

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen   |
| <b>Herausgeber:</b> | Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen   |
| <b>Band:</b>        | 39 (1994)   |
| <br>                |   |
| <b>Artikel:</b>     | Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäusen ( <i>Myotis daubentonii</i> Kuhl, 1819) am Winterquartier |
| <b>Autor:</b>       | Harrje, Carsten   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-584793">https://doi.org/10.5169/seals-584793</a>   |

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii* Kuhl, 1819) am Winterquartier**

**von**

**Carsten Harrje**

**Zusammenfassung:** Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mehr über die ökologische Bedeutung von unterirdischen Stollenquartieren zu erfahren, in denen fast das ganze Jahr über Wasserfledermäuse anzutreffen sind. Einmal jährlich wurden deshalb seit 1988 noch aus dem zweiten Weltkrieg stammende Kieler Luftschutzstollen auf überwinternde Fledermäuse hin untersucht. Zur Überwachung der Flugaktivität im Jahresverlauf wurde an einem der Stollen eine Lichtschranke installiert. Im Winter 1993/1994 wurde in demselben Stollen das Winterschlafverhalten von markierten Wasserfledermäusen auf über 150 Kontrollen überwacht.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Durch jährliche Kontrollzählungen konnte gezeigt werden, dass die in den Stollen zum Teil frei hängend überwinternden Wasserfledermäuse in den zurückliegenden zwanzig Jahren stark zugenommen hatten.
2. Mit Hilfe der Lichtschranke konnte festgestellt werden, dass es neben einer Einflugphase im Herbst zu Beginn des Winterschlafes und einer Ausflugphase im Frühjahr nach Beendigung des Winterschlafes noch zwei weitere Schwärmphasen im Sommer gibt. Im Mai / Juni wurde eine Frühsommerschwärmpphase registriert, im August / September eine Spätsommerschwärmpphase, die sich mit der Herbst-Einflugphase zeitlich überschnitt.
3. Während der Sommerschwärmphasen wurden in jeder Nacht andere Fledermäuse beobachtet. Durch die Markierung konnte festgestellt werden, dass an der Frühsommerschwärmpphase ausschliesslich solche Männchen beteiligt waren, die bereits vorher im Stollen Winterschlaf gehalten hatten. An der Spätsommerschwärmpphase, die

durch eine höhere Flugaktivität gekennzeichnet ist, war die gesamte Population beteiligt; Jungtiere waren deutlich überrepräsentiert.

4. Die Wasserfledermausweibchen begannen vor den Männchen mit dem Winterschlaf, ebenso schwerere Tiere vor den leichteren. Jungtiere schliefen erst deutlich später ein (Ende September bis Anfang Oktober).

5. Im untersuchten Stollen schliefen im Winter 1993/1994 169 Wasserfledermäuse. Das Geschlechterverhältnis war mit 47 % Männchen und 53 % Weibchen fast ausgeglichen.

6. In der Vorbereitungszeit auf den Winterschlaf nahm das Körpergewicht der Wasserfledermäuse sehr schnell um über 30 % zu. Die Gewichtsabnahme im Laufe der Winterschlafperiode verlief gleichmäßig (30 mg/Tag), am Ende hatten die Tiere etwa 40 % des Gewichtes verloren, das sie zu Beginn des Winterschlafes hatten.

7. Die Tiere wachten in regelmässigen Zeitabständen während des Winterschlafes auf und suchten sich neue Hangplätze. Die Abstände zwischen den Euthermiephasen vergrösserten sich im Verlauf des Winters. Klimatische Gründe sind dafür vermutlich nicht verantwortlich zu machen. Gegen Ende des Winters versteckten sich die Tiere weniger. Zudem suchten sie vermehrt Hangplätze in Eingangsnähe auf. Die Wahl der Schlafplätze erfolgte nicht zufällig, sondern wurde mehr von individuellen Vorlieben geprägt.

8. Wasserfledermäuse paaren sich in den Wintermonaten während der Wachphasen im Winterquartier. Die Hauptpaarungszeit liegt im Herbst. Die Tiere verhielten sich promiskuitiv.

## 1. Einleitung

Diese Untersuchung ist im Rahmen einer Diplomarbeit an der Kieler Christian-Albrechts-Universität entstanden.

Ziel der Arbeit war es, durch Untersuchungen an Wasserfledermäusen eines Kieler Stollens mehr über die Bedeutung von Winterquartieren zu erfahren, denen als Teillebensraum der Art grosses Gewicht beizumessen ist. Die günstigen Untersuchungsbedingungen in den Kieler Stollen waren eine Voraussetzung dafür, die zum Teil unvollständigen und sich widersprechenden Angaben in der Literatur an einer kleinen, überschaubaren Population zu überprüfen.

Im Vordergrund der Untersuchung standen neben der saisonal unterschiedlichen Nutzung der Stollenquartiere durch Wasserfledermäuse auch deren Populationsstrukturen während dieser Zeiten und die Bindung des Einzeltieres an das Winterquartier. Ein weiteres Ziel war

die Beschreibung von Aktivitätsmustern und Verhaltensweisen während der sechsmonatigen Schlafperiode im Winter.

Die Wasserfledermaus ist die einzige Fledermausart, die von dem dramatischen Bestandsrückgang der Fledermäuse in Mitteleuropa nicht so stark betroffen war (DAAN 1980, v. HELVERSEN et al. 1987). Auch in Schleswig-Holstein gehört die Wasserfledermaus zu den häufigsten und am weitesten verbreiteten Arten (BORKENHAGEN 1993), ist jedoch in der "Roten Liste" als "gefährdet" aufgeführt.

Als einzige Art scheint sie von der Umgestaltung der Landschaft und der Eutrophierung der Seen und Flüsse profitiert zu haben. Infolge leichter Beobachtbarkeit an Gewässern bei gleichzeitig sicherer Ansprache nach visuellen Merkmalen im Jagdflug (VIERHAUS & KLAWITTER 1988) ist ihre weite Verbreitung vielfach belegt.

Mit dieser Arbeit soll auf die Bedürfnisse und Ansprüche der Wasserfledermäuse aufmerksam gemacht werden, die mehr als die Hälfte ihres Lebens in diesen Winterquartieren verbringen und deren Überleben direkt an das Vorhandensein entsprechender Quartiere geknüpft zu sein scheint.

## 2. Die Stollen

Im Kieler Stadtgebiet sind noch etwa zwanzig Luftschutzstollen vorhanden, die gegen Ende des zweiten Weltkrieges entstanden sind, als der Bombenkrieg gegen den Kieler Kriegshafen und die Werftanlagen ständig zunahm (Abb. 1).

Die Stollenanlagen standen lange Zeit offen, so dass Fledermäuse im Laufe der Jahre damit begannen, die Anlagen als Überwinterungsquartiere zu nutzen. Die Länge der Stollen ist recht unterschiedlich, die grösste Kieler Anlage war bis zu ihrer Verfüllung im Winter 1993 / 1994 über 1.3 Kilometer lang (Abb. 2, 3). Die Innenmasse betragen etwa zwei mal zwei Meter. Die Bunkeranlagen sind alle in einen Erdhang gebaut und haben eine Überdeckung von mehr als zehn Metern. Die Wände und die Decke der im Untertagebau gegrabenen Anlagen wurde mit Betonfertigelementen ausgesteift. Zwischen diesen

zwanzig Zentimeter breiten Elementen blieb ein konischer, bis zu elf Zentimeter breiter Zwischenraum frei, der heute von den Fledermäusen als bevorzugter Hangplatz aufgesucht wird (Abb. 4).

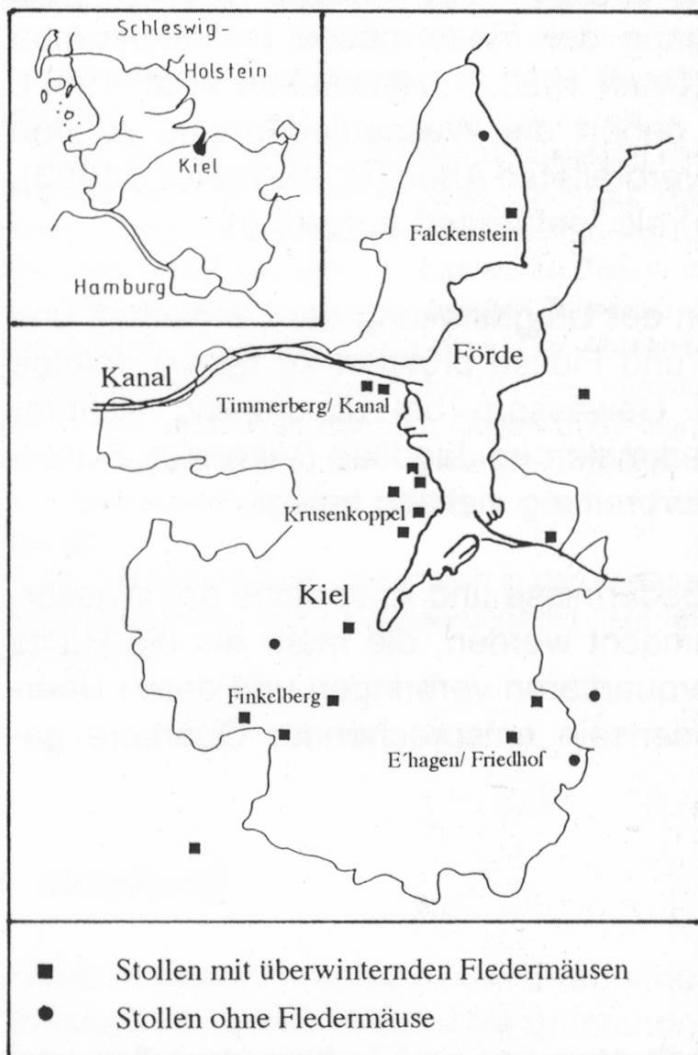


Abbildung 1: Verteilung der Stollen im Stadtgebiet von Kiel

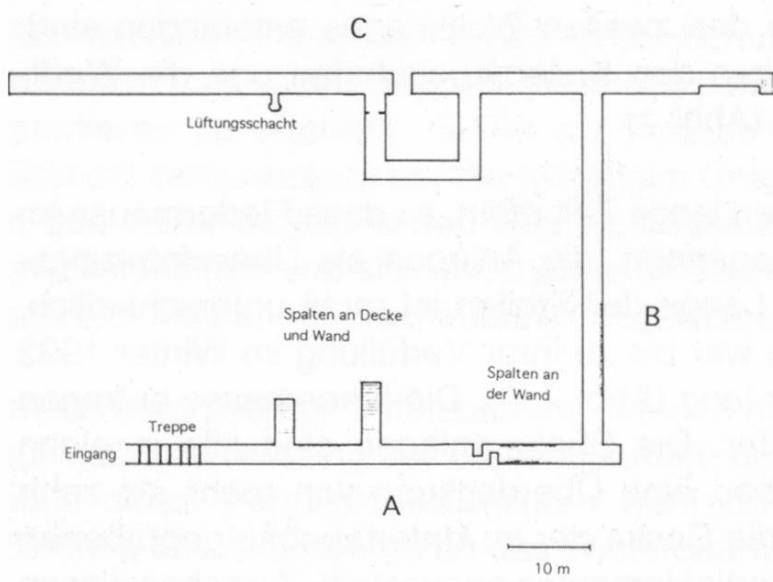


Abbildung 2: Plan des Stollen "Krusenkoppel", Kiel. 240 m lang, davon ca. 27 m mit offenen Spalten zwischen den Segmenten

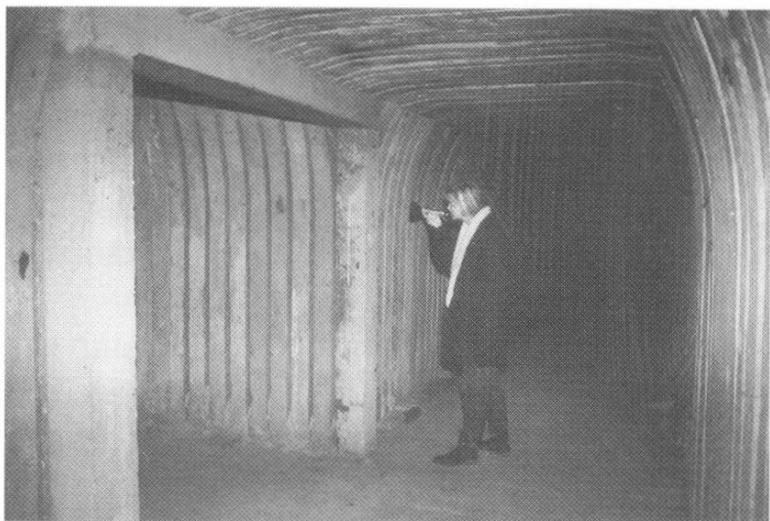


Abbildung 3: Stollengänge



Abbildung 4: In Deckenspalten überwinternde Wasserfledermäuse

Seit einem Sicherungsprogramm in den 80er Jahren sind die Stollen durch stabile Stahltüren verschlossen, so dass Unbefugten der Zutritt verwehrt ist. Als Lüftungsloch wurden Rohre von zwölf Zentimeter

Durchmesser in die Türrahmen einbetoniert, die den Fledermäusen als Einflugöffnung dienen.

