

Vergleich unterschiedlicher Erfassungsmethoden in einem großen Fledermaus-Winterquartier im Osterzgebirge (Sachsen)

Von ULRICH ZÖPHEL, MANFRED WILHELM, Dresden, und KARL KUGELSCHAFTER, Gießen

Mit 3 Abbildungen

1 Einleitung

Zahlreiche populationsökologische Untersuchungen an Fledermäusen basieren auf Daten, die im Zusammenhang mit Winterquartierkontrollen gewonnen wurden (EISENTRAUT 1934 u.a.). Gegenwärtig knüpft sich an solche Kontrollen die Hoffnung, durch planmäßige Untersuchungen ein Bestands-Monitoring realisieren zu können. Häufig wird die bei den Quartierkontrollen ermittelte Anzahl als Größe des Überwinterungsbestandes akzeptiert und daraus werden auch Bestandstrends abgeleitet. Über die dabei bestehende Fehlerquote gibt es jedoch bisher kaum Abschätzungen.

Hinweise darauf, daß sich ein erheblicher Anteil von Fledermäusen in einem Winterquartier der Kontrolle entziehen kann, lieferten bereits die Untersuchungen von ROER & EGSKAEK (1966). Besonders in größeren Untertage-Objekten brachten Fang-Wiederfang-Ergebnisse (KALLASCH & LEHNERT 1995a, b) und besonders der Einsatz von Lichtschranken (KUGELSCHAFTER et al. 1995) gegenüber den bisherigen Quartierkontrollen überraschende Ergebnisse hinsichtlich der tatsächlichen Zahl überwinternder Fledermäuse.

Insbesondere die Untersuchungen in der Berliner Zitadelle sowie in den Segeberger Kalkberghöhlen wurden mit großem finanziellen und personellen Aufwand betrieben; ein Aufwand, der ansonsten nicht zu leisten ist. Deshalb ist es wünschenswert, eine Methode zu finden, mit der mit weniger Aufwand trotzdem befriedigende Ergebnisse zu gewinnen sind.

Die Möglichkeit des Vergleichs verschiedener Erfassungsmethoden bot sich an dem hier vorgestellten Winterquartier. Bereits seit den 1970er Jahren wurden hier regelmäßig Quartierkontrollen durchgeführt und die Tiere dabei

auch beringt. Seit 1997 befindet sich zudem ein Lichtschrankensystem am Eingang, das die ein- und ausfliegenden Tiere automatisch registriert.

2 Material und Methoden

Das untersuchte Winterquartier befindet sich in Sachsen in der Kammlage des Osterzgebirges bei 750 m NN am Oberlauf der Wilden Weißeritz. Es handelt sich um ein ehemaliges Kalkwerk, das bis 1890 dem Abbau von Bau- und Düngerkalk diente. Von ehemals fünf Sohlen sind gegenwärtig noch drei zugänglich. Durch den Abbau entstanden zusammenhängende bis 10 m hohe unterirdische Hohlräume.

Das Objekt wurde 1970 wiederentdeckt. Der einzige bekannte Zugang wurde 1975 durch ein Gittertor vor unbefugtem Zutritt geschützt. Entsprechend der Höhenlage herrscht im Bergwerk eine Temperatur von nur 4 °C, in Seitennischen bis 5,2 °C (s. RÜSSEL 1978). In den Geröllablagerungen, die teilweise durch Legemauern verbaut wurden, befinden sich zahlreiche potentielle Versteckmöglichkeiten für Fledermäuse.

Zur Erfassung der Fledermäuse wurden die folgenden Methoden angewandt:

- **Quartierkontrollen** erfolgten jeweils zum Beginn und Ende der Überwinterungsperiode (Ende November/Anfang Dezember sowie Ende März). Die begehbaren Bereiche wurden mit Handscheinwerfern ausgeleuchtet und die sichtbaren Fledermäuse registriert. Darüber hinaus wurden die erreichbaren Tiere zur Markierung bzw. Kontrolle vom Hangplatz abgenommen. Dadurch ist zusätzlich eine hohe Sicherheit bei der Artbestimmung gegeben.

- Durch die Markierung und Kontrolle der Tiere ist die Anwendung der **Fang-Markierungs-Wiederfang-Methode** (= **Capture-Mark-Recapture [CMR]**) möglich. Dabei gelten die bei der Kontrolle am Anfang der Wintersaison gefangenen und anschließend durch Markierung oder Wiederfund individuell identifizierten Tiere im Sinne der Methode als „markiert“ und können dann bei der jeweils folgenden Kontrolle am Ende der Wintersaison wiedergefangen werden. Aus dem Verhältnis zwischen markierten und unmarkierten Tieren bei der jeweils zweiten Kontrolle wurde nach der Peterson-Methode der Überwinterungsbestand insgesamt und artenweise geschätzt (s. KREBS 1989). Es fanden die nach SEBER (1982) korrigierten Schätzwerte Verwendung, um Überschätzungen zu vermeiden. Weiterhin wurden nach SEBER (1982) 95 %-Konfidenzwerte geschätzt (s. KREBS 1989). Sie geben an, in welchem Bereich sich mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit der geschätzte Bestand befindet. Weite Konfidenzgrenzen sprechen für eine sehr ungenaue Schätzung. Doch auch bei engen Konfidenzgrenzen ist nicht gänzlich auszuschließen, daß sich der tatsächliche Wert außerhalb des angegebenen Bereiches befinden kann. Die für die Anwendung der CMR-Methode erforderlichen Voraussetzungen können als weitgehend erfüllt angesehen werden. Insbesondere ist der Fledermausbestand zwischen den beiden jeweiligen Kontrollen als geschlossen zu betrachten, da durch die Lichtschranken-Überwachung belegt ist, daß zwischen den beiden Kontrollterminen nur ganz wenige Ein- und Ausflüge in das bzw. aus dem Quartier stattfinden.
- Durch die Installation eines **pc-gesteuerten Infrarot-Lichtschrankensystemes** (s. KUGELSCHAFTER et al. 1995) am einzigen bekannten Zugang zum Quartier ist die Möglichkeit der automatischen Registrierung von Aus- und Einflügen gegeben. Dadurch können Bilanzen über die Anzahl überwinternder Tiere gebildet werden. Eine artliche Zuordnung der registrierten Ereignisse ist nicht möglich.

