – *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – In: Hausser, J. (ed.): – Säugetiere der Schweiz. – Denkschr. Schweiz. Akad. Naturw. Band 103, Birkhäuser Verlag Basel: 109-112.
- Gebhard, J., 1997. – Fledermäuse. – Birkhäuser Verlag, Basel: 381 S.
- GEML, 1993. – Atlas des Mammifères sauvages de Lorraine. – Editions de l'Est : 153pp.
- Gisbert, J. & Melendro, J., 1978. – Datos sobre el *Myotis emarginatus* en la Península Ibérica. – Doñana, Acta Vertebrata 5: 113-114.
- Glas, G. H., 1986. – Atlas van de Nederlandse Vleermuizen 1970-1984, alsmede een vergelijking met vroegere gegevens. – Zoölogische Bijdragen Nr 34, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden: 97pp.
- Goguyer, G. & Gruet, M., 1957. – Observation d'une parturition chez *Myotis emarginatus*. – Mammalia 21 (2): 97-110.
- Gottschalk, C., 1989. – Eigenschaften ostthüringischer Fledermausquartiere. Populationsökologie von Fledermausarten. – Wiss. Beitrag der Universität Halle, Bd. 20: 119-126.
- Güttinger, R., 1994. – Ist in Mitteleuropa das Klima der primär begrenzende Faktor für das Vorkommen von Fortpflanzungskolonien des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*)? – Ber. St. Gall. Naturw. Ges. 87 : 87-92.
- Hamon, B., 1991. – Note sur la répartition et l'écologie du Vespertilion à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806) en Franche-Comté. – Soc. d'Hist. Nat. pays de Montbéliard: 177-188.
- Hanák, V., 1962. – Bericht über das Vorkommen der Großen Hufeisennase, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) und der Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) in Mittelböhmen. – Lynx (s.n.) 1, Praha: 21-22 (in Tschechisch, deutsche Zusammenfassung).
- Hanák, V., 1964. – Zur Kenntnis der Fledermausfauna Albaniens. – Vest. cs. Spolec. zool., Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae, 28 (1): 68-88.
- Hanák, V. & Figala, J., 1963. – Neue Funde der Großhufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) und der Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*) in Böhmen. – Cas. Nár. musea, odd. přír. 132: 34-38 (in Tschechisch, englische Zusammenfassung).
- Harbusch, C., 1992. – Erfassung der Fledermäuse in ausgewählten Gemeinden Luxemburgs. – Unveröff. Bericht im Auftrag des Naturhistorischen Museums Luxemburg: 71pp.
- Harbusch, C., Engel, E. & Pir, J.B., 2002. – Die Fledermäuse Luxemburgs. – FERRANTIA 33: 152pp.

