

Elektronische Quartierüberwachung einer Mausohrwochenstube (*Myotis myotis*)*

Von MICHAEL KLINGER, Gottmadingen, HANSUELI ALDER, Schaffhausen, und WOLFGANG FIEDLER, Radolfzell

Mit 9 Abbildungen

Einleitung

Seit über zehn Jahren ist die Wochenstube des Mausohrs (*Myotis myotis*) in der Hebelschule Gottmadingen (Abb. 1) Ziel zahlreicher Zählungen, Beobachtungen, Exkursionen und Schutzbemühungen (KLINGER 1997). Mit rund 180 ♀♀ zählt sie im durchweg über 400 m NN gelegenen Kreis Konstanz (Baden-Württemberg) und der angrenzenden Schweiz zu den größeren Kolonien und erlangt damit regionale Bedeutung. Die nächsten Wochenstuben befinden sich in Tengen-Blumenfeld (12 km Luftlinie), Steißlingen (13 km), Engen (11 km), Öhningen (12 km) sowie auf schweizer Seite in Merisshausen (13 km) und Beringen (16 km). ZAHN (1998) konnte bei weiblichen Mausohren in

Bayern regelmäßigen Austausch von 6 - 7 % zwischen bekannten Wochenstuben, die bis zu 34 km auseinander lagen, nachweisen. Daher ist davon auszugehen, daß auch die Wochenstube in der Gottmadinger Hebelschule keine in sich geschlossene Gruppierung beherbergt, sondern Teil eines größeren Quartiersystems ist. Im 1914 erbauten Gottmadinger Schulhaus nutzen die Fledermäuse im Sommer nur die Nordwesthälfte des Dachs. Lediglich im kühlen Frühjahr verstecken sich die ersten Tiere in einem kleinen, wärmeren Dachteil über dem auf der Südseite des Gebäudes gelegenen Treppenhaus. Die früheste Erwähnung der Wochenstube datiert aus einem Behördenschreiben aus dem



Abb. 1. In der 1914 erbauten Hebelschule (Gottmadingen, Landkreis Konstanz) nutzen die Mausohren nur den Nordwestteil der Dachbodens (im Bild rechts). Aufn.: M. KLINGER

* Dem Andenken an BRUNO SCHERBARTH (27.IX.1923 - 18.XI.1999) gewidmet.

Jahr 1984. Bereits zu diesem Zeitpunkt ist von einer „seit Jahrzehnten im Dach lebenden Wochenstube“ die Rede.

Zur konstanten Überwachung des Bestands wurde im Winter 1995/1996 eine automatische Zählanlage unter Verwendung elektronischer Infrarot-Lichtschranken an den Ein- und Ausflüglöchern eingebaut. Ihre Funktionsweise und Daten aus den ersten drei Jahren sollen hier vorgestellt werden. Außerdem schlagen wir drei Darstellungsweisen (24-Stunden-Bilanzen, Maximalsummen der täglichen Ausflugeignisse und Ausflugerzentilen) für Daten automatischer Langzeit-Registrieranlagen an Fledermauskolonien vor.

Material und Methoden

Aufbau und Funktion der Zählanlage

Im hauptsächlich genutzten Dachteil fliegen die Mausohren fast vollzählig durch drei Lüftungsziegel aus (je einer im Süden, Westen und Norden, Abb. 2). Vergleichbare Ziegel im restlichen Dachbereich werden nicht oder nur minimal genutzt.

Etwas unterhalb der Mitte der drei 20 cm breiten und 13 cm hohen Ausflüglöffnungen

sind jeweils zwei Infrarotlichtschranken (Abb. 3; Hersteller Keyence Modell PZ-41) angebracht. Sie funktionieren nach dem Prinzip der diffusen Reflexion, das heißt, daß die Lichtschranke ausgelöst wird, wenn ein Teil des ausgesandten Lichtes zum Empfänger im selben Bauteil reflektiert wird. Ein Gegenstück und eine Unterbrechung des Lichtstrahls ist damit nicht nötig. Die paarweise Anordnung der Lichtschranken ermöglicht die Unterscheidung zwischen Ein- und Ausflügen. Für den Einbau der Lichtschranken wurden die Ausflüglöffnungen nicht verändert. Alle sechs Lichtschranken sind an eine Datenverarbeitungseinheit in Form eines eigenständigen Prozessors (8 Bit, 8048 Prozessor) angeschlossen, der wiederum die Daten an einen PC im darunter liegenden Stockwerk weiterleitet (Abb. 2 und 4).

Die richtungsabhängige Registrierung eines Durchflugeignisses setzt eine bestimmte Abfolge der Aktivierungen der gepaarten Lichtschranken (Li1 und Li2) voraus, um die Zahl der Registrierfehler zu senken: (1.) Li1 an, Li2 aus – (2.) Li1 an, Li2 an – (3.) Li1 aus, Li2 an (bei Durchflug oder Durchschlupf in die Gegenrichtung entsprechend umgekehrt). Diese Ereigniskette muß innerhalb von 0,25 sec ablaufen. Ereignisfolgen, die dieses Abfolge- und