Die automatische Registrierung wurde im Zeitraum 10.VIII.1997 bis 30.V.1999 realisiert.

- Ergänzend zu den Winterkontrollen erfolgten im **Spätsommer und Herbst Netzfänge vor dem Eingang** zum Winterquartier sowie mit einer Fangharfe an der Einflugöffnung. Derartige Fänge wurden in ein- bis zweiwöchigem Turnus in den Jahren 1994 bis 1999 im Zeitraum zwischen Einbruch der Dunkelheit und Mitternacht durchgeführt.

Die Markierungen erfolgten durch M. WILHELM, U. DINGELDEY und F. RÜSSEL mit Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde mit Ringen der Fledermausmarkierungszentrale Dresden beim Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie.

3 Ergebnisse

3.1 Quartierkontrollen

Im Zeitraum zwischen Dezember 1972 und März 1999 fanden 54 Kontrollen statt, so daß aus 26 Winterhalbjahren (außer 1990/91) auswertbare Daten vorliegen. Insgesamt wurden 3.739 Individuen aus sieben Arten registriert. Die Ergebnisse der einzelnen Kontrollen sind in Abb. 1 dargestellt. Obwohl die Kontrollen jährlich zu gleichen Zeitpunkten mit vergleichbarer Suchintensität erfolgten und die mikroklimatischen Bedingungen im Quartier sehr ausgeglichen sind, schwankt die Anzahl der festgestellten Fledermäuse zwischen 26 und 260 Tieren. Im Mittel werden bei einer Kontrolle 72 Tiere gefunden. Bei der Kontrolle zum Ende des Winters wurden durchschnittlich etwa 20 Tiere mehr registriert (Anfang Winter 62 [26 bis 118] Tiere, Ende Winter 81 [27 bis 260] Tiere). Für die einzelnen Arten sind die Werte und statistische Maßzahlen in Tab. 1 zusammengestellt. In den Winterhalbjahren 1997/98 und 1998/99 wurden bei den Kontrollen 50/139 und 67/87 Fledermäuse erfaßt. Mit 260 Tieren war das Kontrollergebnis am 19.III.1994 ungewöhnlich hoch. Dabei wurde ein sehr hoher Anteil von Wasser- und Fransenfledermäusen festgestellt.

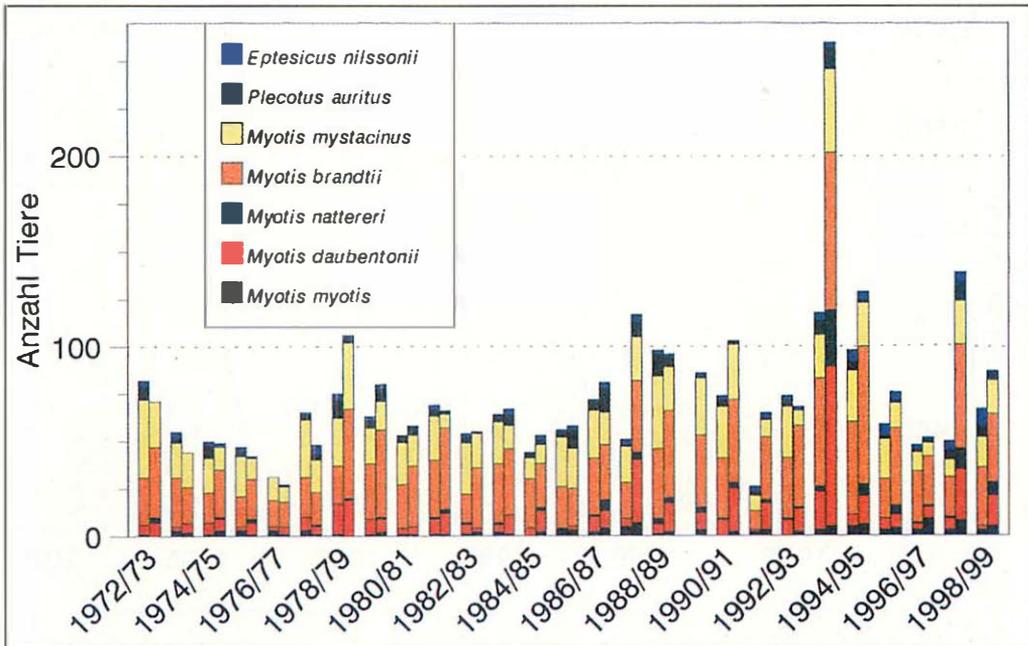


Abb. 1. Anzahl der bei Quartierkontrollen zum Beginn und Ende der Überwinterungsperiode registrierten Fledermäuse