Nach Ende des "Kalten Krieges" galt die weitere Vorhaltung der Stollen für den "Ernstfall" als unwirtschaftlich, weshalb einige Stollen bereits verfüllt worden sind und die Zukunft weiterer Anlagen ungewiss ist.

**Kleinklima:** Im Jahresverlauf unterliegt das Kleinklima in den Stollen nur sehr geringen Schwankungen. Sickerwasser tropft an mehreren Stellen in die Stollen, so dass überall eine Luftfeuchte von etwa 100 % gemessen werden kann. Im winterkalten Eingangsbereich kondensiert ständig Wasser aus der relativ warmen, gesättigten Stollenluft.

Eine geringe, kontinuierliche Luftbewegung wird durch die Temperaturunterschiede der Stollenluft gegenüber der Außenluft verursacht. Dadurch wird ein ständiger Gasaustausch durch die Lüftungsschächte und die Lüftungsrohre im Eingangsbereich gewährleistet. Luftdruckschwankungen und Sturm oberhalb des Stollens können den Luftaustausch verstärken. Wegen des insgesamt geringen Luftaustausches kann man die Stollen zum klimatisch statischen Höhlentyp rechnen (vgl. NIEUWENHOVEN 1956).

Die Stollenlufttemperaturen sind weitgehend konstant, sie liegen in den grösseren Anlagen im Winter zwischen 8.5 °C und 9.7 °C, in den kleineren Anlagen bei 8 °C. Im Bereich unmittelbar hinter den Eingangstüren kann die Wintertemperatur 2 bis 3 ° unter diesen Werten liegen, während sich dieser Bereich im Sommer kurzzeitig bis auf 20 °C erwärmen kann. Die Lufttemperaturen in den Stollen schwanken im Jahresverlauf in allen Bereichen, bis auf den unmittelbaren Türbereich, um weniger als 1 °.

### 3. Material und Methode

Seit 1988 wurden die Stollen, in denen Fledermäuse zu erwarten waren, jährlich im Februar begangen, um die Grösse des Überwinterungsbestands festzustellen. Zum Zählen der schlafenden Fledermäuse wurde jeder einzelne Spalt mit einer Taschenlampe ausgeleuchtet (Abb. 3). In einigen Kieler Stollen suchten PIEPER & WILDEN (1980) in den Wintern 1976/77 und 1978/79 bereits systematisch nach Fledermäusen. Auch damals wurden die Spalten einzeln ausgeleuchtet.

Von September 1993 bis Mitte April 1994 wurden in der Stollenanlage "Krusenkoppel" die sichtbar schlafenden Tiere alle 48 Stunden gezählt; im Stollen "Timmerberg / Kanal" im gleichen Zeitraum alle fünf Tage.

Im Januar 1991 wurde am Lüftungsrohr der Anlage "Krusenkoppel" eine Lichtschranke installiert, die Anzahl und Laufrichtung der Fledermäuse registrierte, die in den Stollen kamen oder ihn verließen (Abb. 5). Die Flugereignisse wurden von einem umgebauten, batteriegetriebenen Einplatinencomputer (Mikroprozessor vom Typ 8082 mit RAM und serieller Schnittstelle zu einem PC) mit Datum und Uhrzeit versehen und dann abgespeichert. Hierdurch war es möglich, die Flugaktivität und -intensität der hier ausschliesslich vorkommenden Wasserfledermäuse am Winterquartier im Jahresverlauf sichtbar zu machen.

Im August und September 1993 wurden fast täglich gegen Mitternacht ausschliesslich wache, gerade eingeflogene Wasserfledermäuse im Stollen mit einem Kescher gefangen. Die im Laufe des Winters bei den 48 Stundenkontrollen wach vorgefundenen Fledermäuse wurden ebenfalls gefangen und untersucht. Dabei wurde neben dem Gewicht (PESOLA-50 Gramm Federwaage) auch das Geschlecht bestimmt.



Abbildung 5: Eingang Krusenkoppel, Innenansicht mit Lichtschrankencomputer

Darüber hinaus wurden die Tiere mit Aluminiumringen des Museum Bonn markiert. Diese Klammern wurden so am Unterarm angebracht, dass die entscheidenden letzten Ziffern des Codes aussen lagen, also nicht von der Flughaut oder dem Fell verdeckt wurden und so jederzeit, auch bei schlafenden Tieren, abgelesen werden konnten. Insgesamt wurden 170 Tiere mit Ringen versehen.

Zum störungsfreien Ablesen des Ringcodes von in Spalten schlafenden Wasserfledermäusen wurde ein Boroskop (medizinisches Endoskop mit 90 ° Winkeloptik) der Firma Karl Storz, Tuttlingen benutzt. Ringnummern von freihängenden Fledermäusen wurden mittels eines Otoskopes (Firma Heine KG, Herrsching, Obb.) abgelesen. Mit Hilfe dieser Methode konnten Tiere im Verlauf des Winters an wechselnden Hangplätzen individuell erkannt werden.

Darüber hinaus gelangen bis zum Ende der Winterschlafperiode im April 1994 175 Wiederfänge von 85 Tieren, die im Gegensatz zu früheren Arbeiten nicht schlafend von der Wand genommen wurden, sondern während der Kontrollen gerade wach waren. Anhand dieser

Fänge konnte die Körpergewichtsentwicklung im Verlauf des Winters untersucht werden.

Die Hangplätze wurden im Stollen "Krusenkoppel" am Fussboden genau unter den schlafenden Tieren mit einer Kunststoffmarke markiert und im 48 Stunden Rhythmus kontrolliert. Zum Vergleich wurden die Hangplätze im Stollen "Timmerberg / Kanal" im Fünftagerhythmus kontrolliert.

Aus den protokollierten Daten konnte anhand einer Formel für beide Stollen die mittlere Hangplatzwechselsequenz für die Wasserfledermäuse während des Winterschlafes berechnet werden. Formel verändert nach DAAN (1973):

$$T = ( (N_i + N_{i+1}) * I ) / ( A_i + D_i )$$

T = Zeit zwischen zwei Hangplatzwechseln in Tagen

I = Kontrollintervall in Tagen

$N_i$  = Anzahl schlafende Tiere bei der letzten Kontrolle

$N_{i+1}$  = Anzahl schlafende Tiere bei der aktuellen Kontrolle

$A_i$  = Anzahl der Fledermäuse, die seit der letzten Kontrolle einen neuen sichtbaren Hangplatz aufgesucht haben.

$D_i$  = Anzahl der Fledermäuse, die seit der letzten Kontrolle ihren Hangplatz verlassen haben.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Langfristige Entwicklung des Bestands überwinternder Wasserfledermäuse in Kieler Stollen

Die Bestandsentwicklung von überwinternden Wasserfledermäusen in Kieler Stollen zeigt seit der Erstkontrolle 1977 steil nach oben (Abb. 6). In diesem Jahr überwinterten nur etwa 6 % des 1994 in den Stollen festgestellten Bestands. Seitdem hat die Überwinterungspopulation kontinuierlich zugenommen. Die Aussage zur Gesamtzahl wird allerdings dadurch relativiert, dass den jeweiligen Zählergebnissen eine unterschiedliche Anzahl von Stollen zugrunde liegt, da einige Anlagen neu zugänglich, andere dagegen verfüllt oder durch

Sanierungsarbeiten für Fledermäuse unattraktiv gemacht wurden. Die Gesamtentwicklung wird jedoch massgeblich durch die Bestandszunahme im Stollen "Finkelberg" (Abb. 7) bestimmt, der in jedem Jahr kontrolliert wurde und in dem es bislang keine grösseren baulichen Veränderungen gab. Durch seine Grösse und seine unverfüllten Spalten (Abb. 2) ist er für Fledermäuse so attraktiv, dass er 1994 mit fast 400 Tieren knapp die Hälfte der in Kiel gefundenen überwinternden Wasserfledermäuse beherbergte.

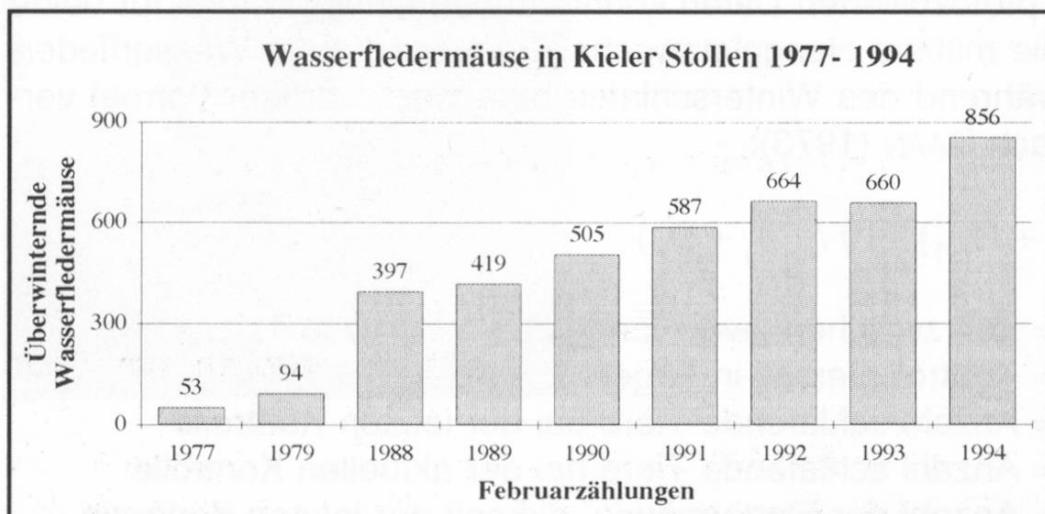


Abbildung 6: Bestandsentwicklung in Kieler Stollen seit 1977.



Abbildung 7: Bestandsentwicklung im Stollen Finkelberg seit 1977.

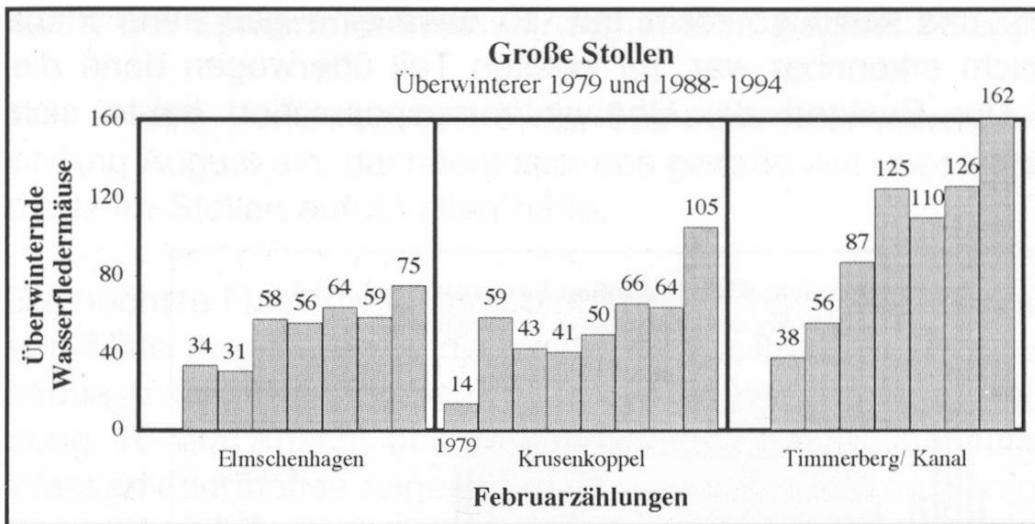


Abbildung 8: Bestandsentwicklung in grossen Stollen seit 1977.

