

Standardmethoden auf dem Prüfstand Vergleich der Effektivität von Fangzaun und Unterwassertrichterfallen bei der Erfassung des Kammolches, *Triturus cristatus*

DANIEL ORTMANN, MONIKA HACHTEL, ULRICH SANDER, PETER SCHMIDT,
DAVID TARKHNISHVILI, KLAUS WEDDELING & WOLFGANG BÖHME

E + E-Vorhaben Amphibien in der Zivilisationslandschaft, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Sektion Herpetologie, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn, ortmannda@freenet.de

Standard methods revisited Capture effectiveness of terrestrial drift fences and funnel traps for the great crested newt, *Triturus cristatus*

In the course of a study about amphibian populations in an agricultural landscape we compared the effectiveness of permanent drift fences and submerged funnel traps for capturing *Triturus cristatus*. In the years 2002 and 2003 both systems were simultaneously used in the same breeding pond. The annual population size was estimated using the Lincoln-Peterson method. Already after 14 days, the submerged funnel traps proved to be more efficient to determine the population size as compared with the drift fence, which was controlled nearly every day over eleven months. Furthermore, the effectiveness of the drift fence decreased over the three study years 2001–2003. Trusting the drift fence data alone, one would have assumed a strong decline in population size. The additional funnel trap and mark-recapture data, however, clearly demonstrated a nearly constant population size over this period. Our data strongly suggest that drift fences considerably influence the migration behaviour of *T. cristatus*, leading to an accumulation of newts inside the enclosure. In contrast, the use of submerged funnel traps combines high capturing effectiveness with undisturbed migration behaviour close to the pond. Therefore, we strongly recommend the use of submerged funnel traps for population censuses in *T. cristatus* whenever local conditions (pond size, structure etc.) allow its application.

Key words: Amphibia, Urodela, Salamandridae, *Triturus cristatus*, population size, drift fences, submerged funnel traps, mark-recapture methods, capture effectiveness.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens »Entwicklung von Amphibienlebensräumen in der Zivilisationslandschaft« wurde für den Kammolch (*Triturus cristatus*) die Effektivität von stationärem Fangzaun und Unterwassertrichterfallen (Molchreusen) vergleichend untersucht. Hierzu wurden in den Jahren 2002 und 2003 beide Methoden an einem Laichgewässer der Art parallel verwendet und mit Hilfe einer Lincoln-Petersen-Schätzung die jährliche Populationsgröße bestimmt. Schon nach 14 Fangtagen waren die Unterwassertrichterfallen zur Populationsgrößenbestimmung effektiver als der Fangzaun, der über elf Monate kontinuierlich kontrolliert wurde. Zudem nahm die Effektivität des Fangzauns über drei Untersuchungsjahre hinweg in einem gleichbleibenden Trend ab, sodass man bei alleiniger

Verwendung des Zauns eine starke Abnahme der Populationsgröße hätte annehmen müssen. Erst die zusätzliche Verwendung von Unterwassertrichterfallen und Fang-Wiederfang-Methoden zeigte, dass die Bestandsgröße in Wirklichkeit nahezu konstant geblieben war. Damit liegt nahe, dass der Fangzaun das Migrationsverhalten der Tiere negativ beeinflusste. Insbesondere für mehrjährige populationsökologische Studien stellen damit Unterwassertrichterfallen für den Kammmolch sowohl die effektivere als auch die effizientere Fangmethode dar. In Kombination mit einer Fang-Wiederfang-Berechnung sind sie für eine hinreichend genaue Populationsgrößenbestimmung unerlässlich und sollten, sofern die örtlichen Verhältnisse (Gewässergröße und -struktur usw.) es erlauben, bevorzugt eingesetzt werden.

Schlüsselbegriffe: Amphibia, Urodela, Salamandridae, *Triturus cristatus*, Populationsgröße, Fangeffektivität, Fang-Wiederfang-Methoden, Fangzaun, Reusen, Trichterfallen.