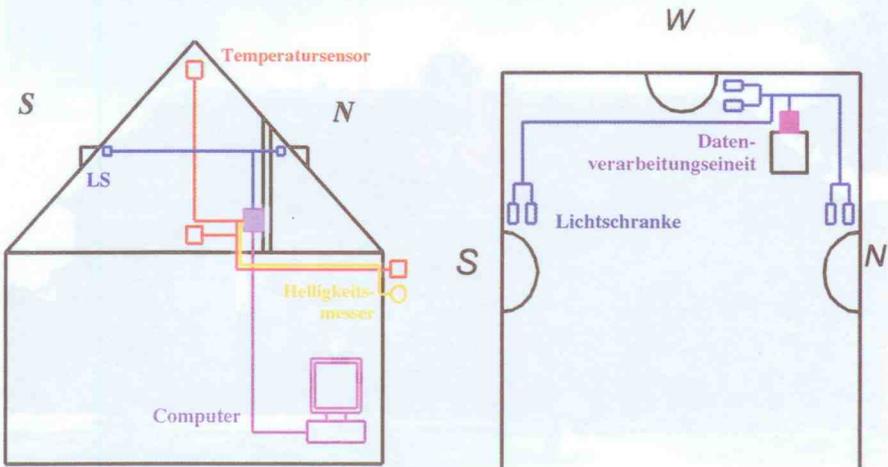


Abb. 2. Schema zum Aufbau der Zählanlage (S = Süden, N = Norden, W = Westen). Rechts: Es befindet sich je ein mit Doppellichtschranke ausgerüsteter Lüftungsziegel im Süden, Norden und Westen in unmittelbarer Nähe der Haupthangplätze, der von den Fledermäusen als Ein- und Ausflug genutzt wird. Links: Anbringung der Lichtschranken, Temperatur- und Lichtsensoren im und am Gebäude. Die Datenverarbeitungseinheit ist im Dachraum an einem Pfosten angebracht. Zeichn.: J. FRANKE



Abb. 3. Infrarotlichtschranken unterhalb der Ausflugziegel. Durch paarweise Anordnung läßt sich zwischen Aus- und Einflug unterscheiden. Aufn.: M. KLINGER

Zeitkriterium nicht erfüllen, werden nicht registriert.

Außer den Signaleingängen der Lichtschranken sind auch ein Helligkeitsmesser und drei Temperatursensoren angeschlossen. Zwei Temperatursensoren befinden sich im Dach am Haupthangplatz der Tiere unter den Firstziegeln sowie am Boden und dokumentieren somit den Temperaturgradienten innerhalb des Quartiers. Ein weiterer Sensor registriert die Außentemperatur (Abb. 2 links).

Mittels eines in einem E-Prom geschriebenen Programms werden die Lichtschrankendaten von der Datenverarbeitungseinheit alle 0,2 sec abgerufen. Die Datenverarbeitungseinheit dient zugleich auch als Datenpuffer, der die Informationen für den Computer bereitstellt. Zeitgleich zu jeder von den Lichtschranken registrierten Flugbewegung werden alle Klimadaten und die Uhrzeit erfaßt. Eine an den Computer angeschlossene Funkuhr sorgt für eine korrekte Zeitgebung. Finden keine Flugbewegungen statt, speichert der Computer alle zehn Minuten die Klimadaten.

Die Steuerungssoftware wurde von H. ALDER unter Turbo Pascal programmiert. Durch den Standort des Computers im Stockwerk un-

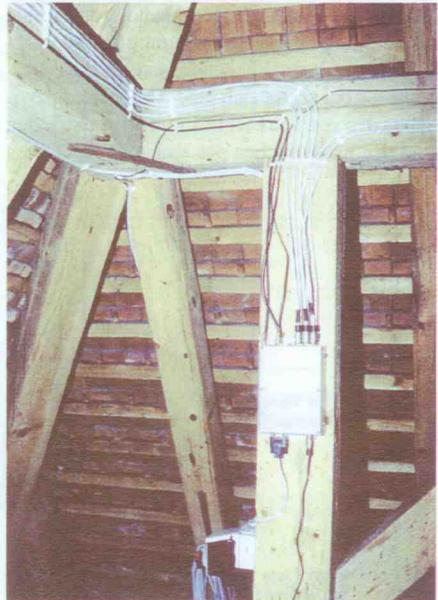


Abb. 4. Datenverarbeitungseinheit an einem Dachbalken montiert. Hier laufen alle Informationen von den Lichtschranken und den Klimasensoren (Temperatur, Helligkeit) zusammen und werden von einem Mikroprozessor verarbeitet. Aufn.: M. KLINGER

terhalb des Dachbodens ist die regelmäßige Datensicherung und Wartung ohne Störungen im Quartier möglich.

Zeitraum der Datenerfassung

Die Anlage wurde im Winter 1995/1996 installiert und konnte am 1.VI.1996 definitiv in Betrieb genommen werden. Die Erfassung der Daten für die vorliegende Auswertung endete am 3.IX.1999. Es kam zu mehreren kurzen Ausfallzeiten von bis zu maximal 20 Tagen. Gründe hierfür waren Manipulationen der Schüler am Computer, Unterbrechung der Stromzufuhr respektive Wartungsarbeiten am System. Stromausfälle führen in der Regel nur zum Datenverlust während der Ausfallzeit, da das Steuerungsprogramm bei einem Neustart des PCs selbständig die Arbeit wieder aufnimmt.

Fehlerabschätzung

Die Genauigkeit der Zählung durch die Lichtschranken wurde an sieben Abenden durch eine zweistündige Videoaufzeichnung des Ausflugs von innen mit anschließender Auswertung überprüft. Dabei ergibt sich eine Abweichung zwischen den von den Lichtschranken registrierten und den tatsächlichen per Video beobachteten

und am Monitor ausgezählten Ausflügen von rund 8 %, wobei der per Lichtschranke ermittelte Wert stets über dem tatsächlichen Wert liegt.