Andere Fledermausarten treten in den Kieler Stollen als überwinternde Tiere kaum in Erscheinung. Einzelnachweise gibt es aus den letzten Jahren für das Braune Langohr (*Plecotus auritus*), die Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*), die Bartfledermaus (*Myotis brandti*) und die Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*).

#### 4.2. Die Flugaktivität am Stollenmundloch "Krusenkoppel" im Jahresverlauf

Bei der Betrachtung von Jahresübersichten der Flugaktivität von Wasserfledermausen am Stollen "Krusenkoppel" fallen in allen Untersuchungsjahren zur gleichen Jahreszeit wiederkehrende Aktivitätsgipfel auf, wie sie in Abbildung 9 für die Überwinterungssaison 1993 / 1994 dargestellt sind.

Es traten drei zeitlich klar voneinander trennbare Aktivitätsphasen auf, wenngleich aufgrund der Untersuchungen festgestellt werden konnte, dass sich zwei Phasen im August / September überlagerten. Sie konnten jedoch nur infolge des veränderten Verhaltens der Fledermause gegeneinander abgetrennt werden. Während der ersten dieser beiden Aktivitätsphasen entsprachen sich die Anzahlen der nächt-

lichen Ein- und Ausflüge recht gut, so dass eine gerichtete Flugaktivität nicht erkennbar war. Im zweiten Teil überwogen dann die Einflüge. Der Bestand der Überwinterungspopulation baute sich langsam auf.

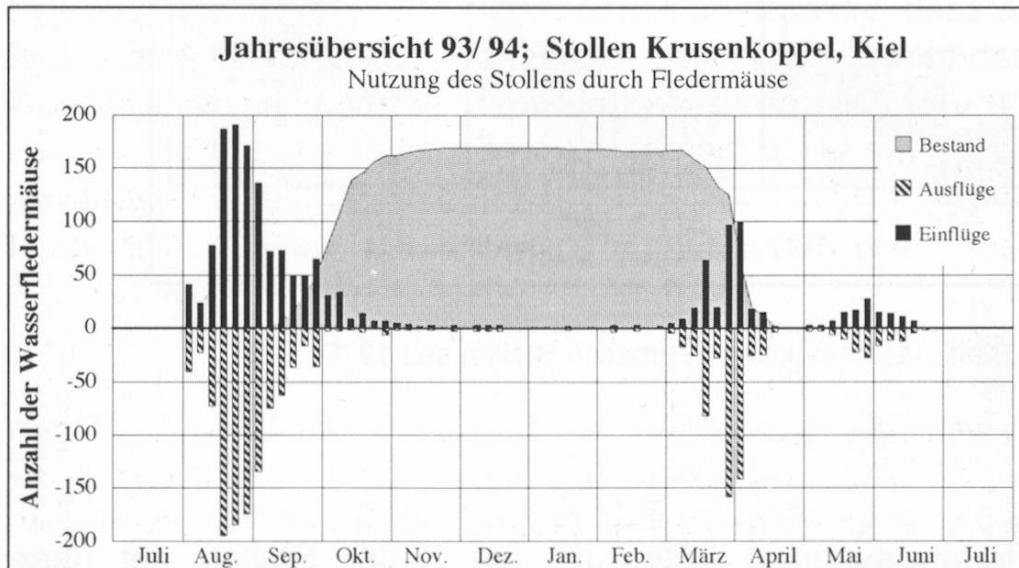


Abbildung 9: Die Säulen stellen Summen von Wasserfledermäusen dar, die innerhalb eines Fünftageintervalls in den Stollen einfliegen, bzw. ihn wieder verlassen. Die Differenzen der Summen bilden die Berechnungsgrundlage für den überwinternden Bestand. Der Bestand bis zum 31. Dezember wurde aufgrund des Überhangs einfliegender Tiere berechnet. Der Bestand vom 1. Januar bis zum Frühjahr ergibt sich rückwirkend aus dem Überhang ausfliegender Tiere. Deutlich sichtbar sind die drei zeitlich abgrenzbaren Perioden erhöhter Aktivität.

Um diese vier Flugaktivitätspeaks am Winterquartier besser beschreiben zu können, weise ich ihnen folgende Namen zu:

Von Anfang August bis Mitte September erstreckt sich die "**Spätsommerschwärmpphase**". Von Anfang September bis Mitte Oktober schliesst sich die "**Herbst-Einflugphase**" an. Ab Mitte März bis Mitte April findet die "**Frühjahrs-Ausflugphase**" statt. Von Anfang Mai bis Mitte Juni erstreckt sich die "**Frühsommerschwärmpphase**".

Im folgenden sollen die Ausprägungen der vier Phasen, die jeweilige Zusammensetzung der Fledermauspopulation und das jahreszeitlich spezifische Verhalten der Tiere beschrieben werden.

#### 4.2.1. Die Spätsommerschwärmpphase im August / September

Wie in den Vorjahren setzte die Spätsommerschwärmpphase 1993 Anfang August ein, nachdem sich den ganzen Juli über keine Fledermaus im Stollen aufgehalten hatte.

Die höchste Flugaktivität innerhalb dieser Phase fand 1992 und 1993 von Mitte August bis in die ersten Septembertage hinein statt. Als Mindestzahl für die am Schwärmen beteiligten Individuen ist in Abbildung 10 die Anzahl der sich gleichzeitig im Stollen aufhaltenden Wasserfledermäuse angegeben. In dieser Zeit hielten sich pro Nacht durchschnittlich etwa 10 Fledermäuse gleichzeitig im Stollen auf. Als maximale Bestandszahlen befanden sich am 31. August 1992 24 Fledermäuse und am 21. August 1993 35 Individuen gleichzeitig im Stollen. Da es auch später in der Nacht noch zu Ein- und Ausflügen kam, kann von einer weit über der Mindestbestandszahl liegenden Anzahl beteiligter Fledermäuse ausgegangen werden. Insgesamt kam es 1992 während der Spätsommerschwärmpphase zu 694 (1993: 1083) Ein- und Ausflügen.

Sowohl die nächtlichen Fledermaus-Maximalbestände, als auch die Anzahl der übertagenden Tiere und die Flugaktivität können stark schwanken, wie aus den Abbildungen 10 und 11 deutlich wird. Die am maximalen nächtlichen Fledermausbestand gemessene Aktivität, mit der die Tiere im Spätsommer am Stollen schwärmt, wurde beispielsweise am 21./22. August sehr durch die starken Regenfälle beeinflusst, wie aus dem entsprechenden Flugdiagramm ersichtlich ist.

Während der Spätsommerschwärmpphase 1993 konnten an neun Tagen 57 Individuen gefangen und markiert werden. 16 davon (28 %) konnten innerhalb dieser Zeit mehrfach wiedergefangen werden, hatten sich also mehrfach an den Ein- und Ausflügen beteiligt. Dabei wurde ein statistisch signifikantes Übergewicht der Männchen festgestellt (51 ♂♂ : 26 ♀♀) (siehe Kapitel 4.3.2.).

Die hohen Aktivitätswerte in den Nächten vom 17. bis 22. August 1993 waren typisch für die Spätsommerschwärmpphase (Abb. 11).

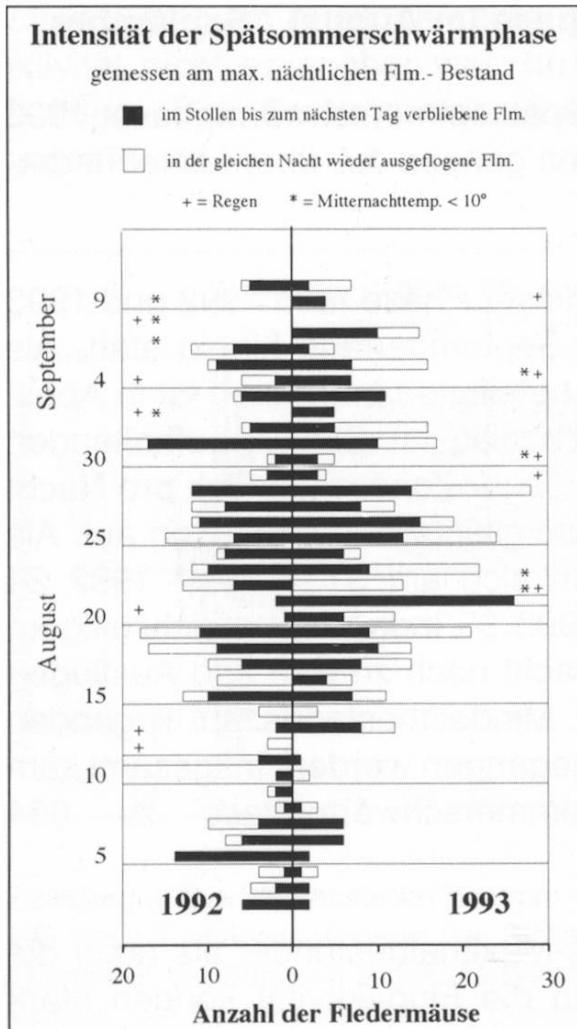


Abbildung 10: Die nächtlichen Höchstzahlen gleichzeitig im Stollen verweilender Fledermäuse während der Spätsommerschwärmpphase 1992 und 1993. Aus der Färbung der Balken geht hervor, wann wieviele Tiere den Stollen verliessen. Nächte, in denen es mehr als zwei Stunden geregnet hatte und in denen die Mitternachtstemperatur unter 10 °C lag, sind gekennzeichnet.

Daneben liessen sich einige direkte Beobachtungen zur Aktivität der Fledermäuse am Stollen machen. In der Zeit vor dem Sonnenuntergang hingen die Fledermäuse, die den Tag im Stollen verbracht hatten, frei an den Stollenwänden und putzten sich. Danach sammelten sie sich in Eingangsnähe und verliessen den Stollen dann innerhalb von zwei Stunden nach Sonnenuntergang. Gegen 23 Uhr begann der Einflug, bereits gegen 1 Uhr nachts befand sich die für die Nacht maximale Anzahl von Fledermäusen im Stollen, doch kamen auch später noch immer wieder Tiere hinzu, während andere den Stollen verliessen. In der zweiten Nachthälfte verliessen mehr Tiere den Stollen als neue einflogen. Durchschnittlich etwa 40 % der Fledermäuse, die sich zur Zeit des nächtlichen Bestandsmaximum im Stollen befanden, verliessen das Quartier wieder in der zweiten

Nachthälfte, also nur 60 % der Tiere übertagten im Stollen und flogen erst am nächsten Abend wieder aus (Abb. 10). Im Stollen flogen die Tiere meist wild umher und schliefen nur selten.