1 Einleitung

Die dauerhafte Installation von Fangzäunen rund um ein Laichgewässer ist die klassische und am weitesten verbreitete Methode zum Fang von Amphibien bei populationsökologischen Studien (Übersichten bei DODD & SCOTT 1994, JENKINS & MCGARIGAL 2003). Sie gilt vielfach auch als Methode der Wahl zur Bestimmung von Laichpopulationsgrößen. Verschiedene Autoren heben ihre Genauigkeit hervor und nehmen an, alle oder fast alle anwandernden Amphibien zu fangen (VON LINDEINER 1992, SCHÄFER 1993, KUHN 1994, KUPFER 1996, KNEITZ 1998), andere machen keine näheren Angaben zur (vermuteten) Fangeffizienz (z. B. BLAB & BLAB 1981, GIBBONS & SEMLITSCH 1981, JAHN & JAHN 1997, ELLINGER & JEHL 1997). Insbesondere bei Zensusstudien, die ohne Fang-Wiederfang-Methoden arbeiten, ist die Annahme, dass alle bzw. annähernd alle Tiere am Fangzaun erfasst werden, die Grundlage für die Bewertung aller erhobenen Daten und meist auch die Grundlage für die Bestimmung der Populationsgröße.

Diese Annahme wurde zunächst in der englischsprachigen Literatur, später auch im deutschsprachigen Raum angezweifelt (DODD 1991, DODD & SCOTT 1994, JAHN & JAHN 1997, JEHL et al. 1997, SCHMIDT 2003) und anhand von vorliegendem Datenmaterial überprüft: Für den Kammmolch errechneten ARNTZEN et al. (1995) aus zahlreichen Datensätzen aus ganz Europa die Effektivität verschiedener Fangzäune und wiesen nach, dass entgegen der allgemeinen Annahme ein erheblicher Teil der Kammmolch-Individuen nicht am Zaun gefangen wurde. BAKER (1999) wendete bei seiner Langzeitstudie über *Triturus cristatus* die Methodenkombination Fangzaun – Unterwasser-Trichterfallen (Molchreusen) an, berechnete die Effektivitäten beider Methoden und kam zu ähnlichen Schlüssen. Die Frage, ob und welchen Einfluss Fangzäune, die das Laichgewässer vollständig umschließen, auf das Verhalten der dortigen Amphibien – insbesondere bei mehrjährigen Untersuchungen – haben, wurden von HENLE (1997) sowie JEHL et al. (1997) angerissen, konkrete Ergebnisse hierzu sind aber nicht publiziert.

Eine Unterwassertrichterfalle zum Fangen von Molchen beschrieb erstmals GRIFFITHS (1985). Seitdem werden Reusen der unterschiedlichsten Typen empfohlen, um Molche während des Wasseraufenthaltes zu untersuchen (z. B. TUCKER 1995, MÖLLE &

KUPFER 1998, FRONZUTO & VERREL 2000, WILSON & MARET 2002). Während diese Fallen ursprünglich für den rein qualitativen Nachweis von Arten gedacht waren (GRIFITHS 1985), zeigte sich schnell, dass, bei richtiger Anwendung, eine große Zahl an Molchen gefangen werden kann. Daher wurde die Erfassung mittels Wasserreusen zunehmend als halbquantitative Erfassungsmethode bezeichnet (JAHN & JAHN 1997, KUPFER 2001).

In Ergänzung zu ARNTZEN et al. (1995) sowie BAKER (1999) wurden daher bei der abschließenden wissenschaftlichen Begleitung zum Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben »Entwicklung von Amphibienlebensräumen in der Zivilisationslandschaft« (Projekträger: Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Koenig in Bonn) an einem Stillgewässer die Wirksamkeit der zwei wichtigsten feldherpetologischen (halb-) quantitativen Fangmethoden stationärer Zaun und Unterwassertrichterfallen am Beispiel des Kammmolches (*Triturus cristatus*) parallel untersucht. Für Teich- und Bergmolch (*T. vulgaris*, *T. alpestris*) wurden Erkenntnisse zur Wirksamkeit von Fangzäunen und Wasserreusen im Rahmen des gleichen Projekts von WEDDELING et al. (2004) veröffentlicht.