- Harmata, W., 1960. – Ethological and ecological observations made on bats (Chiroptera) of the Wolski forest near Cracow. – Zes. nauk. Uniw. Jag. Krakow, Zool. 5(33): 163-203
- Harmata, W., 1962. – Seasonal rhythmicity of behaviour and the ecology of bats (Chiroptera) living in some old buildings in the district of Cracow. – Zes. nauk. Uniw. Jag. Krakow, Zool. 7 (58): 149-179.
- Harmata, W., 1969. – The thermopreferendum of some species of bats (Chiroptera). – Acta Theriol. 14: 49-62.
- Harmata, W., 1973. – The thermopreferendum of some species of bats in natural conditions. – Prace zoologiczne 19 : 127-141.
- Harmata, W. & Trzaska, J., 1958. – New posts of the bat *Myotis emarginatus* Geoffroy in Southern Poland. – Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellonskiego, Zoologia 19 (3): 223-228. (In Polish, Englische Zusammenfassung).
- van Heerdt, P.F. & Sluiter, J. W., 1961. – New data on longevity in bats. – Nat. Maandblad 50: 36-37.
- Heidinger, F., Vogel, S., & Metzner, W., 1989. – Thermoregulatory behaviour in a maternity colony of *Myotis myotis*. – In: Hanak, V., Horacek, I. & Gaisler, J. (Eds). – European Bat Research 1987: 189-190.
- Horacek, I., 1971. – To the occurrence of the Geoffroy bat, *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 in Bohemia. – Lynx (s.n.) 12, Praha: 37-42. (in Tschechisch, englische Zusammenfassung).
- Huet, R., Arthur, L., Del Giudice, N. & Lemaire, M., 2004. – Territoire et habitats de chasse du Vespertilion à oreilles échancrées: premiers résultats de radiopistage dans le Cher (France). – Symbiosis 10:
- Issel, W., 1950. – Zur Kenntnis der Gewimperten Fledermaus *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) in Mitteleuropa. – Bonn. Zool. Beitrag H. 1(1): 2-10.
- Issel, B. & Issel, W., 1953. – Zur Verbreitung und Lebensweise der Gewimperten Fledermaus, *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – Säugetierkundliche Mitteilungen Bd 2(1):145-148.
- IUCN, 2003. – The IUCN Red List of Threatened Species. – <http://www.iucnredlist.org/>
- Jerabek, M., 2002. – Vorge stellt: Wimperfledermaus – *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – Bat Journal Austria, Dezember 2003: 3-5.
- Jones, G., 1990. – Prey selection by the Greater Horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): optimal foraging by echolocation? – J. Animal Ecology 59: 587-602.
- Kapteyn, K., 1995. – Vleermuizen in het landschap. – Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. – Schuyt & Co Uitgevers, Haarlem: 221pp.
- Kepka, O., 1961. – Über die Verbreitung einiger Fledermäuse in der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 91: 58-76.
- Kerth, G. & Reckardt, K., 2003. – Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. – Proc. R. Soc. Lond. B 270: 511-515.

- Konkurewicz, T., 1990. – *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland; the past, present status and the perspectives. – *Myotis* Bd 28: 73-82.
- König, C., 1961. – Schleiereule, *Tyto a. alba* Scop., „schlägt“ fliegende Fledermäuse. – *Beitr. zur Vogelkunde*, 7: 229-233.
- König, C. & Epple, A., 1957. – Die Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) auch in der Pfalz. – *Säugetierk. Mitt.* 5: 123-124.
- Krull, D., 1988. – Untersuchung zu Quartieransprüchen und Jagdverhalten von *Myotis emarginatus* im Rosenheim Becken. – Unveröff. Diplomarbeit. L.-M. Universität München: 94pp.
- Krull, D., Schumm, A. & Metzner, W., 1989. – Foraging and echolocation in the notch-eared bat (*Myotis emarginatus*) in southern Bavaria. – In: Hanak, V., Horacek, I. & Gaisler, J. (Eds.). – *European Bat Research 1987*: 298.
- Krull, D., Schumm, A., Metzner, W. & Neuweiler, G., 1991. – Foraging areas and foraging behaviour in the notch-eared bat, *M. emarginatus*. – *Behav.Ecol.Sociobiol.* 28: 247-253.
- Krzanowski, A., 1973. – Numerical comparision of Vespertilionidae and Rhinolophidae (Chiroptera: Mammalia) in the owl pellets. – *Acta zool. Cracov.* 18(6): 133-140.
- LFU 2003. – Kartieranleitung für Arten der FHH-RL. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. - <http://www.bayern.de/lfu/natur/natura2000/kartieranleitung.htm>
- McAney, K. & Fairley, J. S., 1989. – Analysis of the diet of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* in the West of Ireland. – *J. Zool. London* 217: 491-498.
- McAney, C., Shiel, C., Sullivan, C. & Fairley, J., 1991. – The analysis of bat droppings. – *The Mammal Society, London Publ. No 14*: 48pp.
- Menu, H., 1969. – Recherches sur les chiroptères de l'Aisne et de la Marne. – *Ann. Méd. et ARERS* 7:13-28.
- Ministerie van den Vlaamse Gemeenschap/natuurpunt, 2001. – Vleermuizen en de habitatrichtlijn in Vlaanderen. – (Species Action Plan E.U.): 14pp.
- Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Krystufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J.B.M., Vohralik, V. & Zima, J., 1999. – *The Atlas of European Mammals*. – Academic Press, London: 484pp.
- Müller, E., (Hrsg.), 1993. – Fledermäuse in Baden-Württemberg II – Eine Kartierung durch die AG Fledermausschutz Baden-Württemberg in den Jahren 1986-1992. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.*, Karlsruhe: 9-96.
- Nesvadbová, J. & Zukal, J., 1993. – Abundance and activity of a large *Myotis emarginatus* nursery colony. – In: 6th European Bat Research Symposium. – *European Bat Research Organization 1993*, Évora: 20.