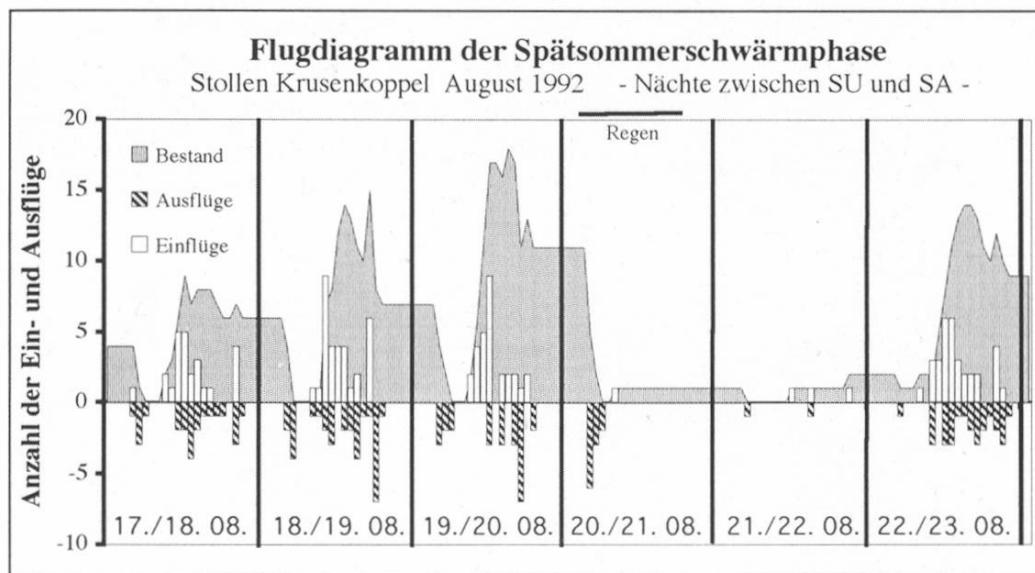


Abbildung 11: Die Anzahl der Ein- und Ausflüge zwischen Sonnenuntergang (SU) und Sonnenaufgang (SA) ist in halbstündigen Intervallen für einige typische Nächte der Spätsommerschwärmpphase dargestellt.

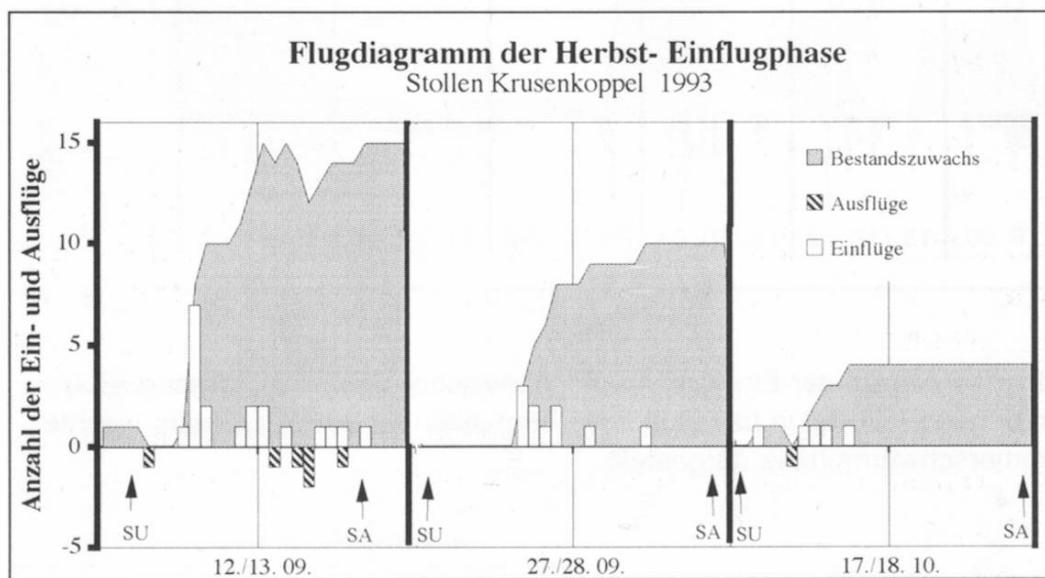
Da über den Gewässern in der Nähe der Stollen auch im August immer nur sehr wenige Fledermäuse beobachtet werden konnten, ist davon auszugehen, dass die an den Stollen schwärzenden Tiere direkt aus ihren Sommerquartieren in der weiteren Umgebung Kiels stammten.

Ab der dritten Septemberwoche kann diese Schwärmpphase weitgehend als abgeschlossen betrachtet werden.

#### 4.2.2. Die Einflugphase zu Beginn des Winterschlafes

Am 7. September 1993 begann das erste Fledermausweibchen mit dem Winterschlaf. Es hing über Tage schlafend an der Stollenwand. Der Überwinterungsbestand nahm von diesem Zeitpunkt an langsam aber kontinuierlich zu. Tiere, die um diese Zeit im Stollen schliefen

und an ihrem Platz auch noch am nächsten Tag beobachtet werden konnten, verliessen danach den Stollen in der Regel nicht mehr. Sie flogen nur noch gelegentlich im Stollen und konnten dann an verschiedenen Hangplätzen an ihren Flügelklammern identifiziert werden. Nach der Lichtschränkenzählung befand sich die Hälfte der späteren Gesamtpopulation am 2. Oktober im Winterschlaf, am 9. Oktober waren es dann 75 % der Population; ab Mitte Oktober kamen nur noch sehr vereinzelte Fledermäuse in den Stollen (Abb. 16).



am nächsten Tag nur selten im Quartier wieder angetroffen, meist verliessen sie den Stollen noch in derselben oder der folgenden Nacht.

Bis zur Ausflugphase im März registrierte die Lichtschranke ab November nur noch sehr wenige Aus- und Einflüge, dabei handelte es sich meist um Tiere, die für sehr kurze Zeit den Stollen verliessen, um nach wenigen Sekunden wieder einzufliegen.

#### **4.2.3. Die Dauer des Winterschlafes**

Durch Lichtschrankenzählung konnte der Zeitpunkt berechnet werden, an dem sich die Hälfte der späteren Gesamtüberwinterungspopulation im Stollen befand (Einflug  $\frac{1}{2}$  max), bzw. wann die Hälfte der Tiere das Quartier wieder verlassen hatte (Ausflug  $\frac{1}{2}$  max). Die 1993 durch die Lichtschranke festgestellten Zeitpunkte der Halbmaximalwerte stimmten mit denen, die durch das Zählen schlafende Tiere ermittelt wurden, recht gut überein (Abb. 16): Die mittlere Dauer der Winterschlafperiode betrug danach im Stollen "Krusenkoppel" zwischen 177 und 194 Tage.

*Tabelle 1: Mittlere Ein- und Ausflugdaten der Überwinterungspopulation im Stollen "Krusenkoppel"*

|             | Einflug $\frac{1}{2}$ max | Ausflug $\frac{1}{2}$ max | Winterschlaf-dauer [Tage] |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1991 / 1992 | 26. September             | 2. April                  | 189                       |
| 1992 / 1993 | 21. September             | 2. April                  | 194                       |
| 1993 / 1994 | 2. Oktober                | 29. März                  | 177                       |

#### 4.2.4. Die Ausflugphase im Frühjahr

Während die Lichtschranke im Februar fast keine Aktivität registrierte, kam es Anfang März verstärkt zu Ausflügen, auf die jeweils sofort anschliessend ein Einflug folgte (Abb. 9 und 13). Diese "Test-Ausflüge" fanden vereinzelt auch am Tage statt, sie häuften sich jedoch in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und Mitternacht. Erst ab Mitte März flogen die ersten Wasserfledermäuse bei guter Witterung ab, ohne sogleich zurückzukommen. Am 20. März der Jahre 1993 und 1994 war das jeweils erste Viertel der Überwinterer ausgeflogen. Die Hälfte der Tiere hatte das Quartier in diesen beiden Jahren Ende März / Anfang April verlassen, die letzten Tiere verliessen den Stollen "Krusenkoppel" dann bis Mitte April.

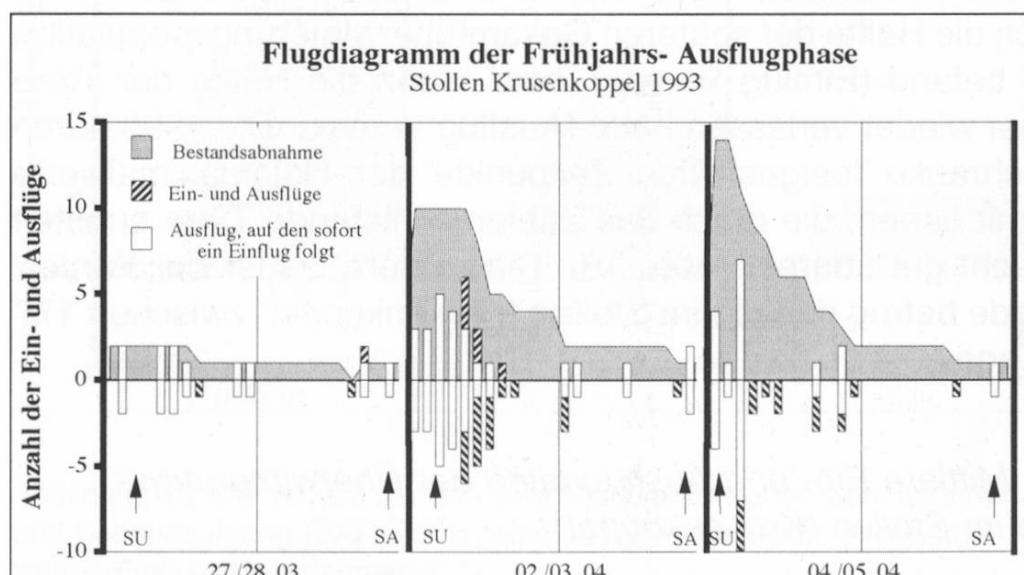


Abbildung 13: Die Anzahlen der Ein- und Ausflüge zwischen Sonnenuntergang (SU) und Sonnenaufgang (SA) sind in halbstündigen Intervallen für typische Tage der Frühjahrs-Ausflugphase dargestellt. Es kam zu besonders vielen "Test-Ausflügen", bei denen auf einen Ausflug sofort ein Einflug folgte.

Wie die Tagesdiagramme (Abb. 13) zeigen, flogen die Tiere vornehmlich in der ersten Nachhälfte, kurz nach Sonnenuntergang aus. Vor dem Ausflug mehrerer Tiere kam es immer zu einer grösseren Anzahl von Test-Ausflügen.

#### 4.2.5. Die Frühsommerschwärmpphase im Mai / Juni

Wie aus der Abbildung 9 ersichtlich ist, gibt es im Mai / Juni eine weitere Flugaktivitätsphase am Stollen "Krusenkoppel". 1994 konnten dort 20 Fledermäuse während dieser Zeit gefangen werden. Dabei handelte es sich ausschliesslich um Männchen, die alle markiert waren, also bereits den Winter 1993 / 1994 im Stollen verbracht hatten. Die Fledermäuse kamen, wie bereits in den Vorjahren, vorwiegend einzeln in der zweiten Nachthälfte in den Stollen geflogen.

Das Maximum gleichzeitig im Stollen befindlicher Fledermäuse wurde in den meisten Nächten, im Gegensatz zur Spätsommerschwärmpphase, erst in der zweiten Nachthälfte erreicht (Abb. 14).

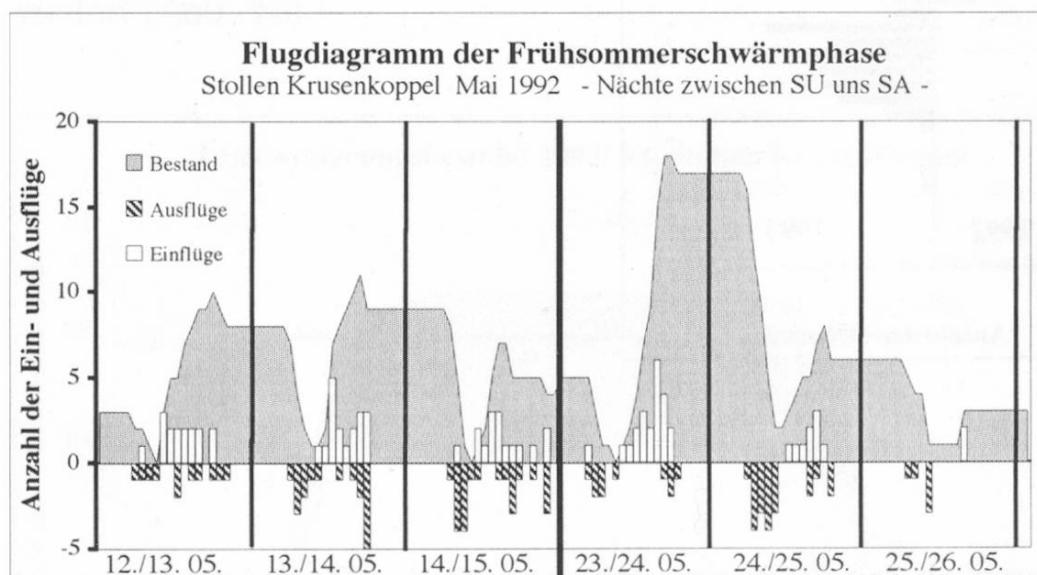


Abbildung 14: Die Anzahlen der Ein- und Ausflüge zwischen Sonnenuntergang (SU) und Sonnenaufgang (SA) sind in halbstündigen Intervallen für typische Tage der Frühsommerschwärmpphase dargestellt.