Ziel der vorliegenden Analyse war es, verlässliche Methodenempfehlungen für die Erfassung von Kammmolchen zu geben, die u. a. für die anstehende Bewertung Erhaltungszustandes dieser Art im Rahmen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie wichtig sind (vgl. Bundesamt für Naturschutz 1996, PETERSEN 2000, GRODDECK 2004). Da *Triturus cristatus* im Anhang II der Richtlinie aufgeführt ist, kommt einer zuverlässigen und zugleich kostengünstigen Methode zur Bestimmung seiner Populationsgrößen eine hohe fachliche Bedeutung im Natur- und Artenschutz zu. Fangmethoden mit hoher Effizienz führen zu genaueren Populationsgrößenschätzungen bei Fang-Wiederfang-Verfahren, weil mehr Wiederfänge gemacht werden. Dadurch können sowohl Fehler I. Art (d. h. die Erfassung weist auf einen Trend hin, der real nicht vorhanden ist) wie auch Fehler II. Art (d. h. reale Bestandsveränderungen der Art werden nicht erkannt) im Rahmen von Monitoringprojekten verringert werden.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das untersuchte Stillgewässer liegt in einer strukturreichen, aber intensiv genutzten Kulturlandschaft etwa 15 km südlich von Bonn bei Wachtberg-Werthoven (Nordrhein-Westfalen). Ringsum von Äckern umgeben, ist das 700 m² große und bis zu 2 m tiefe, wenig beschattete »Erlenmaar« mit einer gut ausgeprägten Ufer-, Schwimmblatt- und Unterwasservegetation versehen und als eutroph einzustufen (Abb. 1). Da es in mehrjährigen Abständen trocken fällt, ist es fischfrei und beherbergt neben *Triturus cristatus* große Berg- (*T. alpestris*) und Teichmolch-Populationen (*T. vulgaris*), größere Vorkommen von Spring- (*Rana dalmatina*), Gras- (*R. temporaria*) und Wasserfröschen (*R. synkl. esculenta*) sowie einen geringen Bestand der Erdkröte (*Bufo bufo*) (HACHTTEL et al. 2002).



Abb. 1: Untersuchtes Laichgewässer des Kammmolches in der Agrarlandschaft, von stationärem Fangzaun umgeben.
 Studied breeding pond of *Triturus cristatus* in an agricultural landscape, surrounded by the permanent drift fence.

2.2 Fangzaun

Die stationäre, über drei Jahre hinweg rund um das Gewässer installierte Zaunanlage bestand in ihrem Kern aus einem stabilen Holzgerüst: Angespitzte Holzpfähle wurden im Abstand von 2 m in den Boden getrieben und mit Dachlatten verbunden. An diesen Dachlatten wurde eine feine Aluminiumgaze mit Hilfe eines Tacker-Geräts dicht schließend befestigt. Die Höhe des Zauns über dem Boden betrug etwa 70 cm. Um ein Untergraben durch die Amphibien zu verhindern, wurde die Gaze ca. 10 cm tief im Boden vergraben (vgl. VON LINDEINER 1992). Zusätzlich wurde ein Übersteigschutz aus Metall-U-Profilen von oben auf die Dachlatten geschraubt (z. B. SCHÄFER 1993, JEHLÉ et al. 1997, JAHN & JAHN 1997, KNEITZ 1998). Als Fanggefäße (Lebendfallen) dienten eckige Kunststoffeimer mit einer Tiefe von 46 cm und einer Grundfläche von 21 x 21 cm, die ebenfalls mit einem Übersteigschutz versehen waren. Abbildung 2 zeigt die Konstruktion der Fanganlage.

Die Eimer wurden paarweise jeweils an der Innen- und Außenseite in direktem Kontakt zum Zaun ebenerdig eingegraben; ihr Abstand zueinander betrug je nach Relief und Grundwasserstand 5–6 m, ausnahmsweise auch 10 m. Um ein Austrocknen v. a. der Jungtiere zu verhindern, wurden die Fanggefäße 1–3 cm mit Wasser gefüllt (vgl. KUPFER 1996, KNEITZ 1998). Als zusätzliches Feuchtigkeitsreservoir, Versteckmöglichkeit vor Prädatoren und »Rettungsinsel« für Kleinsäuger und Insekten versehen wir die Eimer mit Styroporstücken (vgl. KNEITZ 1998). Um die Mortalität der in die Fallen gelangenden Kleinsäuger zu minimieren, wurden relativ dünne, die Eimerränder