Die Zählung während des Einflugs der Tiere ist weit ungenauer. Die Abweichungen zwischen Lichtschrankensignalen und tatsächlich eingeflogenen Tieren sind hier mit etwa 20 % deutlich höher. In bestimmten Phasen (z.B. erste Ausflugsnächte der Jungtiere) kann der Fehler noch deutlich höher liegen. Dies liegt vor allem daran, daß sich die Fledermäuse bei der Rückkehr ins Quartier anders verhalten als beim Ausflug. Während sie beim Ausflug entweder relativ zielstrebig über die Dachlatte, unter der die Lichtschranke angebracht ist, und durch den Lüftungsziegel nach außen klettern oder fliegen, halten sie sich beim Einflug länger im Bereich der Lichtschranken auf und lösen diese z.B. mit ihren Flügeln mehrfach aus. Ein direktes Durchfliegen scheint in diese Richtung gar nicht möglich zu sein. Damit ergibt sich für die Einflüge oft eine zu hohe Anzahl registrierter Ereignisse. Dies bestätigt auch die tägliche Differenz (gemessen von 12 Uhr mittags bis 12 Uhr mittags des Folgetages) zwischen den Ein- und Ausflügen (Abb. 5). Obwohl eigentlich nur im Frühjahr beim Einzug der Tiere mehr Ein- als Ausflüge zu erwarten sind, ist dieses Mißverhältnis den ganzen Sommer über gegeben.

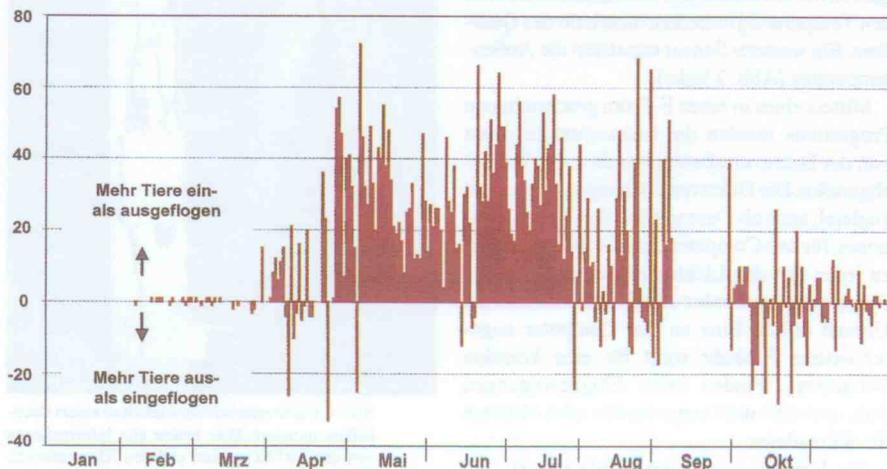


Abb. 5. Differenz zwischen Ein- und Ausflügen pro Tag im Jahr 1998. Jeder Balken repräsentiert dabei eine Nacht gemessen von 12 Uhr mittags bis 12 Uhr mittags des nächsten Tages. Im September wurden wegen Ausfall der Anlage zeitweilig keine Daten erhoben.

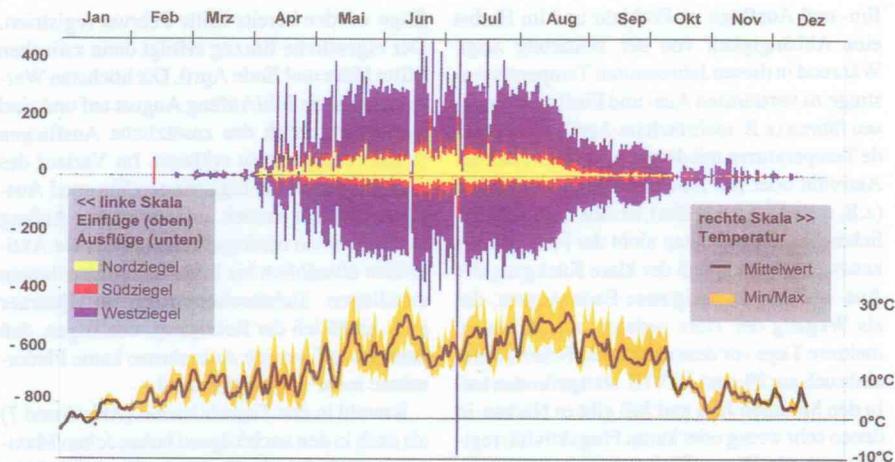


Abb. 6. 24-Stunden-Bilanzen im Jahr 1997. Jeder Balken entspricht einem Tag (0 Uhr bis 24 Uhr). Oben (linke Abszisse) ist die Zahl der ausfliegenden Tiere negativ und aufgeteilt nach den Lüftungsziegeln dargestellt. Unten (rechte Abszisse) ist die Außentemperatur in Form von Tagesmittelwert (schwarze Linie) und Tagesmaximum / -minimum (gelbe Fläche) angegeben.

Einzelne „Ausreißer“-Balken (z.B. Abb. 6: Anfang Juli oder Abb. 7: Südziegel im Dezember) lassen erkennen, daß es vereinzelt durch ungünstige Umstände an den Lichtschranken eines Lüftungsziegels (z. B. Spinnen etc.) zu Artefakten in Form von Massenregistrierungen kommen kann.