Neuweiler, G., 1993. – Biologie der Fledermäuse. – Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York: 350pp.

Pandurska, R., 1999. – Present distribution, status and site preferences of *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 in Bulgaria. – In: Cruz, M. & Kozakiewicz (Ed.). - Bats & Man. Million Years of Coexistence. – Abstracts VIIIth European Bat Research Symposium, 23-27 August 1999, Poland: 45.

Pandurska, R., 2000. – Present distribution, status and site preferences of *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 (Chiroptera: Vespertilionidae) in Bulgaria. – In: Woloszyn, B.W. (Ed.). – Proc. VIIIth EBRs, vol. 1, Approaches to Biogeography and Ecology of Bats: 165-174.

Pandurska-Whitcher, R. & Pandourski, I., 2002. – Bats in Bulgaria, with an emphasis on Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*). Bat Research News 43 (1): 1-4.

de. Paz, O., 1985. – Note on the distribution of the Geoffroy's bat *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) in the Iberian Peninsula. – Doñana, Acta Vertebrata 12 (2): 333-334.

Pieper, H., 1978. – *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839) in Griechenland und Bemerkungen zu einigen weiteren Arten (Chiroptera: Vespertilionidae). – Z. Säugetierkunde 43(1): 60-61.

Pir, J., 1994. – Etho-Ökologische Untersuchung einer Wochenstubenkolonie der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*, Schreber 1774) in Luxemburg. – Unveröff. Diplomarbeit am FB Biologie der J.-L. Universität Giessen : 90pp.

Pir, J.B., 1996. – Répartition et statut des Rhinolophidés (Mammalia, Chiroptera) au Luxembourg. – Bull. Soc. Nat. Luxemb. 97 : 147-154.

Pir, J.B., 1998. – Erfassung der Jagdhabitats und Überwachung der biologischen Abläufe einer Wochenstube der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*, Schreber 1774) in Luxemburg. – Unveröffentlichter Bericht i. A. des Centre de Recherche Scientifique MNHN, Luxembourg: 15pp.

Pir, J.B., 1999. – Insect availability in the foraging areas and prey selection by the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Luxembourg. – In: Cruz, M. & Kozakiewicz (Ed.). – Bats & Man. Million Years of Coexistence. – Abstracts VIIIth European Bat Research Symposium, 23-27 August 1999, Poland: 50-51.

Pottier, T. & Demarest, T., 1992. – Grand Rhinolophes et Vespertillions à oreilles échancrées en Seine-Maritime. – Le Petit Lérot 41: 16-17.

Racey, P.A. & Speakman, J.R., 1987. – The energy costs of pregnancy and lactation in heterothermic bats. – Symp. Zool. Soc. London 57 : 107-125.

Ransome, R.D., 1989. – The influence of birth timing on the growth and subsequent survival of juvenile greater horseshoe bats. – In: Hanák, V., Horáček, I & Gaisler, J. (Eds.). – European Bat Research 1997, Charles University Press Praha: 191-192