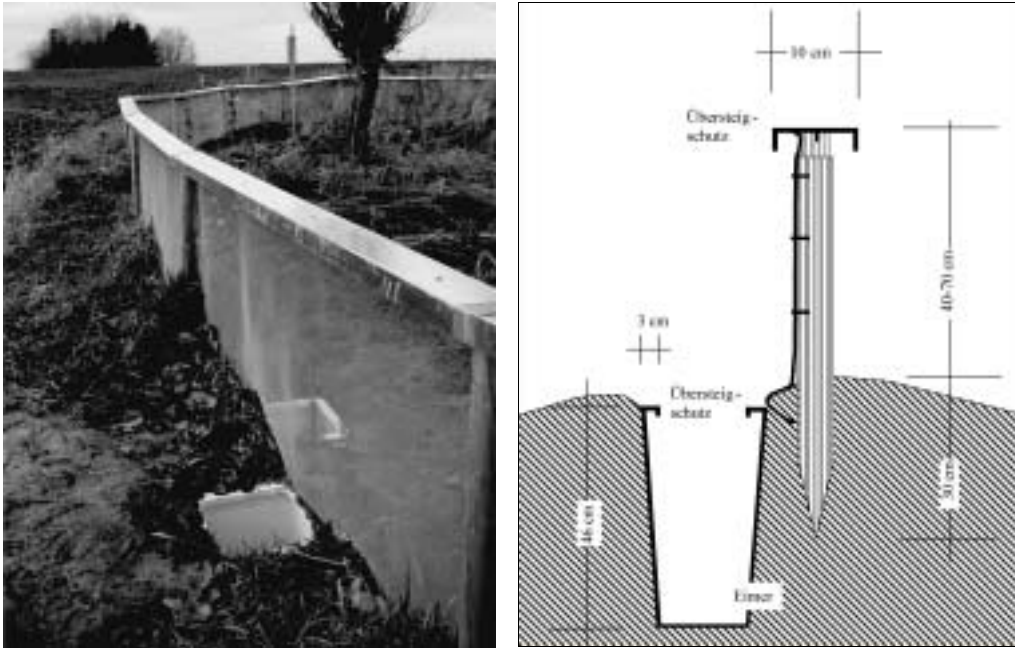


Abb. 2: Foto und schematischer Querschnitt der im Untersuchungsgebiet verwendeten Zaunanlage.
Photo and profile of the drift fence used in the study area.

überragende Zweige (Durchmesser zwischen 6 und 12 mm) in die Eimer eingesetzt. Hierdurch reduzierte sich die Kleinsäugerfängigkeit erheblich.

Die Zaunanlage wurde in der Regel täglich kontrolliert. Während Phasen mit witterungsbedingt besonders niedrigen Fangzahlen (Wintermonate oder längere Trockenphasen im Sommer) wurden die Fallen teilweise nur alle zwei Tage geleert (vgl. HARTUNG & GLANDT 1988). Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt (Eisdecke auf dem Gewässer und Durchfrieren der Fallen) wurden die Fangeimer jedes Jahr einige Wochen mit Kunststoffdeckeln geschlossen.

2.3 Unterwassertrichterfallen (Reusen)

Um einerseits das Erfassungsdefizit zu quantifizieren und andererseits die beiden wichtigsten Methoden für die (halb-) quantitative Untersuchung von Amphibien zu vergleichen, wurden 2002 und 2003 zusätzlich zum Fangzaun Unterwassertrichterfallen in das Gewässer eingesetzt.

Hierzu verwendeten wir im Handel erhältliche Reusen der Fa. Henf¹. Sie bestanden aus dunkelgrünem Kunststoffgitter, waren ca. 60 x 30 x 30 cm groß und hatten an zwei Längsseiten je einen trichterförmigen Eingang. Seitliche Schwimmkörper führten dazu, dass die Fallen an der Oberfläche blieben, sodass die gefangenen Molche Luft holen konnten (vgl. HARTUNG et al. 1995). Zwischen April und Mai wurden im Jahr

¹ Eine gleich gut funktionierende Falle lässt sich auch kostengünstig selbst bauen. Auf Anfrage kann der Erstautor ein Bauschema zur Verfügung stellen.

2002 an 14 Tagen und im Jahr 2003 an 17 Tagen zwischen acht und 13 dieser Reusen gleichzeitig eingesetzt. Die Kontrollen erfolgten spätestens alle zwei Tage.

2.4 Bestimmung der Fangwahrscheinlichkeit und Populationsgrößenschätzung

Zur individuellen Identifikation der Kammolche wurde deren Bauchseite bei jedem Fang fotografiert. Damit konnten wir eine Fang-Wiederfang-Methodik anwenden, die es in Kombination mit den kumulativ arbeitenden Verfahren Zaun bzw. Reuse erlaubt, die Effektivität dieser beiden Fangmethoden zu berechnen. Hierbei ist die Fangwahrscheinlichkeit (FW) definiert als Anteil der mit Hilfe des Zauns oder der Reuse gefangenen Tiere an der mit einem Fang-Wiederfang-Modell geschätzten Gesamtpopulationsgröße (ARNTZEN et al. 1995), also:

$$FW_{FZ} = n_{FZ} / \hat{N} \quad FW_R = n_R / \hat{N}$$

FW_{FZ} und FW_R = Wahrscheinlichkeit, mit der ein Tier am Fangzaun bzw. in der Reuse gefangen wird,

\hat{N} = geschätzte Populationsgröße,

n_{FZ} und n_R = Anzahl der mit Fangzaun bzw. Reuse erfassten Tiere.