3.2 Fang-Markierungs-Wiederfang-Methode (CMR)

Die Zahl der bei der ersten Kontrolle in einem Winterhalbjahr „markierten“ Tiere schwankt zwischen 31 und 118. Bei der jeweils zweiten Kontrolle wurden 27 bis 260 Tiere kontrolliert, darunter befanden sich 2 bis 42 „markierte“ Individuen.

Der daraus nach der Peterson-Methode für die einzelnen Jahre geschätzte Gesamtbestand und die 95 %-Konfidenzgrenzen sind in der Abb. 2 zusammengestellt. Obwohl die Konfidenzgrenzen meist weit auseinanderliegen, übertrifft der so ermittelte Gesamtbestand im-

mer die bei den Quartierkontrollen festgestellten Anzahlen von Fledermäusen. Der Schätzwert für den Gesamtbestand liegt im Mittel bei 376 (197 bis 721) Tieren mit einem 95 %-Konfidenzbereich von etwa 300 bis 1.100 (600 bis 1.100) Tieren. Für die Winterhalbjahre 1997/98 und 1998/99 ergab die CMR-Schätzung Winterbestände von 375 (233 bis 714) und 238 (172 bis 372) Fledermäusen. Der geschätzte Gesamtbestand ist etwa fünfmal größer als die bei den einzelnen Quartierkontrollen ermittelten Werte.

Da Fledermäuse zur Rückkehr auf vorher besetzte Hangplätze neigen (DAAN 1973), ist die Wahrscheinlichkeit des Wiederfundes markier-

Tabelle 1. Anzahl der bei den Kontrollen im Winterquartier im Zeitraum 1972-1999 festgestellten Fledermäuse

Art	Summe	Wert pro Kontrolle		
		Mittelwert	Minimum	Maximum
<i>Myotis myotis</i>	130	2,6	0	9
<i>Myotis daubentonii</i>	507	9,8	0	84
<i>Myotis nattereri</i>	103	2,0	0	30
<i>Myotis brandtii</i>	1.656	31,6	7	83
<i>Myotis mystacinus</i>	1.075	19,9	6	44
<i>Plecotus auritus</i>	219	4,0	0	13
<i>Eptesicus nilssonii</i>	118	2,2	0	9
alle Arten:	3.739	72,2	26	260

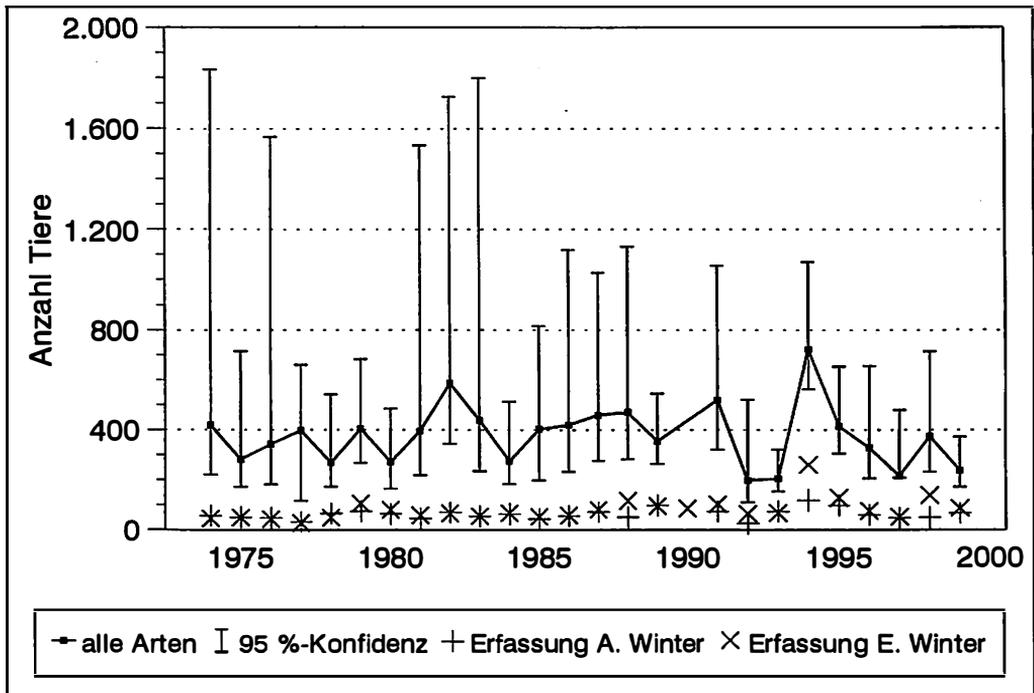


Abb. 2. Nach der Peterson-Methode geschätzter Gesamtbestand und 95 %-Konfidenzgrenzen sowie Gesamtzahl der bei den einzelnen Quartierkontrollen registrierten Tiere

ter gegenüber unmarkierten Tieren erhöht. Dadurch ist die Bedingung der Unabhängigkeit der zweiten Stichprobe nicht umfassend gegeben und es besteht die Möglichkeit der Unterschätzung des Gesamtbestandes.