An der Frühsommerschwärmpphase waren, gemessen an den nächtlichen Maximalfledermausbeständen, deutlich weniger Tiere beteiligt (< zehn), als an der Spätsommerschwärmpphase (Abb. 15). Insgesamt gab es 1992 204 (1993: 290; 1994: 123) Ein- und Ausflüge während dieser Schwärmpphase.

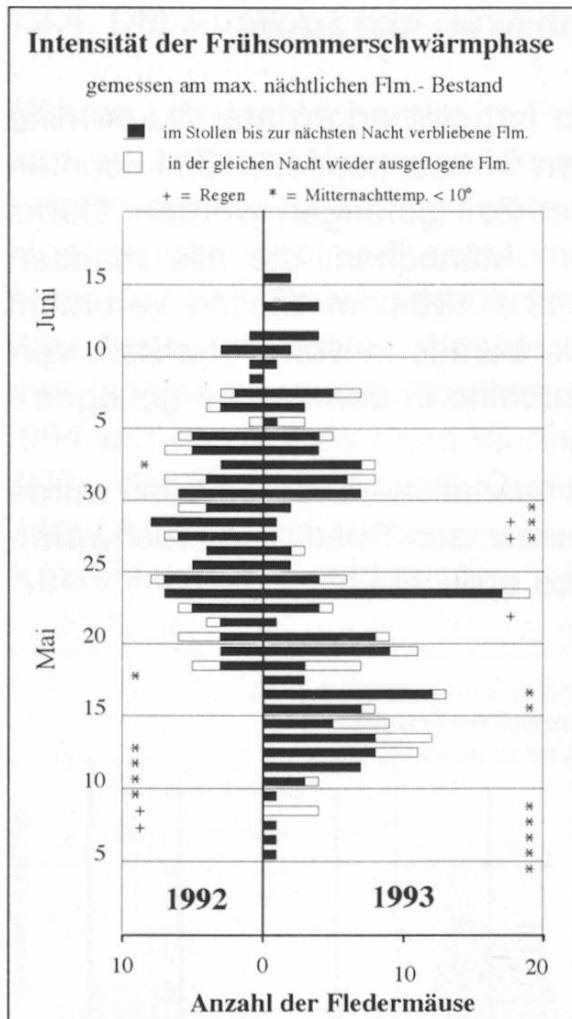


Abbildung 15: Die nächtlichen Höchstzahlen gleichzeitig im Stollen verweilender Fledermäuse während der Frühsommerschwärmpphase 1992 und 1993. Aus der Färbung der Balken geht hervor, wann wieviele Tiere den Stollen verliessen. Nächte, in denen es mehr als zwei Stunden geregnet hatte und in denen die Mitternachtstemperatur unter 10 °C lag, sind gekennzeichnet.

Durchschnittlich nur 20 % der sich zur Zeit des Bestandsmaximums im Stollen aufhaltenden Fledermäuse verliessen das Quartier noch in der zweiten Nachthälfte, 80 % der Tiere übertrugen im Stollen und flogen erst am nächsten Abend wieder aus (Abb. 15). Dagegen verbrachten im August nur durchschnittlich 60 % der Tiere den Tag im Stollen (Abb. 10). In den frühen Nachtstunden waren während der Frühsommerschwärmpphase genau wie während der Spätsommerschwärmpphase nur sehr wenige Fledermäuse in Stollen zu finden.

1992 begann die Frühsommerschwärmpphase nach einer Schlechtwetterperiode erst Mitte Mai, sie ging nach der ersten Juniwoche bereits wieder zu Ende. 1993 begann die Phase bereits Anfang Mai, kam dann während einer zweitägigen Regen- und Kälteperiode zum

Erliegen, verstärkte sich aber noch einmal Anfang Juni und endete endgültig Mitte Juni (Abb. 15). Die Schwärmpphase 1994 begann erst Ende Mai, sie fiel viel geringer als in den Vorjahren aus, da der Mai 1994 verhältnismässig kühl und regnerisch verlief.

### 4.3. Populationsstrukturen der Wasserfledermäuse im Stollen "Krusenkoppel"

#### 4.3.1. Anzahl der Überwinterer

Nach den Ergebnissen der Lichtschrankenzählung haben im Winter 1993 / 1994 169 Wasserfledermäuse im Stollen "Krusenkoppel" überwintert (Abb. 16).



Abbildung 16: Zusätzlich zu dem durch die Lichtschranke ermittelten Fledermausbestand und der bei den 48-Stunden-Kontrollen gezählten Fledermausanzahl ist die Anzahl der 149 Fledermäuse eingezeichnet, die während des Winters mindestens zweimal anhand ihrer Ringnummer individuell beobachtet wurden. Am 2. Oktober 1993 war die Hälfte des späteren Gesamtüberwinterungsbestands eingeflogen (Einfug  $\frac{1}{2}$  max). Am 29. März 1994 hatte die Hälfte der Überwinterer den Stollen wieder verlassen (Ausflug  $\frac{1}{2}$  max).

Bei den Sichtkontrollen im Zweitagerhythmus schwankte die Anzahl der Fledermäuse zwischen 80 und 112. Bis Januar waren immer nur weniger als hundert Tiere sichtbar, danach waren es mehr als hundert. Im Laufe des Winters konnten im Stollen 149 Tiere mindestens zweimal anhand ihrer Markierung identifiziert werden.

#### 4.3.2. Geschlechterverhältnis

Die in Abbildung 17 dargestellten Veränderungen des Geschlechterverhältnisses der im Herbst im Stollen anwesenden Wasserfledermäuse sind das Ergebnis der zeitlichen Überschneidung von der Spätsommerschwärmpphase, während der die Männchen deutlich überwiegen, mit der Herbst-Einflugphase, während der zuerst die Weibchen in der Überzahl sind.

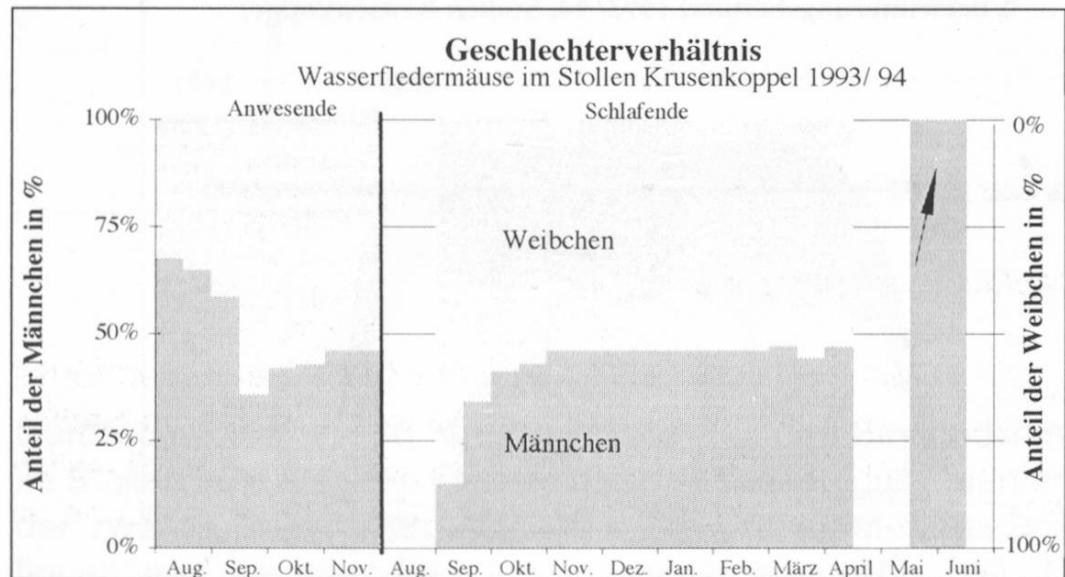


Abbildung 17: Die Weibchen begannen vor den Männchen mit dem Winterschlaf. Es überwinterten etwas mehr Weibchen (53 %) als Männchen (47 %) im Stollen.

Im August hielten sich statistisch signifikant mehr Männchen als Weibchen im Stollen auf. In der zweiten Septemberhälfte kam es zu einer Umkehrung der Verhältnisse. Nach dem Abschluss der Einflugphase im November konnte den ganzen Winter über ein fast ausgeglichenes Geschlechterverhältnis festgestellt werden, mit einem

leichten Übergewicht der Weibchen (53 %). Wie in Kapitel 4.2.1. beschrieben, sind an der Spätsommerschwärmpphase überwiegend die Männchen beteiligt. Nach dem Abklingen dieser Phase fliegen in der anschliessenden Herbst-Einflugphase zuerst ganz überwiegend winterschlafbereite Weibchen ein, die unverzüglich mit dem Winterschlaf beginnen. Dieses konnte anhand der Markierung eindeutig belegt werden. Erst Mitte Oktober schlafen vermehrt auch die Männchen, so dass sich das Geschlechterverhältnis ausgleicht.

Je nach dem Zeitpunkt, an dem die Tiere untersucht wurden, gelangte man zu unterschiedlichen Aussagen über die Geschlechterzusammensetzung.

Während der Ausflugphase verliessen die Geschlechter den Stollen nicht zu unterschiedlichen Zeitpunkten, sondern gleichzeitig.

Im Mai / Juni wurden ausschliesslich Männchen im Stollen angetroffen (Pfeil in Abb. 17).

Abbildung 17: Geschlechterverhältnis im Stollen während der Ausflugphase. Die Tabelle zeigt die Geschlechterzusammensetzung im Stollen während der Ausflugphase. Die Tabelle zeigt die Geschlechterzusammensetzung im Stollen während der Ausflugphase.

## 4.4. Winterschlaf

### 4.4.1. Gewichtsentwicklung

Von August bis Mitte September wurden schwärmende Fledermäuse jeden Abend gegen Mitternacht zur Gewichtsbestimmung im Stollen gefangen. Während der Winterschlafperiode wurden ausschliesslich wache Tiere gewogen. Die durchschnittliche Gewichtsentwicklung ist in Abbildung 18 dargestellt.

Nachdem die Wasserfledermausmännchen den ganzen Sommer über von Mai bis August ein recht konstantes Durchschnittsgewicht (8.5 g) aufwiesen, kam es im August / September zu einem starken Körpergewichtsanstieg. Dagegen nahm die Gewichtsabnahme während des Winterschlafes nur einen allmählichen Verlauf. Im März, am Ende des Winterschlafes, liegt das Körpergewicht der Männchen jedoch mit knapp 8 g nur unwesentlich unter dem Sommerge wicht. Die Tiere zehren also ganz überwiegend von den im Herbst kurzfristig angelegten Energiereserven.

### Durchschnittliche Gewichtsentwicklung der 1993/ 94 am Stollen Krusenkoppel gewogenen Wasserfledermäuse

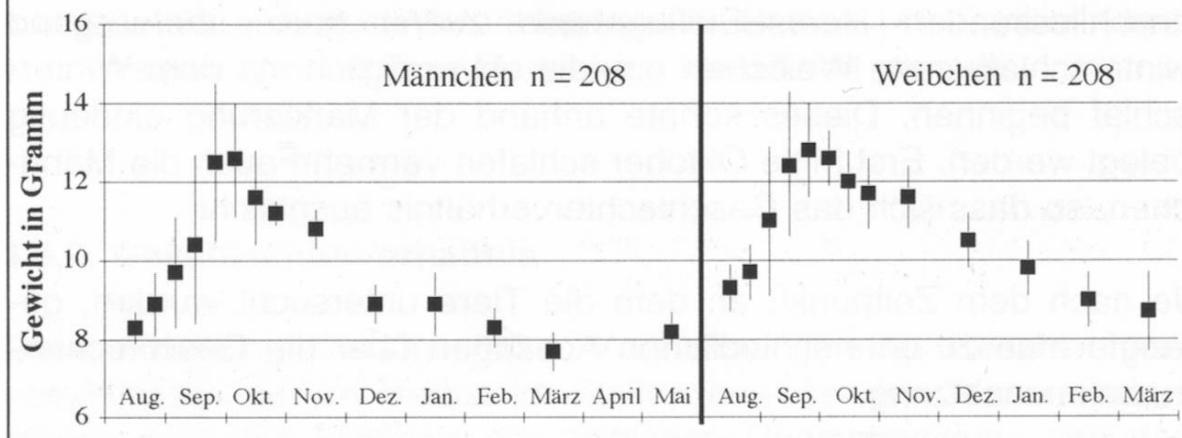


Abbildung 18: Gewichtsentwicklung zwischen August und Mai.