Als Modell zur Schätzung der Populationsgröße diente das Verfahren nach Lincoln-Petersen mit der Korrektur nach Bailey (BEGON 1979), das nach einem einfachen Berechnungsschema mittels Dreisatz die Populationsgröße errechnet:

$$\hat{N} = \frac{r(n+1)}{(m+1)}, \text{ wobei}$$

\hat{N} = geschätzte Populationsgröße,

r = fotografierte (»markierte«) Tiere beim ersten Fangtermin,

n = Anzahl der gefangenen Tiere beim zweiten Fangtermin,

m = Anzahl der »markiert« wieder gefangenen Tiere beim zweiten Fangtermin.

Die Verwendung des Verfahrens nach Jolly-Seber (Übersicht bei DONNELLY & GUYER 1994) erwies sich aufgrund starker Fluktuationen der Fängigkeit von Tag zu Tag als weniger geeignet zur Bestimmung der Populationsgröße.

Da die Kammolche mit Hilfe der Bauchfotos individuell erkennbar waren, konnten wir die Reusenfänge mehrerer Tage zusammenfassen. Dies war aufgrund der geringen Fangquoten nötig, um höhere Stichproben und damit die nötige statistische Sicherheit zu erhalten. Die Populationsschätzgröße wurde dann aus den Summen der gefangenen und wieder gefangenen Tiere errechnet, wobei die Zahl der »markierten« (d. h. schon fotografierten) Individuen beim ersten Fangtermin (r) der Anzahl der am Zaun außen zuvor angewanderten Tiere entsprach (vgl. BLAB & BLAB 1981).

Die Schätzungen lieferten grundsätzlich Werte mit einer Genauigkeit von mindestens 50 %, respektive maximal 50 % Schwankungsbreite des 95 %-Konfidenzintervalls vom Schätzwert (vgl. »accuracy« nach ROBSON & REGIER in BEGON 1979).

Das 95 %-Konfidenzintervall ($CI_{95\%}$) wurde mit Hilfe des Standardfehlers (SE) wie folgt berechnet:

$$CI_{95\%} = \hat{N} \pm 1.96 SE, \text{ wobei } SE = \sqrt{\frac{r^2(n+1)(n-m)}{(m+1)^2(m+2)}} \text{ (nach BEGON 1979).}$$

Tab. 1: Mittels Fangzaun, Wasserreusen und Lincoln-Petersen-Schätzung berechnete Populationsgrößen (inkl. 95 %-Konfidenzintervall) des Kammmolches im Untersuchungsgebiet von 2001 bis 2003 sowie Effektivität von Fangzaun und Reuse, differenziert nach Männchen und Weibchen. * Fang-Wiederfang mittels Zaundaten bei Anwanderung (Fang) und Abwanderung (Wiederfang); ** Abschluss der Untersuchung am 10. 5.2003.

Effectiveness of drift fence and funnel traps in the study area from 2001 till 2003 for adult male and female of *Triturus cristatus*. * Capture-recapture data obtained by the use of drift fences during immigration (capture) and emigration (recapture). ** The study was finished in 5/10/2003.

Jahr bzw. Geschlecht	2001		2002		2003**	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Individuen am Zaun	54	84	36	48	18	17
Individuen in der Reuse	-	-	32	26	43	31
Ergebnis nach Lincoln-Petersen	71 ± 20*	115 ± 30*	75 ± 25	78 ± 38	52 ± 19	84 ± 66
Effektivität Zaun in %	76,1	73,1	48	61,5	34,6	20,2
Effektivität Reuse in %	-	-	42,7	33,3	82,7	36,9

3 Ergebnisse

Die jeweilige Anzahl der mit dem Fangzaun und den Reusen gefangenen Individuen sowie die Populationsgrößenschätzungen mittels Lincoln-Petersen-Methodik sind in Tabelle 1 aufgelistet. Demnach verringerte sich die Anzahl der am Fangzaun beobachteten Adulti stetig von 138 in 2001 auf 35 in 2003. Diese Zahlen könnten, bei unkritischer Wertung, als Rückgang² um mehr als 70 % gewertet werden. Die mittels Lincoln-Petersen ermittelte Population zeigt hingegen deutlich überlappende Konfidenzintervalle zwischen den Jahren und lässt keinen Rückgang erkennen (Tab. 1, Abb. 3).