Ergebnisse

24-Stunden-Bilanzen

Die jeweils summierten Ein- und Ausflugereignisse pro Tag werden in 24-Stunden-Bilanzen

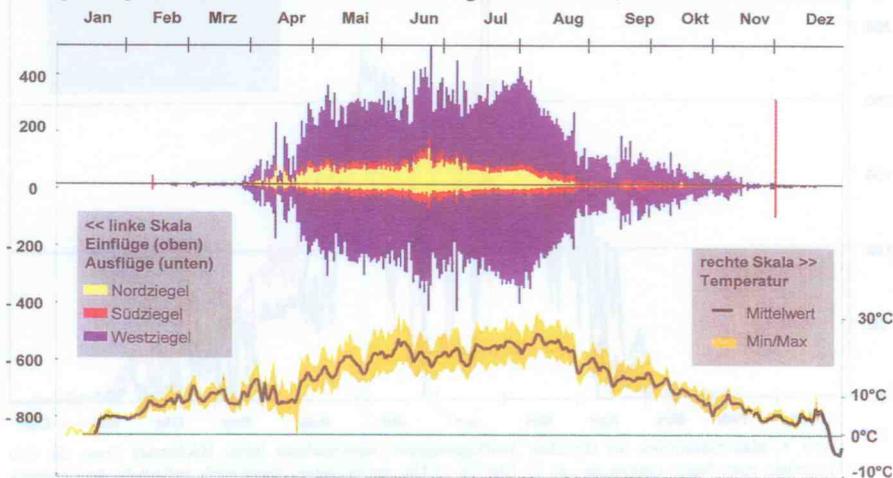


Abb. 7. Tagesmittelwerte der 24-Stunden Bilanzen 1997 - 1999. Darstellungsweise analog zu Abb. 6.

entweder für Einzeljahre (Abb. 6) oder als Mittelwerte aus mehreren Jahren (Abb. 7) dargestellt. Am augenfälligsten ist die stark unterschiedliche Nutzung der drei verschiedenen Ausflughöffnungen. Die meisten Ereignisse in beiden Richtungen wurden am Westziegel registriert. Während der Nordziegel zumindest für die Einflüge noch eine Rolle spielt, wird der Ziegel im Süden generell für den Aus- und Einflug am schwächsten genutzt.

In der Einzeljahresdarstellung (Abb. 6) ist gut zu erkennen, daß das Aktivitätsmuster der

Ein- und Ausflüge im Frühjahr und im Herbst eine Abhängigkeit von der Witterung zeigt. Während in diesen Jahreszeiten Temperaturanstiege zu verstärkten Aus- und Einflugereignissen führen (z.B. mehrfach im April) und fallende Temperaturen mit deutlichem Rückgang der Aktivität oder mit Abwanderung einhergehen (z.B. erste Oktoberhälfte), ist dies in den eigentlichen Sommermonaten nicht der Fall. Bemerkenswert ist auch, daß der klare Rückgang der Aus- und Einflugereignisse Ende August, der als Wegzug der Tiere gedeutet werden kann, mehrere Tage vor dem ersten deutlichen Kälteeinbruch am 29. und 30. VIII. stattgefunden hat. In den Monaten Juni und Juli gibt es Nächte, in denen sehr wenig oder kaum Flugaktivität registriert wurde. Diese „Einbrüche“ stehen in Verbindung mit sehr starken Temperaturrückgängen und somit sehr wahrscheinlich mit Wetteränderungen (oft Regenfall) und der damit verbundenen Abkühlung. Es ist davon auszugehen, daß in erster Linie nicht die Veränderung der Temperatur, sondern der Regenfall die Fledermäuse am Ausflug hindert.

Ein genereller Überblick über den Verlauf der Ein- und Ausflugaktivitäten an der Wochenstube ist in Abb. 4 in Form von Mittelwerten von 24-h-Bilanzen von Januar 1997 bis September 1999 gegeben. Die ersten Ein- und Aus-

flüge werden bereits Mitte Februar registriert. Der eigentliche Einzug erfolgt dann zwischen Mitte März und Ende April. Die höchsten Werte treten Ende Juli/Anfang August auf und sind vermutlich durch das zusätzliche Ausfliegen flügger Jungtiere zu erklären. Im Verlauf des Augusts gehen die registrierten Ein- und Ausflüge deutlich zurück und erreichen Anfang September ein niedriges Niveau, ehe die Aktivitäten allmählich bis in den Dezember hinein ausklingen. Sichtbeobachtungen im Quartier (z.B. anlässlich der Reinigung) bestätigen, daß dann bis auf wenige Ausnahmen keine Fledermäuse mehr im Quartier sind.

Sowohl in den Tagesbilanzen (Abb. 6 und 7) als auch in den nachfolgend behandelten Maxima der täglichen Ausflugereignisse (Abb. 8) ist deutlich zu erkennen, daß der Einzug ins Quartier im Frühjahr wesentlich schneller geschieht als die Räumung des Dachbodens im Spätsommer und Herbst.