Aufgrund der Individuenzahlen und des Anteils „markierter“ Tiere beim Wiederauffang ist eine Bestandsschätzung mit abnehmender Genauigkeit nur für Große Bartfledermaus, Kleine Bartfledermaus und Wasserfledermaus möglich. Zusammengefaßte Werte für diese Arten sind in der Tab. 3 enthalten, eine graphische Darstellung der Werte für *Myotis brandtii* findet sich in ZÖPHEL & SCHÖBER (1999).

3.3 Registrierung mittels Infrarot-Lichtschranke

Mittels eines pc-gesteuerten Infrarot-Lichtschrankensystems (IR-LS) werden die einzelnen Ein- und Ausflüge sekundengenau erfaßt und im PC gespeichert. Auf dieser Basis ist eine Summierung der Ereignisse und deren Bilanzierung möglich. Da es immer wieder zu Stromausfällen kam, war eine durchgehende Registrierung leider nicht zu realisieren.

Beispielhaft sind in der Abb. 3 für den Einflug in das Winterquartier die Ergebnisse aus dem Zeitraum 15.IX. bis 30.XII.1998 (Einwanderungsphase) sowie für den Ausflug aus dem Quartier aus dem Zeitraum 10.III. bis 15.V.1999 (Auswanderungsphase) dargestellt.

Für die beiden untersuchten Winterhalbjahre ergibt sich der folgende Bestand in das Quartier ein- bzw. aus dem Quartier auswandernde Tiere:

15.IX. bis 30.XII.1997:

mindestens 437 eingewanderte Fledermäuse (65 Ausfalltage)

10.III. bis 15.V.1998:

mindestens 746 ausgewanderte Fledermäuse (29 Ausfalltage)

15.IX. bis 30.XII.1998:

mindestens 713 eingewanderte Fledermäuse (29 Ausfalltage)

10.III. bis 15.V.1999:

mindestens 1.251 ausgewanderte Fledermäuse (13 Ausfalltage).

Auffällig sind die großen Differenzen in der Bilanz der ein- und der auswandernden Fledermäuse (bis zu 50 %!). Z. T. dürften diese Unterschiede mit den Ausfalltagen zusammenhän-