Die dramatische Zunahme der Durchschnittsgewichte im Herbst von bis zu 66 % ist jedoch darauf zurückzuführen, dass Anfang September noch überdurchschnittlich viele leichte, schwärmende Fledermäuse einflogen und wenig später dann aber bereits ausschliesslich andere, besonders schwere, winterschlafbereite Tiere. Ein dieser bemerkenswert grossen Durchschnittsgewichtsentwicklung entsprechender Gewichtsanstieg bei einem Individuum konnte daher auch bei keinem Tier beobachtet werden.

Die individuelle Gewichtsentwicklung konnte bei acht markierten Fledermäusen verfolgt werden; die durchschnittliche Gewichtszunahme betrug zwischen August und September aber immerhin noch 32 %.

Ab September waren einige eingeflogene Wasserfledermäuse besonders schwer. Die meisten wurden am nächsten Tag schlafend im Stollen angetroffen und gegenüber den anderen als winterschlafbereit angesehen (Abb. 19). Die nicht winterschlafbereiten, leichteren Tiere flogen zunächst wieder aus. Sie wurden erst Tage oder Wochen später erneut im Stollen angetroffen. Die Spannweite der Gewichte von Tieren, die an ein und demselben Abend gefangen wurden, ist im September enorm gross. Das schwerste Männchen war mit 14.5 g fast doppelt so schwer, wie das leichteste mit nur 7.5 g. Mit einer

unterschiedlichen Magenfüllung sind diese Differenzen nicht zu erklären. Tiere, die bis Oktober nicht als winterschlafbereit angesehen wurden, erreichten die hohen Gewichte von über 13 g auch kurz vor dem Zeitpunkt nicht mehr, an dem sie schlafend im Stollen angetroffen wurden.

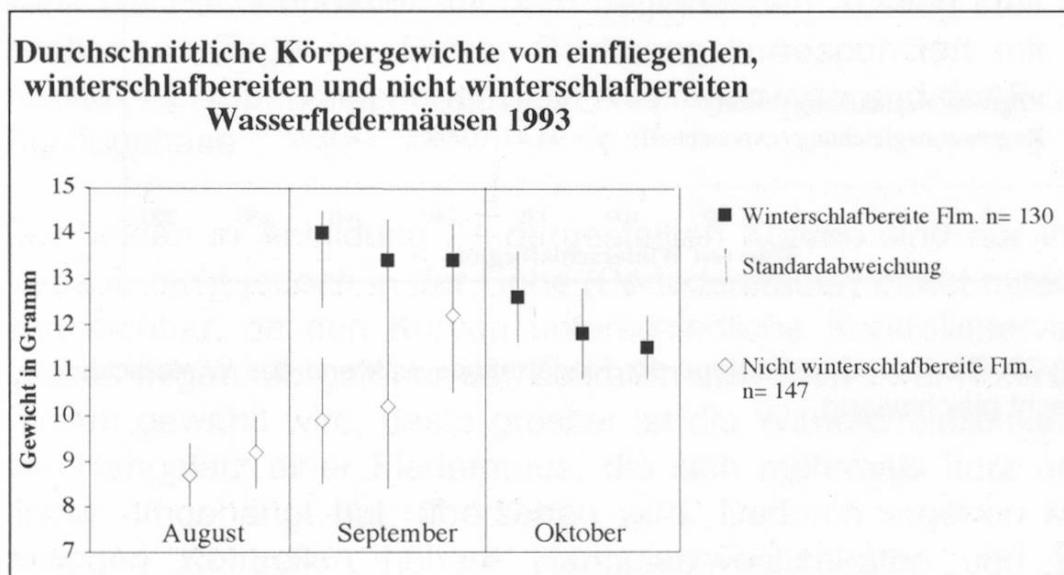


Abbildung 19: Körpergewichte von winterschlafbereiten und nicht winterschlafbereiten Wasserfledermäusen.

Während der gesamten Winterschlafperiode wurde das Gewicht der bei den Kontrollen wachen Fledermäuse protokolliert. 44 Tiere, die zu Beginn des Winterschlafes gewogen worden waren, konnten ein- bis viermal wiedergefangen werden. Insgesamt gelangen 86 Wiederfänge. In Abbildung 20 wurde die prozentuale Gewichtsabnahme einzelner Fledermäuse für die Tage zwischen ihrem Winterschlafbeginn im September / Oktober und dem Wiederfangtag aufgetragen. Dabei zeigte sich ein recht gleichmässiger Verlauf der Gewichtsabnahme. Pro Tag verlieren die Fledermäuse 0.03 g (0.226 %) ihres Gewichtes. Am Ende des Winterschlafes hatten die Tiere etwa 40 % des Gewichtes verloren, das sie zu Beginn des Winterschlafes hatten.

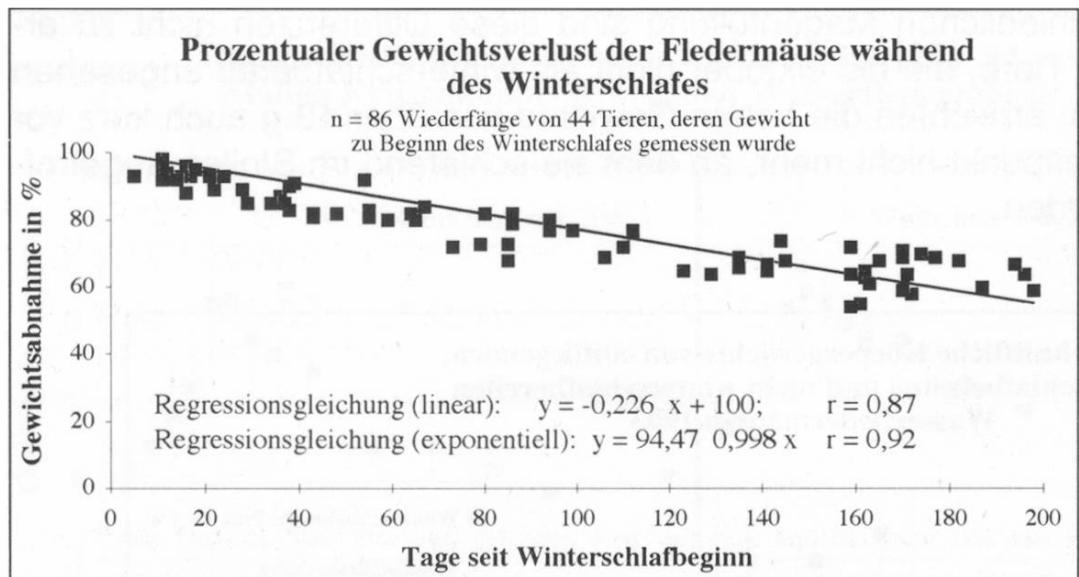


Abbildung 20: Die Gewichtsabnahme der Fledermäuse während des Winterschlafes verläuft recht gleichmäßig.

#### 4.4.2. Wachphasen

Winterschläfer verbringen die Zeit vom Herbst bis zum Frühjahr nicht ununterbrochen in tiefer Torpidität, sondern schalten mehrmals Euthermiephasen ein, in denen sie für mehrere Stunden hohe Körpertemperaturen (circa 35 bis 37 °C) und hohe Stoffwechselraten haben. Diese Wachphasen können so kurz sein, dass es einer kontinuierlichen Überwachung der Körpertemperatur bedarf, um auch kurze Phasen zu erkennen. Im allgemeinen werden dazu implantierte Temperatursonden benutzt (WÜNNENBERG 1990). Aus Gründen des Arten- schutzes ist diese Methode bei wildlebenden Fledermäusen nicht anwendbar. Um zumindest einen Näherungswert für die Häufigkeit der Euthermiephasen zu bekommen, wurde bei dieser Untersuchung die durch Euthermiephasen hervorgerufene Aktivität untersucht, die sich in einer Veränderung des Hangplatzes äussert.

Hangplatzwechsel wurden im Stollen "Krusenkoppel" im 48-Stunden-Rhythmus registriert und die Hangplatzwechselrate nach der in Kapitel 3. vorgestellten Formel für jeden der Wintermonate berechnet. Entsprechend wurde mit im Fünftagerhythmus erhobenen Daten aus dem Stollen "Timmerberg / Kanal" verfahren.

Die Periodendauer zwischen zwei Hangplatzwechseln während des Winterschlafes nahm bis zum Februar kontinuierlich zu. Schliefl ein Tier im Oktober im Stollen "Krusenkoppel" durchschnittlich eine Woche lang, so waren es im Februar durchschnittlich bereits 15 Tage. Im letzten Drittel des Monats Februar schliefl jedes Tier statistisch sogar 21 Tage lang, ohne den Platz zu verändern. Im März sank die Periodendauer mit dem beginnenden Ausflug steil auf nur noch neun Tage ab. Dieser Rückgang korrespondiert mit den in Kapitel 4.2.4. beschriebenen Test-Ausflügen während der Frühjahrs-Ausflugphase.

Die beiden in Abbildung 21 dargestellten Kurven sind nur in ihrem Verlauf, nicht jedoch in der Höhe (Periodendauer) direkt miteinander vergleichbar, da den Kurven unterschiedliche Kontrollintervalle zu grunde liegen. Je grösser der Zeitraum zwischen zwei Kontrollen im Stollen gewählt wird, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Hangplatz einer Fledermaus, die sich mehrmals kurz nacheinander umgehängt hat, übersehen wird. Dadurch ergeben sich bei häufigen Kontrollen höhere Hangplatzwechselraten und kürzere Torpiditätsperioden als bei selteneren Kontrollen.

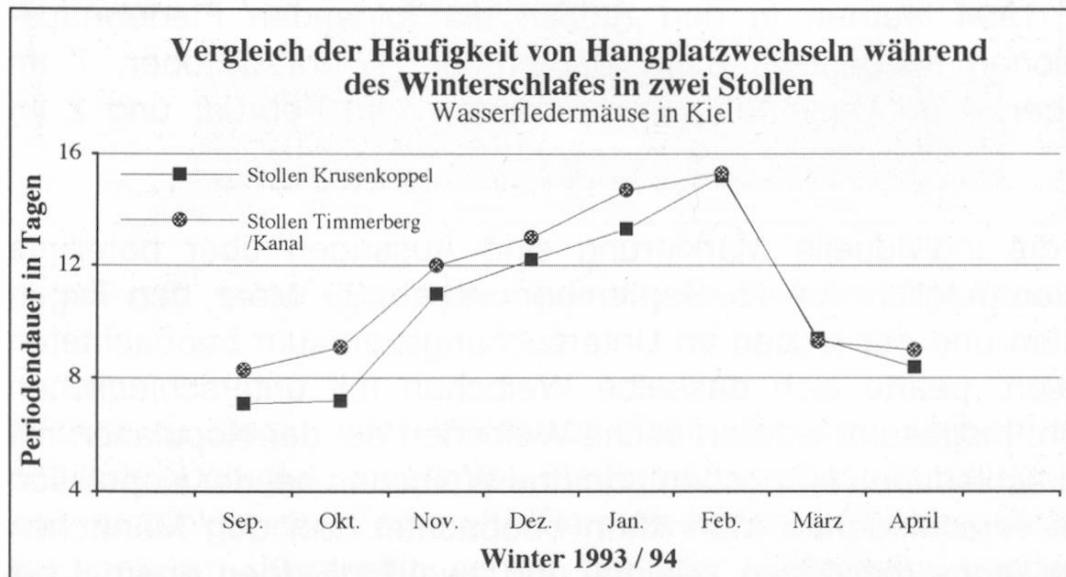


Abbildung 21: Die Schlafperiodendauer der Fledermäuse an einem Hangplatz wurde im Stollen "Krusenkoppel" im Zweitagerhythmus und im Stollen "Timmerberg / Kanal" im Fünftagerhythmus kontrolliert.