- Reiser, E., 1998. – Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie von *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) im südlichen Pfälzerwald. – Unveröff. Diplomarbeit Universität Saarland: 83pp.
- Reiter, G., 2002. – Ökologie, Öko-Ethologie und Naturschutzansprüche der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) in Österreich. – PhD Zool. Inst. Universität Salzburg.
- Richarz, K., Krull, D. & Schumm, A., 1989. – Quartieransprüche und Quartierverhalten einer mitteleuropäischen Wochenstubenkolonie von *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) im Rosenheimer Becken, Oberbayern mit den Hinweisen zu den derzeit bekannten Wochenstubenquartieren dieser Art in der BRD. – *Myotis* Bd 27: 111-130.
- Richarz, K. & Limbrunner, A., 1992. – Fledermäuse – Fliegende Koblde der Nacht. – Franckh-KosmosVerlag, Stuttgart: 192pp.
- Roer, H., 1993. – Die Fledermäuse des Rheinlandes 1945-1988. – *Decheniana* 146: 138-183.
- Roer, H. & Gudendorf, P., 1994. – Untersuchungen an einer im Moseltal/Luxemburg ansässigen Kolonie der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) mit besonderer Berücksichtigung der Populationsentwicklung 1982-1992. – *Folia Zoologica* 43(4) : 411-416.
- Roesgen, F. & Pir, J., 1990. – Untersuchungen zum Hangverhalten winterschlafender Fledermäuse in einer Naturhöhle. – *Dendrocopos* 17, 11-14.
- Rudolph, B.-U. & Liegl, A., 1990. – Sommerverbreitung und Siedlungsdichte des Mausohrs *Myotis myotis* in Nordbayern. – *Myotis* 28: 19-28.
- Rossiter, S.J., Jones, G., Ransome, R.D. & Barratt, E.M., 2000. – Parentage, reproductive success and breeding behaviour in the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). – *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 267: 545-551.
- Rossiter, S.J., Jones, G., Ransome, R.D. & Barratt, E.M., 2001. – Outbreeding increases offspring survival in wild greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). – *Proc. R. Soc. Lond. B* 268: 1055-1061.
- Rossiter, S.J., Jones, G., Ransome, R.D. & Barrat, E.M., 2002. – Relatedness structure and kin-biased foraging in the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). – *Behav. Ecol. Sociobiol.* 51: 510-518.
- Sachs, L., 1993. – Statistische Methoden. – Springer Verlag: 312pp.
- Saint-Girons, M.-C., 1973. – Les mammifères de France et du Benelux. – DOIN, éditeurs Paris: 481pp.
- Schäfer, H., 1998. – Untersuchung zur Quartiersituation des Großen Mausohrs, *Myotis myotis* (Borkhausen 1797), in Hessen. – unpubl. Wiss. Arbeit, 1. Staatsprüfung Lehramt, FB Biologie, Justus-Liebig Universität Giessen: 78pp.
- Schmidt, E. & Topál, G., 1970/71. – Fledermausfunde in Eulengewöllen aus Ungarn. – *Vertebr. Hung.*, 12: 93-102. (in ungarisch, mit deutscher Zusammenfassung)

Schober, W. & Grimmberger, E., 1998. – Die Fledermäuse Europas – Kennen, Bestimmen, Schützen. – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart: 265pp.

Schofield, H. W., 1996. – The Ecology and Conservation Biology of *Rhinolophus hipposideros*, the Lesser Horseshoe bat. – PhD thesis, University of Aberdeen, UK: 197pp.

Schumm, A., 1988. – Echoortungsoptimierung bei *Myotis emarginatus*: Die Anpassung der Ultraschalllaute an verschiedene Jagdhabitate und -strategien. – Unveröff. Diplomarbeit L.-M. Universität München: 100pp.

Schumm, A., Krull, D. & Neuweiler, G., 1991: – Echolocation in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus*. – Behav. Ecol. Sociobiol. 28: 255-261.

Sluiter, J.W. & Bouman, M., 1951. – Sexual maturity in bats of the genus *Myotis*. – 1. Size and histology of the reproductive organs during hibernation in connection with age and wear of the teeth in female *Myotis myotis* and *Myotis emarginatus*. – Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam, Serie C, 54 (5): 594-601.

Sluiter, J.W., 1954. – Sexual maturity in bats of the genus *Myotis*. – 2. Females of *M. mystacinus* and supplementary data on female *M. myotis* and *M. emarginatus*. – Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam, Serie C, 57 (5): 696-700.

Sluiter, J. W. & van Heerdt, P. F., 1957. – Distribution and decline of bats populations in S. Limburg from 1942 till 1957. – Overdruck uit het Natuurhistorisch Maandblad, 46 (11/12): 134-143.

Sluiter, J. W. & van Heerdt, P. F., 1959. – The results of bat banding in the Netherlands in 1958. – Overdruk uit het Natuurhistorisch Maandblad, 48 (7/8): 96-98.