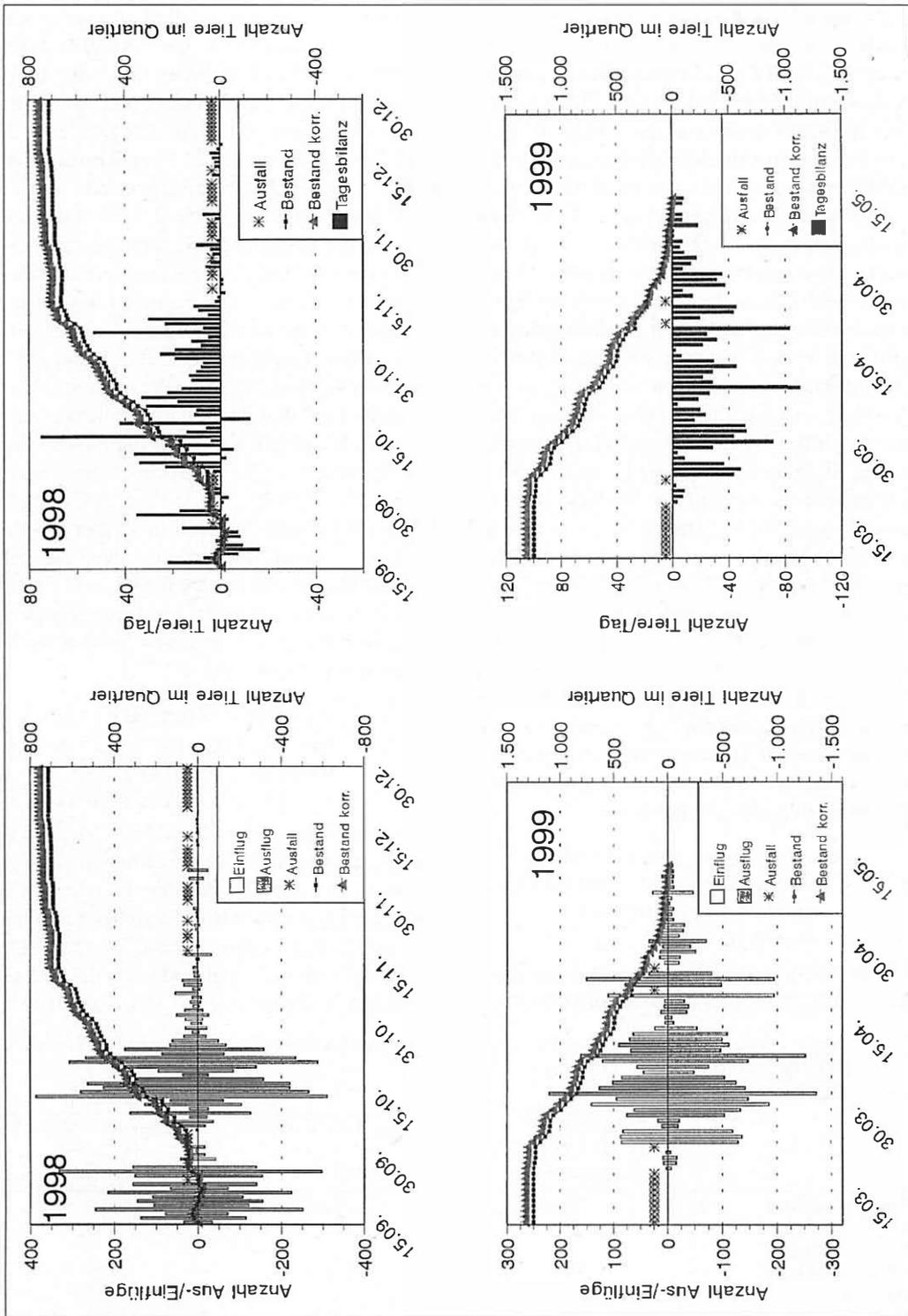


Abb. 3. Ergebnisbeispiele für die Registrierung mittels IR-Lichtschanke in der Einwanderungsphase (oben) und Auswanderungsphase (unten) in das/aus dem Winterquartier. Links jeweils Anzahl der täglich registrierten Aus- und Einfüge, rechts Tagesbilanz ein- bzw. auswandernder Tiere sowie der für das Quartier resultierende Gesamtbestand

gen. Eine weitere Erklärung könnte sein, daß im Herbst unkontrollierte Einflugmöglichkeiten bestehen, die im Frühjahr durch Schnee- und Eisreste verstopft sind und von den Fledermäusen nicht genutzt werden können. Es gibt aber keinen Hinweis auf solche Einflüge, so daß diese Erklärungsmöglichkeit verworfen werden muß.

Eine wahrscheinliche Ursache liegt in der Konstruktion der Lichtschranke und dem Verhalten der Fledermäuse. Beim Einflug ist häufig zu beobachten, daß Tiere außen am Gitterverschluß landen und durch die Einflugöffnung hindurch innen wieder ein Stück am Gitter herabklettern, bevor sie innen weiterfliegen. Der Ausflug erfolgt demgegenüber eher im direkten Durchflug. Um ein korrektes Durchbrechen beider Strahlenvorhänge der Lichtschranke zu garantieren, ist diese unten durch ein Brett abgeschlossen. Dieses Brett wurde von Singvögeln als Schlafplatz genutzt, wodurch die Registrierung die ganze Nacht über unterbrochen war. Durch Entfernen des Brettes wurde dem wirkungsvoll begegnet, unberücksichtigt blieb aber, daß durchkletternde Fledermäuse den Strahlenvorhang möglicherweise nicht mehr vollständig durchbrechen und dadurch nicht registriert werden. Danach entsprechen die beim Verlassen des Winterquartiers ermittelten Zahlen eher den realen Verhältnissen.

3.4 Netzfänge vor dem Eingang zum Quartier im Spätsommer und Herbst

Für die Verifizierung der Bestandserfassungen und die Ermittlung der Artenzusammensetzung

im Winterquartier werden die Fangergebnisse aus dem Zeitraum 15.IX. bis 5.XI.1994-1999 ausgewählt, der auch nach den Daten der Registrierung mittels IR-Lichtschranke die Einwanderungsphase in das Winterquartier darstellt. Die Ergebnisse aus 21 Fangaktionen sind in Tab. 2, Spalte A, zusammengestellt.

Für den Vergleich in Tab. 2 wurden die Ergebnisse der langjährigen Kontrollen im Winterquartier (Spalte B, vgl. zur Artenzusammensetzung auch Abb. 1) und zusätzlich das außergewöhnlich hohe Kontrollergebnis vom 19.III. 1994 (Spalte C) ausgewählt. Bei einem Vergleich der Artidentitäten und der relativen Häufigkeiten der Arten durch den Ähnlichkeitsindex nach Wainstein K_w (WAINSTEIN 1967) besteht zwischen A/C eine größere Ähnlichkeit als zwischen A/B ($K_w: B/C = 72,5, A/C = 48,3, A/B = 30,3$). Auffällig sind die Unterschiede bei Fransen- und Wasserfledermaus, die bei den Netzfängen und der Kontrolle vom 19.III. 1994 stark vertreten sind. Demgegenüber sind die beiden Bartfledermausarten bei den Netzfängen unterrepräsentiert.