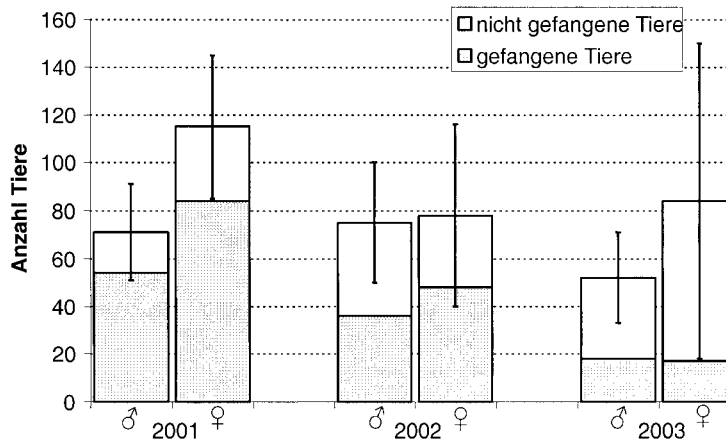


Abb. 3: Entwicklung der Populationsgröße des Kammmolches am Untersuchungsgebiet von 2001 bis 2003 nach Fangzaundaten (dunkle Säulen) und korrigiert mit Fang-Wiederfang-Daten (Lincoln-Petersen-Schätzung mit Hilfe von Zaundaten bei Abwanderung (2001) bzw. Reusendaten (2002, 2003); Säulen inkl. 95 %-Konfidenz-Intervall).

Population trend of *Triturus cristatus* in the study area from 2001 till 2003 based on drift fence data (dark bars) and corrected for mark-recapture-data (Lincoln-Petersen estimation based on funnel trap data, bars incl. 95 % confidence interval).

² Ein statistischer Test ist nicht erforderlich, da es sich um jährliche Einzelsummen aller registrierten Individuen handelt, die in etwa die Grundgesamtheit aller am Zaun gefundenen Tiere repräsentieren.

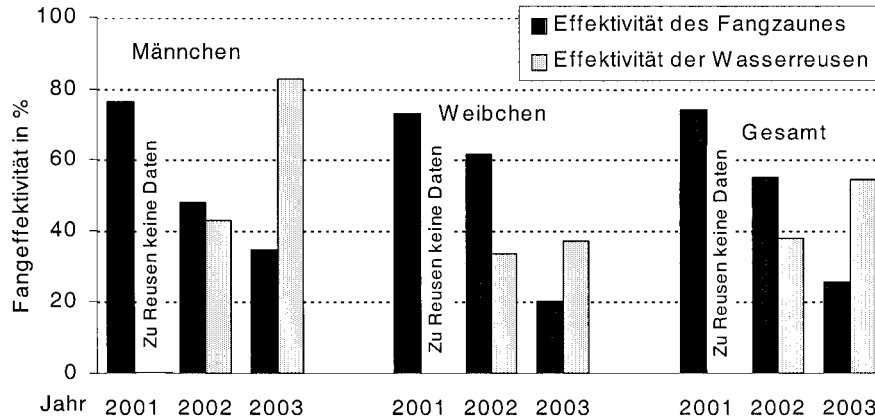


Abb. 4: Effektivität des Fangzauns und der Unterwassertrichterfallen (in %) für den Kammolch von 2001 bis 2003, jeweils differenziert nach Männchen und Weibchen. 100 % = Populationsgröße nach Lincoln-Petersen; vgl. Tab. 1.

Effectiveness of drift fence and funnel traps (in %) for *Triturus cristatus* from 2001 till 2003 for males and females. 100 % = population estimated with Lincoln-Petersen-Method; see table 1.

Nimmt man die nach Lincoln-Petersen berechneten Populationsgrößen als Maßstab, lag damit die Effektivität des Fangzauns für adulte Kammolche im Mittel unserer Untersuchung bei 49,3 % mit einer extrem hohen Schwankung von 26 % bis 74 % (Tab. 1). Die Effektivität des Fangzauns über die drei untersuchten Jahre nahm hierbei stark ab, während die der Reusen in den zwei Untersuchungsjahren stieg (Abb. 4). Der Einsatz von Reusen im Gewässer und die Verwendung von Populationsgrößenschätzverfahren offenbart, dass der mittels Fangzaun festgestellte Rückgang von 39 % von 2001 nach 2002 bzw. 58 % von 2002 nach 2003 in der Realität nicht vorhanden war (vgl. Tab. 1). Selbst unter Berücksichtigung der Varianzen der Lincoln-Petersen-Schätzungen, deren Minimalwerte nur selten kleiner sind als die Individuenzahlen am Zaun (vgl. Abb. 3), ist für die einzelnen Geschlechter kein Abnahmetrend feststellbar.