Wenn man für die Monate November, Dezember und Januar die Anzahl derjenigen Hangplätze im Stollen "Krusenkoppel" auszählt, die übersehen worden wären, wenn statt im Zweitagerhythmus im Fünftagerhythmus gezählt worden wäre, kommen die Kurven in Abbildung 21 zur Deckung. Die Tiere im Stollen "Krusenkoppel" zeigen sogar eine geringfügig grössere Periodendauer zwischen zwei Hangplatzwechseln, als im Stollen "Timmerberg / Kanal". Es kann daher ausgeschlossen werden, dass die häufigeren Kontrollen, die Manipulation der Fledermäuse bei der Markierung und die Störungen beim Ablesen der Ringe im Stollen "Krusenkoppel" zu einer erhöhten Hangplatzwechselfrequenz geführt hatten.

Bei einer Gegenüberstellung der Hangplatzwechselfrequenz mit den Luftdruckveränderungen im Winterhalbjahr stellte sich heraus, dass die Fledermäuse nicht durch Änderungen der Wetterlage (Luftdruck) beeinflusst wurden.

#### **4.4.3. Kopulationen**

1993 / 1994 wurden in den Stollen die folgenden Fledermauskopulationen festgestellt: 5 im September, 17 im Oktober, 7 im November, 4 im Dezember, 6 im Januar, 7 im Februar und 2 im März.

Durch die individuelle Markierung sind Aussagen über beteiligte Individuen möglich: Am 15. September und am 30. März, den Tagen der ersten und der letzten im Untersuchungszeitraum beobachteten Kopulation, paarte sich dasselbe Weibchen mit unterschiedlichen Partnern. Insgesamt wurden sechs Weibchen bei der Kopulation mit zwei verschiedenen Männchen und drei Weibchen bei der Kopulation mit drei verschiedenen Männchen beobachtet. Bei den Männchen konnten sechs Individuen zweimal und zwei Individuen dreimal bei der Kopulation mit verschiedenen Weibchen angetroffen werden. Zwei Kopulationen mit ein und demselben Partner konnten nicht beobachtet werden.

Weiter wurde festgestellt, dass nicht nur Männchen schlafende Weibchen, sondern dass auch Weibchen schlafende Männchen aufsuchten und mit ihnen kopulierten.

#### 4.4.4. Individuelle Wahl der Hangplätze

Im Laufe des Untersuchungswinters 1993 / 1994 konnte im Stollen "Krusenkoppel" festgestellt werden, dass sich die Präferenz der Fledermäuse für den vorderen, mittleren oder hinteren Teil (Abb. 2) des Stollens änderte (Abb. 22).

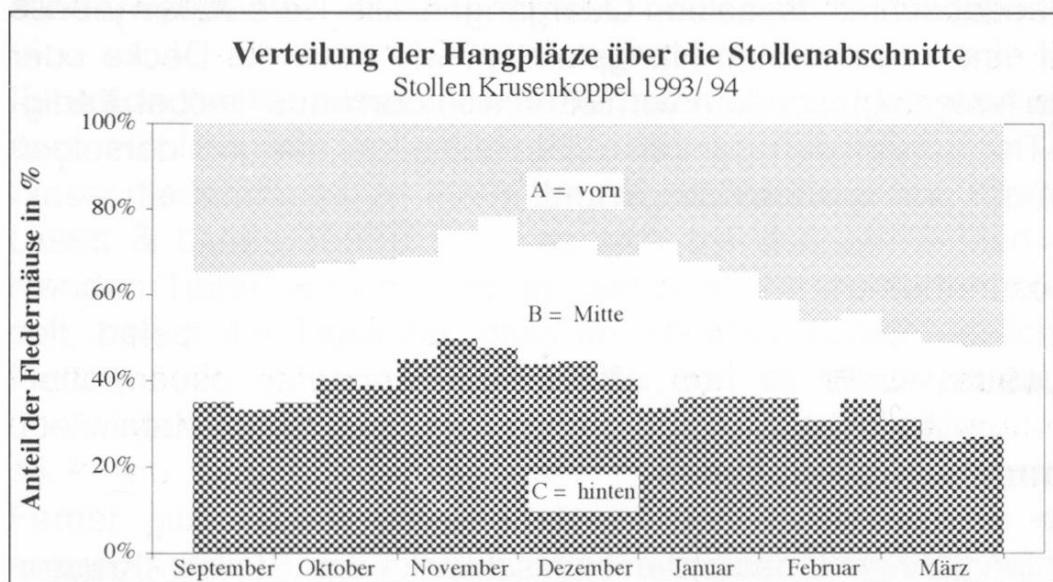


Abbildung 22: Verteilung der Fledermäuse über den Stollen im Verlauf des Winters.

Waren zu Beginn der Winterschlafzeit alle drei Teilbereiche des Stollens noch gleich stark von Fledermäusen besetzt, so schliefen in der nachfolgenden Zeit mehr Tiere im hinteren Teil des Stollens als im vorderen. Kurzzeitig schlief dort die Hälfte aller beobachteten Fledermäuse. Von Januar bis März stieg dann die Anzahl der im vorderen Stollenabschnitt schlafenden Fledermäuse auf fast 60 % an.

Auch in anderen Kieler Stollen konnte beobachtet werden, dass sich zum Frühjahr hin die Fledermäuse im vorderen Stollenteil sammelten (Internal migration; DORGELO & PUNT 1969). Während dieser Zeit

sassen in einigen Stollen bis zu 50 % der jeweils gezählten sichtbaren Fledermäuse im direkten Türbereich. Gegen Ende des Winters verliessen zunehmend mehr Fledermäuse die Hangplätze in tiefen Mauerspalten und hingen jetzt frei sichtbar in den Stollen.

Durch das Ablesen der Ringnummern konnte geprüft werden, ob es individuelle Präferenzen für bestimmte Hangplatztypen gab. Hierbei zeigte sich, dass die Individuen immer wieder ähnliche Plätze aufsuchten. Einige Tiere wurden nur wenige Male im Stollen entdeckt, da sie ständig versteckte Schlafplätze nutzten, andere Tiere schliefen dagegen fast die ganze Zeit über an sichtbaren Orten. Einige Tiere suchten immer wieder dieselbe auffällige Spalte als Schlafplatz auf oder bevorzugten den ganzen Winter über einen bestimmten spaltenfreien Wandabschnitt desselben Querganges. Die Tiere waren jedoch nicht auf einen bestimmten Hangplatztyp, wie etwa die Decke oder die Wand festgelegt, sondern verhielten sich durchaus flexibel. Lediglich ein Tier schlief den ganzen Winter über an ein und derselben Stelle an der dort spaltenfreien Wand.

## 5. Diskussion

### 5.1. Sommerschwärmphasen

Wie der langjährige Einsatz der Lichtschranke am Stollen "Krusenkoppel" gezeigt hat, handelte es sich bei den Sommerschwärmphasen nicht um zufällige Besuche von Einzeltieren am Winterquartier, sondern um zwei klar voneinander getrennte, jährlich wiederkehrende Aktivitätsphasen, die wahrscheinlich ein fester Bestandteil im Verhalten der Wasserfledermäuse sind.

Übereinstimmend mit Ergebnissen von Untersuchungen an jütländischen Winterquartieren (DEGN 1987) und an der Berliner Zitadelle (LEHNERT 1993) konnte festgestellt werden, dass die Winterquartiere während des Sommers von Fledermäusen nicht als Dauerquartiere genutzt wurden. Wie durch Markierung weiter herausgefunden wurde, beteiligten sich in den einzelnen Sommernächten jeweils andere Tiere an der Schwärmaktivität. Erst einige Tage oder Wochen später wurde dieselbe Fledermaus dann erneut am Stollen angetroffen.

An der Frühsommerschwärmpphase am Winterquartier (Mai / Juni) waren ausschliesslich Männchen beteiligt, wie auch die Untersuchungen von DEGN (1987) und LEHNERT (1993) gezeigt haben. Dabei handelte es sich ausschliesslich um solche Männchen, die bereits den Winter zuvor dort geschlafen und das Quartier erst vier bis sechs Wochen vor der Frühsommerschwärmpphase verlassen hatten.

Im Unterschied dazu beteiligte sich an der Spätsommerschwärmpphase im August / September die ganze Population, wobei die Jungtiere stark überrepräsentiert waren (ROER & EGSBAEK 1966; FENTON 1969; LEHNERT 1993). Die Anzahl der Einflüge im Spätsommer war etwa drei- bis viermal so gross wie während der Frühsommerschwärmpphase.

**Funktion der Sommerschwärmpphasen:** Einige Autoren vermuten, dass Höhlen und Stollen als Zwischenquartiere auf dem Zug der Wasserfledermäuse zu ihren Winterquartieren dienen (DEGN 1987; LABES & LABES 1993). Dass es sich bei den am Stollen schwärmmenden Tieren jedoch nicht um ziehende Wasserfledermäuse handelt, belegt die Tatsache, dass im Sommer ausschliesslich solche Fledermäuse gefangen wurden, die dort im Winter zuvor bereits überwintert hatten, sich also nicht auf dem Zug befanden.

Ferner gibt es bei Wasserfledermäusen wahrscheinlich gar kein ausgeprägtes Zugphänomen. Wasserfledermäuse sind hochmobile Säuger, die sicher in einer Nacht viele Kilometer zurücklegen können. Wie Ringfunde belegen, liegen die Sommer- und Winterquartiere der Art meist nur 20 bis 60 Kilometer voneinander entfernt (EGSBAEK et al. 1971; HAENSEL 1973). Die Überwindung solcher Entfernung in sehr kurzer Zeit kann der "wanderfähigen Art" (HAENSEL 1973) durchaus zugetraut werden.

Auch energetische Gründe (die Möglichkeit in kühler Umgebung in den energiesparenden Zustand der Torpidität zu verfallen) sind für das Aufsuchen dieser Quartiere im Sommer nicht plausibel, da die Tiere im Stollen nicht in Tagesschlaflethargie (EISENTRAUT 1947) verfielen, sondern umherflogen und nicht einschliefen.

In der Frage nach der Funktion der Frühsommerschwärmpphase schliesse ich mich daher der vagen Formulierung LEHNERTS (1993) an, der von einem "Kontakthalten mit dem Quartier" spricht.

Die Spätsommerschwärmpphase beginnt im August, wenn die Jungtiere des Jahres voll flugfähig geworden sind und sich die Wochenstuben aufgelöst haben. Dafür, dass Jungtiere von Alttieren zu den Winterquartieren geführt werden (DAVIS & HITCHCOCK 1965), spricht, dass die Fledermäuse im August in Kleingruppen von zwei bis drei Tieren am Winterquartier erscheinen. Entsprechende Beobachtungen haben auch BİLO et al. (1989) sowie FENTON (1969) gemacht. Dieses ist ein Hinweis darauf, dass Alttiere den Jungtieren Informationen weitergeben. Dagegen ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass Jungtiere ein kleines Stollenmundloch selbstständig und ohne Hilfe finden. Zudem sind die Jungtiere mit 69 % sehr viel stärker an dieser Flugphase beteiligt, als es ihrem potentiellen Anteil an der Gesamt-population von 20 % entspricht (LEHNERT 1993).

## 5.2. Winterschlaf

Das Leben vieler Kleinsäuger in Mitteleuropa ist sehr stark von dem Umstand geprägt, dass den Tieren etwa ein halbes Jahr lang keine oder nur unzureichend Nahrung zur Verfügung steht. Viele Arten der gemässigten Breiten, wie Hamster, Schläfer, Murmeltiere und Fledermäuse, überstehen die existenzbedrohenden Wintermonate dadurch, dass sie in dieser Zeit schlafen.