Maximalsummen der täglichen Ausflugereignisse

Die Maximalsumme der täglichen Ausflugereignisse ist definiert als die Höchstzahl Tiere, die sich innerhalb einer Nacht (gemessen von 12 Uhr mittags bis 12 Uhr am nächsten Tag) gleichzeitig außerhalb des Quartiers befanden

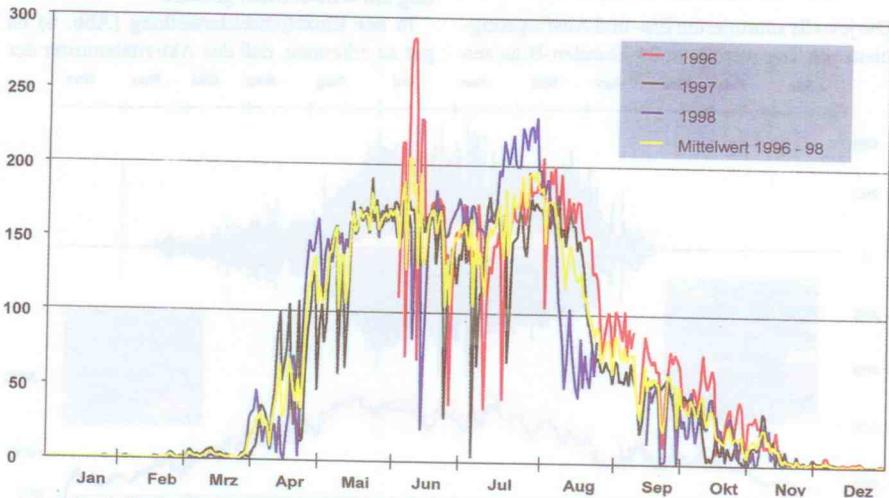


Abb. 8. Maximalsummen der täglichen Ausflugereignisse verschiedener Jahre: Höchstzahl Tiere, die sich innerhalb einer Nacht (gemessen von 12 Uhr bis 12 Uhr am Folgetag) gleichzeitig außerhalb des Quartiers befanden. Details siehe Text.

(Abb. 8). Fliegen zum Beispiel 100 Tiere aus, daraufhin drei wieder ein und weitere fünf aus, so beträgt das dargestellte Maximum 102 Tiere.

Diese Darstellungsweise eignet sich besonders gut zur Ermittlung der Kopfzahl der Kolonie während der stabilen Phasen. Das „Plateau“ der Kurven zwischen Mai und Mitte Juli liegt etwa auf dem Level von 165 Ausflügen, was sehr gut der bei konventionellen Ausflugszählungen ermittelten Anzahl von ♀♀ entspricht.

Weiterhin kann auf diese Weise die Bestandsdynamik zwischen einzelnen Jahren miteinander verglichen werden. Während die Variation der Zeitpunkte von Ankunft und Verlassen des Quartiers in allen zwei bzw. drei dargestellten Jahren gering ist, fällt auf, daß die bei Flüggewerden der Jungen zu erwartende Steigerung der Ausflüge im Jahr 1998 besonders deutlich hervortritt und in diesem Jahr etwa zwei Wochen früher einsetzt als in den beiden vorhergehenden Jahren. Es ist davon auszugehen, daß in manchen Jahren die gesteigerte Ausflugaktivität durch flügge Jungtiere bereits von der Abwanderung nichtreproduktiver ♀♀ kompensiert wird.

Ausflugerzentilen

Für das Jahr 1997 wurden für jeden Tag zwischen 17.II. und 8.XII., an dem Ausflugeignisse gemessen wurden und die Anlage korrekt arbeitete, die Zeiten ermittelt, an denen 5 %, 50 % (= Medianwert), 95 % und 100 % der an

diesem Tag ausfliegenden Fledermäuse das Quartier verlassen hatten (Abb. 9).

Erwartungsgemäß folgt der Medianwert im wesentlichen dem Verlauf der Sonnenuntergangskurve. Die 95 %-Perzentile erreicht bis Mitte Mai und dann wieder ab der zweiten Septemberhälfte regelmäßig Werte, die über zwei Stunden nach dem Medianwert liegen. Zu diesen Zeiten zeigt die Varianz der individuellen Ausflugzeiten demnach die höchsten Werte, was einerseits durch den geringeren Stichprobenumfang, andererseits aber auch durch geringere Synchronizität in der Kolonie erklärt werden kann. Sofern alle Perzentilwerte sehr spät in der Nacht liegen, spricht dies für ungünstige Witterungsverhältnisse zur normalen Ausflugzeit (z.B. ein Gewitter), die dann aber im weiteren Verlauf der Nacht ein Ausfliegen doch noch ermöglicht haben. Extrem späten Ausflug gab es beispielsweise am 5. Juli, wo der 5 %-Wert ausgeflogener Tiere erst gegen 3 Uhr morgens erreicht wurde. Späte Werte der 100 %-Perzentile können durch einzelne, spät ausfliegende Fledermäuse verursacht werden. Es muß dabei jedoch beachtet werden, daß diese Perzentile die größte Fehleranfälligkeit zeigt: Fliegen beispielsweise von 100 Tieren 20 später in der Nacht wieder ein und nochmals aus und wird dieser Wiedereinflug von nur einem einzigen Tier dieser Gruppe aus technischen Gründen nicht registriert, so liegt der ermittelte Maxi-