Während die Fangeffektivität des Zauns für Männchen und Weibchen keine signifikanten Unterschiede aufwies (Tab. 1), zeigte sich bei den Reusen im Jahr 2003 eine erhöhte Fängigkeit der Männchen (Chi-Quadrat-Test: $\chi^2 = 7,64$; $p < 0,01$). Dies deckt sich mit der Beobachtung, dass sich viele männliche Individuen wiederholt in den Reusen fingen und offenbar eine höhere Aktivität im Wasser aufwiesen. Die Fangmethode hatte also einen starken Einfluss bei der Bestimmung des Geschlechterverhältnisses. Dies wurde besonders im Jahr 2003 sichtbar, in dem in den Reusen ein Männerüberschuss dokumentiert wurde, nach der Fang-Wiederfang-Schätzung aber die Weibchen zahlreicher waren.

4 Diskussion

4.1 Bewertung des Fangzauns

Dass mit dem rund um das Laichhabitat installierten Fangzaun im Schnitt weniger als die Hälfte der sich im Gewässer aufhaltenden Individuen erfasst wurde, zeigt, dass

die alleinige Verwendung eines Zauns nicht geeignet ist, quantitative Aussagen über Populationsgrößen des Kammmolches zu erhalten. Zudem war die Schwankungsbreite der Zauneffektivität mit 26 % bis 74 % hoch, obwohl wichtige Faktoren wie Zeitpunkt und Dauer des Fangzauneinsatzes, Beschaffenheit des Zauns, Entfernung des Zauns zum Ufer, Abstand der Fangeimer zueinander, Erfassungsintensität (Dauer und Häufigkeit der Kontrollen) etc. in unserer Untersuchung über die Jahre konstant blieben. Man kann daher davon ausgehen, dass die Schwankungsbreite bei Studien, in denen sich diese Faktoren teilweise deutlich unterscheiden, mindestens genauso hoch ist (vgl. GIBBONS & SEMLITSCH 1981). Dies bestätigen ARNTZEN et al. (1995), die aus verschiedenen publizierten Untersuchungen in Europa mit einer mittleren Effektivität von 46 % und einer Schwankungsbreite von 22 % bis 76 % für Fangzäune ganz ähnliche Werte wie in der vorliegenden Studie ermittelten. Damit scheint zumindest beim Kammmolch die Effektivität des Fangzaunes nicht auszureichen, um Populationschwankungen nachzuweisen. Die große Schwankungsbreite der Zauneffektivität belegt zudem, dass es unumgänglich ist, die Genauigkeit der Methode für jedes Projekt zu überprüfen und den Fehler abzuschätzen, wenn quantitative Aussagen getroffen werden sollen (vgl. auch JEHLE et al. 1997). Nur auf diese Weise kann auch die Vergleichbarkeit von Ergebnissen (z. B. zwischen Einzelgewässern oder Untersuchungsjahren) gewährleistet werden.

Die Abnahme der Effektivität des Fangzauns über die drei Untersuchungsjahre – von 74,2 % im Jahr 2001 auf 25,7 % im Jahr 2003 – deutet darauf hin, dass Fangzäune einen starken negativen Einfluss auf das Migrationsverhalten der Kammmolche ausüben können. Die abwanderungswilligen Molche scheinen, sobald sie auf den Zaun treffen, zu einem nicht unerheblichen Teil innerhalb der Umschrankung zu bleiben. Dies bestätigen eigene Beobachtungen im Gelände, wo häufig Molche an der Innenseite des Zauns festgestellt wurden, die z. T. ganzjährig innerhalb der Anlage verweilten. Die Untersuchung von BAKER (1999), der zu ähnlichen Ergebnissen kam, unterstützt diese These. Auch JEHLE et al. (1997) stellten beim nah verwandten Donaukammolch (*Triturus dobrogicus*) fest, dass sich der Anteil der am Fangzaun registrierten an- und wieder abwandernden Individuen im Laufe mehrerer Jahre beträchtlich verringerte und gleichzeitig die Zahl von Neufängen in Unterwassertrichterfallen »relativ groß« war. Sie vermuteten, dass sich besonders juvenile und subadulte Molche durch Fangzäune von einer Abwanderung abhalten lassen und damit deren Fangenerfolg im Laufe von mehreren Jahren sinken kann. CROSSWHITE et al. (1999) beobachteten beim Einsatz von Fangzäunen über zwei Jahre, dass der Fangenerfolg bei einer Reihe nordamerikanischer Amphibien und Reptilienarten mit der Zeit sank.