Sluiter, J.W., van Heerdt, P.F. & Gruet, M., 1971. – Paramètres de population chez le Grand Rhinolophe Fer-à-cheval (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber), estimés par la méthode des reprises après baguages. – Mammalia 35 (2): 254-272.

Spitzenberger, F. & Bauer, K., 1987. – Die Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 (Mammalia, Chiroptera) in Österreich. – Mammalia Austriaca 13. - In: Mitt. Abt. Zool. Landesmuseum Joanneum H. 40: 41-64.

Spitzenberger, F. & Bauer, K., 2001. – Die Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806). – In : Spitzenberger F. – Die Säugetiere Österreichs , Grüne Reihe des BLFUW, Bd. 13: 205-211.

Topál, G., 2001. - *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) – Wimperfledermaus. – In : Niethammer, J. & Krapp, F. (Hrsg.). – Handbuch der Säugetiere Europas. Bd 4/I. Fledertiere I, AULA-Verlag : 367-404.

Tress, C., Tress, H. & Henkel, F., 1985. – Die Wochenstube des Mausohrs *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) in Südthüringen. – Säugetierkundliche Informationen 2: 269-276.

Umweltbundesamt Österreich, 2003. Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000 - Schutzgüter. – T. Ellmauer (Hrsg.), Federal Environment Agency Austria: 267pp.

Veith, M., 1988. – Felsüberwinternde Fledermäuse im RGBZ Koblenz: faunistische Analyse einer regionalen Chiropterenzönose. – Fauna Flora Rheinland-Pfalz 5 (1): 44-91.

Vergoossen, W.G., 1992. – Een Kraamkamer van de Ingekorven Vleermuis in Midden-Limburg. – Natuurhistorisch Maandblad (Limburg) 81/4: 66-74.

Vergoossen, W.G. & Buys, J.C., 1997. – Ingekorven vleermuis *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – In: Limpens, H., Mostert, K. & Bongers, W., (Hrsg.). – Atlas van de Nederlands vleermuizen, KNNV Uitgeverij, Utrecht: 83-90.

Vornatscher, J., 1971. – Ergebnis eines Beringungsversuches an *Myotis emarginatus*. – Decheniana-Beihefte 18: 63-66.

Weinreich, J.A. & Voshaar, J.H.O., 1992. – Population trends of bats hibernating in marl caves in the Netherlands. – Myotis Bd 30: 75-84.

Wolz, I., 1992. – Zur Ökologie der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818) (Mammalia: Chiroptera). – PhD F.-A. Universität Erlangen-Nürnberg: 147 pp.

Zahn, A. & Henatsch, B., 1998. – Bevorzugt *Myotis emarginatus* kühlere Wochenstuben als *Myotis myotis*? – Z. Säugetierkunde 63: 26-31.

Zava, B. & Catalano, E., 1986. – Notes sur la présence de *Myotis nattereri* (Kuhl, 1818) et de *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) en Sicile. – Mammalia 50 (1): 111-114.

Zukal, J., 1994. – Aktivita, echolokace a lovecké chování *Myotis emarginatus*. – PhD Fakulta Masarykovy Univer. Brno: 103 pp. (in tschechisch, englische Zusammenfassung)

8. Anhang

I. Liste der Fledermäuse Luxemburgs

II. Erfassungsbögen ausgewählter Wimperfledermausquartiere

III. Ergebnisse der Ausflugzählungen in Bech-Kleinmacher 2003

IV. Übersichtstabelle der erfaßten Quartierparameter

V. Werte der Temperaturmessungen in sechs ausgewählten Wimperfledermausquartieren

V.1. Übersicht

V.2. Mittlere Außen- und Hangplatztemperaturen

V.3. Hangplatztemperaturen zu verschiedenen Tageszeiten

V.4. Mittlere Temperaturwerte während verschiedener Reproduktionsphasen

VI. Graphische Darstellung von Hangplatz- und Außentemperatur mittels Regressionsgeraden in sechs ausgewählten Wimperfledermausquartieren zu verschiedenen Tageszeiten

VI.1. Uhrzeit 3:00

VI.2. Uhrzeit 7:00

VI.3. Uhrzeit 14:00

VI.4. Uhrzeit 18:00