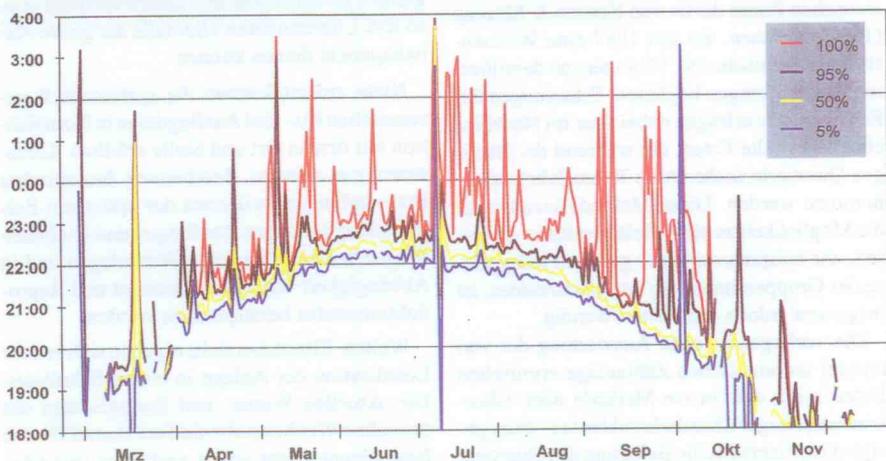


Abb. 9. Ausflugerzentilen 1997: Die 4 Kurven markieren die Uhrzeit (MEZ), zu der 5%, 50%, 95% und 100% aller in der betreffenden Nacht ausgeflogenen Mausohren das Quartier verlassen haben.

malwert nach dem nochmaligen Ausflug aller Mausohren bei 101 und das Erreichen dieses Maximalwertes (der 100 %-Perzentile) kennzeichnet nicht mehr den Zeitpunkt des Erstauffluges aller Tiere. Unter diesem Gesichtspunkt erweist sich die 95 %-Perzentile als robuster. Die Spanne von 5 %- bis 95 %-Perzentile kann als geeignetes Maß für die Gesamtdauer des Ausfluges angesehen werden, wobei die Lage des Medianwertes (der 50 %-Perzentile) in der Mitte zwischen den beiden anderen Kurven auf einen eher gleichmäßigen Ausflug hinweist (z.B. im August), während die Annäherung des Medianwertes an die 5 %-Perzentile bedeutet, daß zu Beginn der Ausflugphase zunächst der Großteil der Tiere das Quartier verlassen hat, während dann weniger Tiere „nachtröpfelten“ (z.B. Mitte September bis Mitte Oktober).

Diskussion

Vorteile langjähriger konstanter Datenerfassung

Über langjährige, mit konstantem oder zumindest zwischen den Jahren vergleichbarem Aufwand betriebene Bestandsbeobachtungen an Fledermauswochenstuben, die auch die zeitliche Präsenz der Tiere im Jahreslauf berücksichtigen, liegen nur wenige Untersuchungen vor. Die konstanteste, langjährige Beobachtungsreihe an einer Fledermauswochenstube im süddeutschen Raum dürfte von KULZER & MÜLLER (1997) stammen, die seit 1987 eine Wochenstube des Mausohrs bei Tübingen mit detaillierten Beobachtungen begleiten. Erfassungen der Koloniegroße erfolgen dabei über im Nachhinein ausgezählte Fotos, die während der häufigen Quartierbesuche (etwa 30 pro Jahr) aufgenommen werden. Diese Methode bietet zwar die Möglichkeit zu einer Reihe weiterer Analysen, wie beispielsweise der genauen Hangplätze der Gruppen innerhalb des Dachraumes, ist insgesamt jedoch sehr zeitaufwendig.

Die vorliegende, erste Auswertung der von unserer automatischen Zählanlage ermittelten Daten zeigt, daß unsere Methode nach Überwindung einiger „Kinderkrankheiten“ dazu geeignet ist, einerseits die Belegung des Quartiers lückenlos zu überwachen und andererseits verlässliche, schutzrelevante Daten zu sammeln.

Ein regelmäßiger Blick auf die registrierten Aus- und Einflugereignisse der letzten Zeit gibt, ohne die Tiere zu stören, schnell Aufschluß darüber, ob die Belegungszahlen sich im für dieses Quartier üblichen Rahmen bewegen. Es kann rasch erkannt werden, wann besonders wenige Tiere anwesend sind (was ein Hinweis auf einen Störfaktor im Quartier sein kann, den es rasch zu beheben gilt), oder wann besonders viele Tiere anwesend sind (was ein Hinweis auf Störungen in einem anderen Wochenstubenquartier sein kann, wie dies beispielsweise MÜLLER, GÜTTINGER & GRAF [1992] für ein durch Steinmarder gestörtes Mausohrquartier beschreiben).

Mit einer Dauerregistrieranlage können schutzrelevante Daten wie z.B. die jahreszeitliche Nutzung von Dachstuhlquartieren über einen Zeitraum von mehreren Jahren zuverlässig ermittelt werden. Gerade im Zusammenhang mit Renovierungsarbeiten an fledermausbewohnten Dachstühlen stellt sich immer wieder die Frage nach dem günstigsten Zeitpunkt der Arbeiten, die – insbesondere wenn Dachsanierungen geplant sind – ungern im Mittwinter ausgeführt werden, andererseits aber unbedingt in einem Zeitraum vorgenommen werden sollten, in dem die Fledermäuse nicht anwesend sind. Das Eintreffen der ersten Fledermäuse wie auch das Verlassen der Quartiere im Herbst können jeweils lokal sehr unterschiedlich sein, so daß Literaturdaten allenfalls als grobe Anhaltspunkte dienen können.

Nicht zuletzt können die systematisch gesammelten Ein- und Ausflughdaten in Kombination mit den an Ort und Stelle erfaßten Klimadaten zur näheren Bearbeitung biologischer Fragestellungen, wie etwa der optimalen Entscheidung zwischen Ausfliegen und Nichtausfliegen bei verschiedenen Wetterlagen und in Abhängigkeit von Jahr, Jahreszeit und Reproduktionsstatus herangezogen werden.