3.5 Resümee zum Bestand im Winterquartier nach unterschiedlichen Erfassungsmethoden

Der mit den drei unterschiedlichen Methoden ermittelte Fledermausbestand im Winterquartier ist in der Tab. 3 zusammengestellt. Zwischen den Ergebnissen bestehen erhebliche Unterschiede. Der Gesamtbestand ist nach der CMR-Methode ca. 5mal und nach der Lichtschranken-Registrierung ca. 18mal größer als

Tabelle 2. Vergleich der Artenzusammensetzung bei Netzfängen in der Einwanderungsphase und bei Kontrollen im Winterquartier

Art	A	B	C
	Netzfang 15.IX. bis 5.XI.1994-1999 Anteil in %	Winterquartier-Kontrollen 1972 bis 1999 Anteil in %	Winterquartier-Kontrolle 19.III.1994 Anteil in %
<i>Eptesicus nilssonii</i>	2,4	3,2	1,2
<i>Myotis brandtii</i>	0,7	44,3	31,9
<i>Myotis bechsteinii</i>	0,3	—	—
<i>Myotis daubentonii</i>	30,0	13,6	32,3
<i>Myotis myotis</i>	7,1	3,5	1,9
<i>Myotis mystacinus</i>	5,7	28,8	16,9
<i>Myotis nattereri</i>	39,0	2,8	11,5
<i>Plecotus auritus</i>	14,8	5,8	4,2
Gesamtzahl Individuen	297	3.739	260

Tabelle 3. Gegenüberstellung des mit unterschiedlichen Methoden im Winterquartier ermittelten Fledermausbestandes

Methoden	Art(en)	Mittelwert Anzahl	Spanne Anzahl	Bemerkungen
Zählung im Winterquartier (1972-1999)	alle Arten	72	26 – 260	
	<i>M. brandtii</i>	32	7 – 83	
	<i>M. mystacinus</i>	20	6 – 44	
	<i>M. daubentonii</i>	10	0 – 84	
Schätzung Fang-Markierung-Wiederfang (CMR) (1972-1999)	alle Arten	376	197 – 721 (MW)	wahrsch. 600 – 1.100 <i>M. daubentonii</i> und <i>M. nattereri</i> unterschätzt
	<i>M. brandtii</i>	157	56 – 389 (MW)	wahrsch. 100 – 300
	<i>M. mystacinus</i>	86	21 – 197 (MW)	wahrsch. 70 – 150
	<i>M. daubentonii</i>	54	2 – 254 (MW)	wahrsch. 150 – 500 (III/1994), sonst deutlich unterschätzt
IR-LS-Registrierung	alle Arten	Einwanderung	Auswanderung	1.200–1.300 Wintergäste, einzelne Arten nicht unterscheidbar
Ein-/Auswanderung (Mindestwerte)	1997/98	437	746	
	1998/99	713	1.251	

MW - Mittelwert

der nach den Zählungen im Winterquartier ermittelte Bestand.

4 Diskussion und Schlußfolgerungen

Die scheinbar so einfache Frage nach der Größe des Fledermausbestandes und seiner Artenzusammensetzung erweist sich in größeren Winterquartieren mit zahlreichen Versteckmöglichkeiten als ausgesprochen schwierig.

Es ist offensichtlich, daß bei den **Quartierkontrollen** in solchen Fällen nur ein kleiner Teil des Bestandes erfaßt wird und deshalb bei der Auswertung längerer Zeitreihen Trends mit großer Zurückhaltung interpretiert werden müssen. Legt man die Lichtschrankenzählungen als den realistischsten Wert zugrunde, so wurde beispielsweise im Winter 1998/99 bei den Kontrollen maximal 7 % des Bestandes erfaßt.

Auch eine Schätzung nach der **CMR-Methode** kann nur vage Hinweise auf die Größe des Überwinterungsbestandes liefern. Sie sind zwar immer noch etwas genauer als die reinen Beobachtungsdaten, die Werte für den Gesamtbestand schwankten jedoch im untersuchten Quartier zwischen 197 und 721 Tieren. Geht man davon aus, daß die Fledermäuse im allgemeinen doch recht quartiertreu sind, so sind solche starken jährlichen Schwankungen weitgehend auszuschließen. Ähnlich unbefriedigend waren Versuche von HEIDECHE & BERG-

MANN (1989), den Bestand von Fransenfledermäusen in einem relativ kleinen Winterquartier mit der CMR-Methode zu ermitteln.

Bessere Daten sind nur mit einem erheblich höheren Aufwand zu erzielen. So schätzten KALLASCH & LEHNERT (1995a, b) aufgrund umfangreicher Markierungen und Kontrollen in der Spandauer Zitadelle den Bestand von Fransen- und Wasserfledermäusen in der Spandauer Zitadelle auf rund 8.000 bzw. 3.500 Tiere. Die dort praktizierte Untersuchungsintensität ist in vielen anderen Fällen jedoch weder realisierbar noch wünschenswert.

Nach den vorliegenden, langjährigen Erfahrungen scheint die Anwendung der CMR-Methode mit dem Fledermausschutz vereinbar. Die mit der Methode verbundenen Störungen durch die Quartierkontrolle und die Beringung beschränken sich auf den Beginn und das Ende der Überwinterungsphase. Es gibt keine Anzeichen dafür, daß dadurch der Überwinterungsbestand zurückgegangen wäre. Diese Aussage stützen u.a. Wiederfunde von Großen Bartfledermäusen fast 23 bzw. 22 Jahre nach der Beringung und nach 7, 14 und 4 Kontrollen im Winterquartier. Bei der vorliegenden Untersuchung ist die Unschärfe in der Bestandsschätzung so hoch, daß diese nur orientierenden Charakter tragen kann. Verwertbare Aussagen sind nur für den Gesamtbestand und die drei häufigsten Arten möglich. Bei einer langjähri-

gen Anwendung ergeben sich wiederholt Jahre mit einem günstigen Fang-Wiederfang-Verhältnis und damit einer größeren Sicherheit in der Bestandsschätzung. Aus Gründen des Artenschutzes sehen wir kaum Möglichkeiten zur Modifikation dieser Methode. Zu erwägen wäre, auf die jeweils zweite Quartierkontrolle zu verzichten und die Wiederfund-Stichprobe durch fünf bis sieben Fangaktionen außerhalb des Quartieres vor der Ausflughöhlung zu sammeln. Diese Fänge wären über die Abwanderungsphase im April zu verteilen. Methodisch wäre dadurch auch eine größere Unabhängigkeit der zweiten Stichprobe gegeben.