Der Winterschlaf ist eine Form der Torpidität, eines physiologischen Zustandes, dessen wichtigstes Merkmal die Absenkung der Körpertemperatur ist. Weitere Merkmale dieses Zustandes sind Inaktivität, verminderte Erregbarkeit und Stoffwechselreduktion. Bei der Körpertemperaturabsenkung während der Torpidität handelt es sich nicht um eine zwangsweise Angleichung an die Umgebungstemperatur, wie es für poikilotherme Tiere beschrieben wird, sondern um eine endogen gesteuerte Sollwertverschiebung der Körpertemperatur, die durch endogene Prozesse jederzeit wieder rückgängig gemacht werden kann.

**Arousal:** Während der Hibernationsperiode schlafen die Winterschläfer nicht ununterbrochen bis zum Frühjahr, sondern wachen in mehr oder weniger regelmässigen Abständen zwischendurch wieder auf. Bei diesen kurzen Euthermiephasen (Arousal) erhöht sich die Körpertemperatur auf Werte zwischen 35 und 37 °C (WÜNNENBERG 1990). Bei Hamstern, Murmeltieren und Igeln wurde dieser physiologische Prozess in Klimakammern unter konstanten Bedingungen beobachtet (POHL 1981; KRISTOFFERSSON & SOIVIO 1967). MENAKER (1964) beobachtete Hangplatzveränderungen von winterschlafenden Fledermäusen und registrierte auf diese Weise Torporphasen von über 30 Tagen Dauer, in denen die Tiere ohne Unterbrechung schliefen.

Bei dieser Methode, die auch in der vorliegenden Arbeit angewandt wurde, können nur diejenigen Arousal registriert werden, die mit einer sichtbaren Hangplatzveränderung abschliessen. Da nicht auszuschliessen ist, dass einige Tiere exakt den gleichen Schlafplatz erneut aufsuchen, oder sich während Arousal nur putzen und gar keinen Ortswechsel vornehmen, wird die tatsächliche Anzahl der Euthermiephasen mit dieser Methode wahrscheinlich etwas unterschätzt. Hierbei spielt auch die Grösse der Kontrollintervalle eine Rolle, wie in Kapitel 4.4.2. ausgeführt wurde.

Die Frage, warum Winterschläfer episodisch aufwachen, ist nicht geklärt, wahrscheinlich ist dabei jedoch das Zusammenspiel überwiegend endogener Faktoren.

DAAN (1973) untersuchte unter halbnatürlichen Bedingungen Wasserfledermäuse, die bei unterschiedlichen Temperaturen Winterschlaf hielten. Tiere, die bei 4 bis 6 °C schliefen, wachten nur alle vier Wochen auf, während Tiere, die bei 10 °C schliefen, etwa doppelt so häufig aufwachten. Die durchschnittlich 16-tägige Torpordauer der bei 10 °C überwinternden Fledermäuse deckt sich recht gut mit den Werten der bei etwa der gleichen Temperatur hibernierenden Kieler Wasserfledermäuse (Abb. 21).

Gegen die Annahme, dass Arousal ausschliesslich durch eine Veränderung der Umgebungstemperatur hervorgerufen wird, sprechen die Kieler Befunde. Trotz einer konstanten Stollenlufttemperatur von 9.5 °C erhöhte sich die Torporintervalllänge im Verlauf des Winters.

NAGEL & NAGEL (1992) messen in diesem Zusammenhang dem Luftdruck eine gewisse Bedeutung zu, da der Druck die einzige klimatische Einflussgrösse ist, die auch das Innere der Stollen erreicht. Nach den Beobachtungen an den Fledermäusen in den Kieler Stollen ist ein solcher Einfluss jedoch auszuschliessen.

Das Beunruhigen der Tiere durch direkte Störungen im Winterquartier kann zum Wechseln des Hangplatzes oder gar des Quartiers führen. Beispielsweise berichtet ERNA MOHR (1962), dass sie noch 1928 von vielen Fledermäusen in der Segeberger Kalkhöhle (Schleswig-Holstein) umschwärmt wurde, während sie 1934, nach umfangreichen Baumassnahmen und einer starken Ausweitung des Besucher-verkehrs in der Höhle, nur noch einen "kümmерlichen" Bestand vorfand.

Auch Fledermausforscher, die winterschlafende Fledermäuse zur Untersuchung und zur Markierung in grossem Stil aufweckten, stellten fest, dass sie gestörte Tiere nur selten noch ein zweites Mal wieder entdecken konnten und berechneten daraufhin irrigerweise eine Turnover-Rate für Überwinterungspopulationen (BELS 1952, KRAZANOWSKI 1959). Wahrscheinlich versteckten sich die Tiere in tiefen Spalten, wo sie nicht wieder erfasst werden konnten.

Im Unterschied dazu stehen die fast störungsfreien Methoden dieser Kieler Untersuchung (Kapitel 3.), bei denen die Tiere kurz angeleuchtet und der Ring abgelesen wurde, ohne die Tiere zu berühren. Man kann davon ausgehen, dass die Tiere die Störung registriert haben, jedoch nicht soweit beunruhigt wurden, dass es zu einem energieverbrauchenden Aufwachvorgang kam.

Daher wäre es nicht richtig, wenn Fledermausschützern vorgeschrieben wird, Wasserfledermauswinterquartiere grundsätzlich nicht zu betreten. Eine im Naturschutz leider viel zu selten durchgeführte Erfolgskontrolle vorangegangener Schutzaktivitäten ist allemal wichtiger, als eine mögliche geringe Störung.

## **Summary: The activity of Daubentons Bat (*Myotis daubentonii*) at hibernaculum**

The aim of the research presented here was to learn more about the ecological importance of underground galleries, where nearly all the year round Daubentons Bats are to be found. In Kiel there are galleries serving as air raid shelters still existing from World War II. Once every year since 1988 these galleries have been examined, to find out, if there are hibernating any bats. In one of these galleries a light-barrier was installed to supervise the flight activities during the year. In the winter 1993 / 1994 in the same gallery the patterns of hibernating-behaviour of Daubentons Bat, which had got identification bands, was supervised in more than 150 control rounds.

The results can be summed up like this:

1. Annual control countings show that the number of Daubentons Bat, which mainly hibernate freely in the galleries has strongly increased in the past 20 years.
2. With the aid of the light-barrier it could be found, that there are four annual phases with a high flight-activity. Beside a flying-in-phase in autumn, at the beginning of the hibernation and a flying-out-phase in spring after the end of hibernation, two more swarming-phases in summer were noted: A swarming time in early summer (May / June) was registered as well as one in late summer (August / September), which overlapped with the autumn-phase.
3. During the summery swarming phases, always different bats were observed in every night. With the help of the marking it could be ascertained, that only such male bats were involved in the swarming phase of early summer, which had already hibernated in the same quarters before. The swarming phase of late summer is characterized by a higher flying activity. The whole population was involved in it. Young animals were significantly overrepresented.
4. Female Daubentons Bats began their hibernation before the males and heavier animals earlier than lighter ones. Young animals fell asleep significantly later (end of September / beginning of October).
5. In the winter 1993 / 1994 there slept 169 Daubentons Bats in the examined gallery. The proportions between males (47 %) and females (53 %) was nearly level.
6. In the time of preparation for hibernation the weight of the Daubentons Bats was quickly increased by more than 30 %. The reduction of weight during the sleeping period went nearly steadily (30 mg per day), eventually the animals had lost 40 % of the weight which they had had at the beginning of their hibernation.
7. In regular intervals during hibernation the animals awoke and changed their roosting positions. The intervals between the phases of euthermy became longer during the winter. It is not very probable, that this has climatic reasons. Towards the end of the winter, the animals hide themselves less carefully. Besides, they tended to frequent roosting positions near the entrance. They did not leave the choice of their sleeping places to chance, but showed individual preferences.
8. Daubentons Bats mate in the winter month during the waking phases in their winter quarters. The main pairing season is in autumn. The animals behaved promiscuously.

## 6. Literatur

BELS, L. (1952): Fifteen Years of bat banding in the Netherlands. Publ. natuurhist. Gen. Limburg 5, 99 pp.

BILO M., C. HARBUSCH & M. WEISHAAR (1989): Sommerliche Fledermausaktivitäten an Höhlen und Stollen. *Dendrocopos* 16, 17-24.

BORKENHAGEN, P. (1993): Atlas der Säugetiere Schleswig-Holsteins. Landesamt für Naturschutz und Landespflege Schl.-Holst., Kiel, 129 pp.

DAAN, S. (1973): Activity During Natural Hibernation in three Species of Vespertilionid Bats. *Netherl. J. Zoolog.* 23, 1-71.

DAAN, S. (1980): Long term changes in bat populations in the Netherlands: A summary. *Lutra* 22, 95-118.

DAVIS, W. H. & H. B. HITCHCOCK (1965): Biology and migration of the bat *Myotis lucifugus* in New England. *J. Mamm.* 46, 296 - 313.

DEGN, H. J. (1987): Bat Counts in Mønsted Limestone Cave during the Year. *Myotis* 25, 85-90.

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

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

EISENTRAUT, M. (1947): Die Bedeutung von Temperatur und Klima im Leben der Chiropteren. *Biol. Zbl.* 66, 236-251.

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

HAENSEL, J. (1973): Über die Saisonwanderung der Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni* (Leisler), ausgehend vom Massenwinterquartier Rüdersdorf. Zoolog. Abh. des Museums für Tierkunde in Dresden 32, 249-255.

HELVERSEN, O. VON, M. ESCHE, F. KRETZSCHMAR & M. BOSCHERT (1987): Die Fledermäuse Südbadens. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 14, 409-475.

KRISTOFFERSSON, R. & A. SOIVIO (1967): A comparative long-term study of hibernation in Finnish and German hedgehogs in a constant ambient temperature. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV, Biol. 122, 1-23.

KRZANOWSKI, A. (1959): Some major aspects of population turnover in wintering Bats in the cave at Pulawy (Poland). Acta Theriolog. 3 (3), 27-42.

LABES, R. & H. LABES (1993): Das Schloss Schwerin und seine Bedeutung als Fledermauslebensstätte. Nyctalus N.F. 4, 449-461.

LEHNERT, M. (1993): Populationsökologische Aspekte der spätsommerlichen Einflüge der Wasserfledermaus (*M. daubentoni*) in die Spandauer Zitadelle. Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Freien Universität Berlin, 107 pp.

MENAKER, M. (1964): The frequency of spontaneous arousal from hibernation in bats. Nature 203, 540-541.

MOHR, E. (1962): Die Fledermäuse der Segeberger Höhle. Heimatkundl. Jb. Kreis Segeberg 11, 157-167.

NAGEL, A. & R. NAGEL (1992): Aktivität winterschlafender Fledermäuse im natürlichen Habitat, registriert mittels automatischer Daten erfassung. Z. Säugetierkunde, Sonderheft: Kurzfassungen der Vorträge der 66. Hauptvers. der DGS, Karlsruhe.

NIEUWENHOVEN, P. J. VAN (1956): Ecological observations in a hibernation quarter of cave dwelling bats in South Limburg. Publ. natuurhist. Gen. Limburg 9, 1-56.

PIEPER, H. & W. WILDEN (1980): Die Verbreitung der Fledermäuse in Schleswig-Holstein und Hamburg 1945 - 1979. Supplement zu Faunistisch-Ökolog. Mitteilungen 2, 31 pp.

POHL, H. (1981): Temporal structure of hibernation behavior of the Turkish hamster, *Mesocricetus brandti*, under controlled laboratory conditions. Acta Universitatis Carolinae-Biologica 1979, 177-180.

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

VIERHAUS, H. & J. KLAWITTER (1988): Bestimmungsschlüssel für fliegende Fledermäuse. Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 17, 49 -50.

WÜNNENBERG, W. (1990): Physiologie des Winterschlafes. Mammalia depicta. Parey Verlag, Berlin & Hamburg, 98 pp.

Adresse des Autors:

Dipl.-Biol. Carsten Harrje  
Drosselhörn 24  
D-24226 Heikendorf (Kieler Förde)  
Bundesrepublik Deutschland