Weitere Einsatzbereiche ergeben sich aus der Lokalisation der Anlage in einem Schulhaus: Die aktuellen Wetter- und Ereignisdaten aus der nahen Wochenstube sind bei Bedarf für den Biologieunterricht sofort verfügbar und können ohne Störung der Fledermäuse jeweils am Computerbildschirm eingesehen werden.

Dauerregistriereinrichtungen an Fledermausquartieren wurden bereits an anderen Orten entwickelt und in der Literatur vorgestellt. Eines der frühesten Geräte mit Echtzeitaufzeichnung schlug KOLB (1959) vor, der einen Thermografen als mechanisch ausgelöstes Registriergerät zur Anbringung an Fledermauskästen umbaute. Registriergeräte auf Lichtschrankenbasis an Mausohrwochenstuben wurden beispielsweise von BÖHME & NATUSCHKE (1967), KUTHE (1987) und KUGELSCHAFTER et al. (1995) vorgestellt. Im Winterquartier (Bunkeranlage) setzten beispielsweise LUBCZYK & NAGEL (1995) erfolgreich eine Kombination aus Infrarotlichtschranken, Datalogger und Kleinbildkamera ein. Sie sprechen bezüglich der Signalhäufigkeit lediglich von „Aktivität“ und zeigen deren zeitliche Verteilung, ohne eine Umrechnung in die tatsächliche Kopfzahl der ein- und ausfliegenden Fledermäuse vorzunehmen. Über die Verfügbarkeit mehrjähriger Datensätze, die über die Häufigkeiten der Lichtschrankenereignisse Hinweise auf die Belegungsphänologie der Wochenstubengemeinschaft geben, liegen bisher nur recht spärliche Informationen vor.

Fehlerabschätzung

Die ermittelten Fehlerraten von etwa 8 % bei den Ausflügen und bis zu über 20 % bei den Einflügen lassen es in jedem Falle seriöser erscheinen, von der Anzahl Ereignisse an einer Lichtschranke zu sprechen als von einer Anzahl durchgeflogener Tiere. Da die vom Computer falsch interpretierten Lichtschrankensignale hauptsächlich aus dem Verhalten der Tiere (z.B. längerer Aufenthalt im Lichtschrankenbereich) resultieren, sind ähnliche Fehlerraten bei anderen, auf Lichtschranken basierenden Systemen mit engen Einflügen zu erwarten und erfordern bei jeder Installation zunächst eine Überprüfung der Registrierungen anhand von Videoaufzeichnungen. ZÖPHEL et al. (2001) berichten bei einer Lichtschrankenzählanlage in einem Fledermauswinterquartier von bis zu 50 % Diskrepanz zwischen Ein- und Ausflugeignissen und führen dies unter anderem auch auf unterschiedliches Verhalten der Fledermäuse bei Ein- und Ausflug zurück. Auch sie gehen davon aus, daß der Ausflugwert näher an der tatsächlichen Bestandsgröße liegt.

Bei unserer Anlage gelang es, einen Teil der Fehler durch die Definition typischer Fehler-signalmuster der Lichtschrankenpaare abzufangen. Wir gehen davon aus, daß die Diskrepanz zwischen der Anzahl registrierter Lichtschrankenereignisse und der tatsächlichen Anzahl durchgeschlüpfter Tiere über die Saison und über die Jahre in etwa konstant bleibt. Andere Fehler wie z.B. Spinnen, die vor den Lichtschranken ihre Netze bauen, führen zu einer derart hohen Zahl registrierter Ereignisse (bis 1000-fach erhöhte Aktivität an einem einzelnen Lichtschrankenpaar), daß sie sich – insbesondere in Verbindung mit der dazu registrierten Tageszeit – leicht als Artefakte erkennen und bei der Auswertung der Daten entsprechend behandeln lassen.

Zusammenfassung

In der mit etwa 180 ♀ des Mausohrs (*Myotis myotis*) belegten Wochenstube im Dachstuhl eines alten Schulhauses in Gottmadingen (Kreis Konstanz) wird seit 1996 die Ein- und Ausflugaktivität an den 3 Zuflügen mittels gepaarter Infrarot-Lichtschranken registriert. Vergleiche mit Video-beobachtungen ergaben eine Fehlerquote von etwa 8 % zu viel registrierter Einflüge und etwa 20 % zuviel registrierter Ausflüge. Durch geeignete graphische Darstellungsform der Daten können dennoch aussagekräftige Kenngrößen über das Quartier gewonnen werden: (1) „24-Stunden-Bilanzen“ stellen die pro Tag summierten Ein- und Ausflugeignisse dar und sind insbesondere geeignet, um die zeitliche Nutzung des Quartiers, die Nutzung der verschiedenen Ausflügöffnungen und Veränderungen im Jahreslauf und zwischen den Jahren zu untersuchen. (2) Als „Maximalsummen der täglichen Ausflugeignisse“ werden die Höchstzahlen von Fledermäusen bezeichnet, die sich in einer Nacht gleichzeitig außerhalb des Quartiers befanden (berechnet aus den Anzahlen der Ausflug- und Einflugeignisse). Diese Darstellung ermöglicht während der Plateauphasen die zuverlässigste Aussage zur Koloniestärke und läßt demnach am besten Vergleiche der Belegungszahlen zwischen verschiedenen Jahren zu. (3) Die „Ausflugperzentilen“ zeigen für jede Nacht die Uhrzeit an, zu der k % der in dieser Nacht ausfliegenden Tiere das Quartier verlassen haben. K-Werte von 5, 50, 95 und 100 werden hier dargestellt und diskutiert. Die Ausflugperzentilen zeigen das Ausflughverhalten im Jahreslauf und mögliche Veränderungen im Zusammenhang beispielsweise mit Witterungsbedingungen.