Eine wichtige Erfahrung ist, daß die CMR-Methode nicht blind angewendet werden kann, da die erforderlichen methodischen Voraussetzungen vermutlich nur ganz selten ideal erfüllt sind. So hat neben der Fundwahrscheinlichkeit auch das Verhalten der einzelnen Fledermausarten einen wesentlichen Einfluß auf die Güte der Schätzmethode. Arten, die sich im Winterquartier verstärkt an unzugänglichen Stellen verstecken und von denen nur ein geringer Anteil des Bestands sichtbar ist, stellen ein großes Problem für die CMR-Methode dar. Der Anteil „markierter“ Tiere im Gesamtbestand kann somit nur relativ klein sein. Durch zufälligerweise hohe Wiederfundanteile der wenigen „markierten“ Tiere können sich auch scheinbar gute Schätzungen ergeben. Methodisch günstig sind Fälle, in denen bei der zweiten Kontrolle ein großer Bestand kontrolliert werden konnte. Dann ergaben sich auch höhere Mittelwerte für den geschätzten Gesamtbestand.

Eine **Lichtschranken-Überwachung**, die gute Resultate über den Fledermausbestand im Quartier liefert, ist mit vertretbarem Aufwand nur unter sehr günstigen Umständen – z.B. relativ kleine Einflughöhlung(en) – realisierbar. Günstig ist auch hier die Kombination mit anderen Untersuchungsmethoden, wie das z. B. von HARRJE (1994) praktiziert wurde.

Die Diskrepanzen zwischen dem nach der CMR-Methode geschätzten Gesamtbestand und den Resultaten der Lichtschranken-Überwachung können nach unserer Auffassung nur durch einen größeren Anteil im Winterquartier sich versteckt aufhaltender Wasser- und Fran-

senfledermäuse erklärt werden. Diese Vermutung harmoniert auch mit den Ergebnissen der Netzfänge in der Einwanderungsphase in das Winterquartier und der Artenzusammensetzung bei der Kontrolle am 19.III.1994, bei der ein ungewöhnlich hohe Anzahl von Fledermäusen angetroffen wurde.

Aus der Untersuchung lassen sich folgende Schlußfolgerungen ableiten:

- In ein Bestands-Monitoring von Fledermaus-Winterquartieren sollten für visuelle Kontrollen nur Objekte aufgenommen werden, die nur wenige Versteckmöglichkeiten bieten (z.B. Bunker oder Stollen mit wenig Spalten oder Geröllansammlungen). Sind diese Voraussetzungen nicht in hohem Maße erfüllt, müssen die erzielten Ergebnisse zu Bestandsgröße und -trends mit außerordentlicher Vorsicht interpretiert werden. Vor allem für den Schutz ist eine große Gefahr, daß die Bedeutung eines Winterquartieres unterschätzt wird, weil nur ein geringer Anteil des tatsächlich anwesenden Fledermausbestandes sichtbar ist.
- Unter Beachtung der für die CMR-Methode erforderlichen Voraussetzung (s. KREBS 1989) und wenn für die Fragestellung eine orientierende Bestandsschätzung ausreichend ist, kann dieses Verfahren für Untersuchungen an größeren Beständen, die möglichst aus wenigen Arten bestehen, angewendet werden. Darüber hinaus sollte der Frage nachgegangen werden, ob durch unterschiedliche Methoden der Stichprobennahme – Quartierkontrolle bei der „Markierung“, Netzfang an der Einflughöhlung in der Auswanderungsphase aus dem Winterquartier beim Wiederfang – die Güte der Bestandsschätzung verbessert werden kann (s. BOYE 1996).
- Die Lichtschranken-Überwachung ist eine elegante Methode, die allerdings günstige Quartierbedingungen erfordert und meistens leichter an kleineren Objekten zu realisieren ist. Falls eine intensive Betreuung der Technik nicht zu realisieren ist, sollten solche Untersuchungen für einen mehrjährigen Zeitraum konzipiert werden, da Ausfälle der Registriertechnik erfahrungsgemäß nicht zu umgehen sind.

Dank s a g u n g

Wir danken Herrn U. DINGELDEY sehr herzlich für seine Mitarbeit bei den Untersuchungen. Die vielen Helfer bei den Quartierkontrollen müssen hier leider ungenannt bleiben.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Für ein langjährig kontrolliertes Winterquartier in einem ehemaligen Kalkbergwerk im Osterzgebirge (Deutschland, Sachsen) wird ein Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Erfassungsmethoden hinsichtlich des Bestandes überwinternder Fledermäuse angestellt.