Summary

Since 1996 in-flight and out-flight events were registered by means of paired infrared sensors at the 3 apertures of a nursing roost of Mouse-eared Bats (*Myotis myotis*) located in the roof of an old school building in Gottmadingen (Dist. of Konstanz). Comparisons with video recordings showed

an error level of approx. 8% too many in-flight registrations and approx. 20% too many out-flight registrations. However, presenting the data in the appropriate graphical manner, evident characteristics of the roost could be derived:

(1) „24-Hours-Balances“ showed the summed-up in-flight and out-flight events per day. They were especially useful to show the time pattern of utilisation of the roost, the use of the different apertures, and to detect changes in activity patterns on an annual level and in comparison between years. (2) „Maximum Sums of Daily Out-flight Events“ are maximum numbers of bats that were simultaneously outside the roost during a night (calculated from the numbers of out-flight and in-flight events). During plateau phases this type of graph permitted the most reliable statement about the total number of bats in the colony and thus allowed the best comparisons of roost occupation between years. (3) „Out-flight Percentiles“ showed for each night the time at which k% of all animals leaving the roost during that night flew out. K-values of 5, 50, 95 and 100 were shown and discussed. „Out-flight Percentiles“ showed the pattern of out-flight behaviour during the year and probable variations, in the context of weather events for instance.

Danksagung

Wir danken der Gemeinde Gottmadingen, die uns den Einbau der Zählanlage in ihrem Schulhaus ermöglicht hat. Besonders zu erwähnen sind hier der Hausmeister der Hebel-schule, Herr BRÜTSCH, und der Leiter des Bauamts, Herr WINKLER. In der Startphase wurde diese Arbeit sowie die Schutzbemühungen für diese Mausohrkolonie insgesamt durch den langjährigen Umweltschutzbeauftragten der Gemeinde Gottmadingen, BRUNO SCHERBARTH, begleitet. Ohne den Beitrag zahlreicher Zivildienstleistender wäre der Einbau der Anlage und die Erhebung der Daten ebenfalls nicht möglich gewesen.

Finanziell unterstützt wurde dieses Projekt von der Stiftung der Landesgirokasse und von der BUND-Ortsgruppe Gottmadingen.

Schrifttum

BÖHME, W., & NATUSCHKE, G. (1967): Untersuchungen zur Jagdflugaktivität freilebender Fledermäuse in Wo-

chenstuben mit Hilfe einer doppelseitigen Lichtschranke und einige Ergebnisse an *Myotis myotis* und *Myotis nattereri*. Säugetierkd. Mitt. 15, 129-138.

- KLINGER, M. (1997): Fledermäuse in Gottmadingen. Gottmadingen – Vom Bauerndorf zur Industriegemeinde. Geschichte und Geschichten, 47-50. Gottmadingen.
- KOLB, A. (1959): Ein Registrierapparat für Fledermäuse und einige biologische Ergebnisse. Zool. Anz. 163, 135-141.
- KUGELSCHAFTER, K., HORVATH, T., KIMPEL, W., STEFFNY, G., & VOLK, T. (1995): Neue Techniken zur Überwachung von Fledermäusen. Meth. feldökol. Säugetierforsch. 1, 373-382.
- KULZER, E., & MÜLLER, E. (1997): Die Nutzung eines Kirchendaches als „Wochenstube“ durch Mausohr-Fledermäuse (*Myotis myotis* Borkhausen). Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 71/72, 267-326.
- KUTHE, C. (1989): Aktivitätsuntersuchungen an einer Mausohrwochenstube (*Myotis myotis*). In: HANÁK, V., HORÁČEK, I., & GAISLER, J. (Ed.): European Bat Research, Charles Univ. Press, 533-536. Prag.
- LUBCZYK, P., & NAGEL, A. (1995): Aktivität von Fledermäusen an einem Winterquartier im Landkreis Lüchow-Dannenberg (Niedersachsen, BRD) im Winterhalbjahr 1993/94. Ornith. Beob. 92, 339-344.
- MÜLLER, A., GÜTTINGER, R., & GRAF, M. (1992): Steinmarder (*Martes foina*) veranlassen Große Mausohren (*Myotis myotis*) zur Umsiedlung. Nachdruck des Artikels aus dem Artenschutzreport (2) 1992, 4 S., der Stiftung zum Schutze der Fledermäuse in der Schweiz, Zürich 1993.
- ZAHN, A. (1998): Individual migration between colonies of Greater mouse-eared bats (*Myotis myotis*) in Upper Bavaria. Z. Säugetierkd. 63, 321-328.
- ZÖPHEL, U., WILHELM, M., & KUGELSCHAFTER, K. (2001): Vergleich unterschiedlicher Erfassungsmethoden in einem großen Fledermaus-Winterquartier im Osterzgebirge (Sachsen). Nyctalus (N.F.) 7, 523-531.

MICHAEL KLINGER, BUND-Naturschutzzentrum Westlicher Hegau, Erwin-Dietrich-Straße 3, D-78244 Gottmadingen. michael.klinger@bund.net

HANSUELI ALDER, Landstraße 19, CH-8450 Adelfingen, Schweiz. hansueli.alder@batec.net

DR. WOLFGANG FIEDLER, Max-Planck-Forschungsstelle für Ornithologie, Vogelwarte Radolfzell, Schloßallee 2, D-78315 Radolfzell. fiedler@vowa.ornithol.mpg.de