Es ergeben sich erhebliche Unterschiede in den durch Quartierkontrollen, Fang-Markierungs-Wiederfang-(CMR-) Methode und Infrarot-Lichtschranke mittels elektronischer Zählrichtung ermittelten Werten. Der Gesamtbestand nach der CMR-Methode ist ca. 5mal und nach der Lichtschrankenregistrierung ca. 18mal größer als der nach den Zählungen im Winterquartier ermittelte Bestand. Die Differenzen zwischen CMR-Methode und Infrarot-Lichtschrankenregistrierung ergeben sich wahrscheinlich durch eine deutliche Unterschätzung des Bestandes an Wasser- und Fransenfledermäusen mittels CMR-Methode. Diese Vermutung wird durch Daten von Netzfängen während der Einflugphase in das Winterquartier gestützt.

Besonders aus Quartieren mit vielen Versteckmöglichkeiten für Fledermäuse sollten die Ergebnisse visueller Kontrollen mit großer Zurückhaltung interpretiert werden. Es werden Schlussfolgerungen für die Anwendung der drei Untersuchungsmethoden gezogen.

S u m m a r y

Three observation methods are compared concerning their suitability for determining the total number of hibernating bats in a limestone mine. The mine is located in the eastern part of the Ore Mountains (Germany, Saxony) and is an object of long-term research.

There are considerable differences between the results of observations in the hibernaculum between the results of observations in the hibernaculum, capture-mark-recapture-(CMR-)method and a computer-based system controlling the entrance with light-barrier. The resulting number of hibernating bats is five times higher for CMR-method and eighteen times higher for computer-controlling than for observation in the hibernaculum. It is suggested that the differences between CMR-method and computer-controlling are probably caused by underestimation of numbers of Daubenton's and Natterer's bats by the CMR-method. This is confirmed by the results of capturing bats with mist nets at the entrance of the hibernaculum in autumn.

The numbers of hibernating bats determined by observation in the hibernaculum should be interpreted with restraint particularly for large wintering roots with much hiding places. Some conclusions are done for the use of the three methods.

S c h r i f t t u m

- BOYE, P. (1996): Formeln zur Berechnung der Populationsgröße aufgrund von Fang-Wiederfang-Studien: Eine Übersicht für Einsteiger. *Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch.* **46**, 173-179.
- DAAN, S. (1973): Activity during natural hibernation in three species of Vespertilionid bats. *Neth. J. Zool.* **23** (1), 1-71.
- EISENTRAUT, M. (1934): Untersuchungen über Fledermauswanderungen mit Hilfe der Beringungsmethode. *Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin*, 70-72.
- HARRJE, C. (1994): Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni* Kuhl, 1819) am Winterquartier. *Mitt. natf. Ges. Schaffhausen* **39**, 15-52.
- HEIDECHE, D., & BERGMANN, A. (1989): Ergebnisse zwölfjähriger Beringungsarbeit in einem *Myotis nattereri*-Winterquartier. In: HEIDECHE, D., & STUBBE, M. (Hrsg.): Populationsökologie von Fledermausarten. *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 1989/20 (P36), 355-368.
- KALLASCH, C., & LEHNERT, M. (1995a): Ermittlung des Bestandes eines großen Fledermauswinterquartiers - Vergleich zweier Erfassungsmethoden. *Methoden feldökol. Säugetierforsch.* **1**, 389-396.
- , & - (1995b): Zur Populationsökologie von Wasser- und Fransenfledermäusen (*Myotis daubentoni* und *M. nattereri*) in der Spandauer Zitadelle (Berlin). *Sber. Ges. Naturf. Freunde Berlin (N.F.)* **34**, 69-91.
- KREBS, C.J. (1989): *Ecological Methodology*. HarperCollins, New York.
- KUGELSCHAFTER, K., HORVATH, T., KIMPEL, W., STEFFNY, G., & VOLK, T. (1995): Neue Techniken zur Überwachung von Fledermäusen. *Methoden feldökol. Säugetierforsch.* **1**, 373-382.
- ROER, H., & EGSBAEK, W. (1966): Zur Biologie einer skandinavischen Population der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) (*Chiroptera*). *Z. Säugetierkd.* **31** (6), 440-453.
- RÜSSEL, F. (1978): Fledermaus-Beobachtungen im ehemaligen Kalkwerk Rehefeld/Zaunhaus im Osterzgebirge. *Faun. Abh. Mus. Tierkd. Dresden* **7** (8), 65-71.
- SEBER, G. A. F. (1982): *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Griffin, 2. Aufl., London.
- WAINSTEIN, B. A. (1967): Some methods of evaluation of similarity of biocoenoses. *Zool. Z.* **46** (7), 981-986 (russ.).
- ZÖPHEL, U., & SCHOBER, W. (1999): Fledermausmarkierung in Sachsen. In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie; Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Sachsen e.V. (Hrsg.): *Fledermäuse in Sachsen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege*, 58-69. Dresden.

Dr. ULRICH ZÖPHEL, Cottbuser Straße 24, D-01129 Dresden

MANFRED WILHELM, Reißiger Straße 20, D-01307 Dresden

KARL KUGELSCHAFTER, AK Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V., Heinrich-Buff-Ring 25, D-35392 Gießen