Es ist unbekannt, wie sich dieser Akkumulationseffekt z. B. auf die Wahl des Überwinterungsortes und damit indirekt auch auf andere Parameter wie die Überlebensrate auswirkt. Anzunehmen ist, dass diese Effekte auch auf einige Anurenarten (z. B. Wasserfrösche) übertragbar sind. In Feldstudien sollte daher immer abgewogen werden, ob der Einsatz von Fangzäunen unbedingt erforderlich ist (z. B. zur quantitativen Erfassung der metamorphosierten Jungtiere, vgl. KORDGES & THIESMEIER 2000) oder ob nicht die Kombination anderer, weniger eingreifender sowie weniger aufwändiger Methoden Daten mit hinreichender Genauigkeit liefern kann. Für den Kammmolch steht mit Wasserreusen eine effektive und effiziente Alternativmethode zur Verfügung.

Zur Abmilderung der negativen Effekte von Fangzäunen wäre es denkbar, diese nur temporär zu betreiben oder für bestimmte Zeiträume zu öffnen (vgl. CORN 1994, JEHLE et al. 1997). Für die Erfassung vieler Anurenarten bleiben sie auch in Zukunft ein wichtiges methodisches Hilfsmittel, dessen Einsatz aber – sofern zuverlässige quantitative Daten erwartet werden – immer in Verbindung mit Fang-Wiederfang-Techniken geplant werden sollte.

4.2 Effizienz von Fangzäunen und Reusen im Vergleich

Sowohl BAKER (1999), JAHN & JAHN (1997) als auch JEHLE et al. (1997) wendeten bei der Erfassung von Molchen Fangzaun und Unterwassertrichterfallen parallel an, aber nur BAKER (1999) verglich diese beiden Methoden in seiner Langzeitstudie. Im sechsten Untersuchungsjahr verzichtete er auf den Fangzaun, da die Reusen deutlich höhere Fangzahlen lieferten und damit eine wesentlich bessere Effektivität für den Kammolch aufwiesen. Während bei BAKER (1999) die Reusen also deutlich überlegen waren, konnten im vorliegenden Projekt ungefähr gleich viele Kammolche mit Fangzaun und Reusen gefangen werden. Da die Reusen im vorliegenden Projekt nur für 14 bzw. 17 Fangtage pro Jahr aktiv waren, während der Fangzaun von Ende Januar bis Ende November (2002) bzw. Ende Januar bis Mitte Mai (2003) verwendet wurde, muss abschließend bilanziert werden, dass bei der Erfassung adulter Kammolche am Laichgewässer die Reusen im Hinblick auf ihre Effektivität dem Fangzaun mindestens gleichzusetzen und bezogen auf Materialkosten und Zeitintensität (Effizienz) sogar klar überlegen sind.

Dies bestätigen eigene, ergänzende Untersuchungen an weiteren vier Gewässern mit kleineren Kammolch-Populationen. In der Bilanz konnten in zwölf von 20 Fällen (fünf Gewässer, zwei Geschlechter und zwei Jahre) mit den Reusen mindestens genauso viele Individuen nachgewiesen werden wie mit dem Fangzaun.

Beachtung verdient eine vermutlich unterschiedliche Fängigkeit der beiden Geschlechter beim Einsatz von Wassertrichterfallen, auf die auch BEEBEE (1990) hinweist. Die in unserer Studie ebenso wie in BEEBEE (1990) beobachtete Tendenz, dass der gefangene Anteil der Männchen-Population höher ausfällt und Mehrfachfänge bei Kammolchmännchen häufiger vorkommen als bei -weibchen, kann durch die höhere Aktivität der Männchen im Gewässer erklärt werden (vgl. THIESMEIER & KUPFER 2000). Erschwerend kommt bei einer Interpretation reiner Reusenfangdaten (also ohne Methodenkombination) hinzu, dass das Geschlechterverhältnis schwanken kann (vgl. HAGSTRÖM 1979, ARNTZEN & TEUNIS 1993, MIAUD & JOLY 1993).

4.3 Fang-Wiederfang-Methoden

Die hier vorgestellten Ergebnisse, aber auch der Vergleich mit anderen Studien, zeigen klar auf, dass es bisher mit keiner (Einzel-) Methode gelang, mehr als 80 % der tatsächlich vorhandenen Kammolche zu erfassen, d. h. tatsächlich zu fangen. Studien ohne Fang-Wiederfang-Techniken unterschätzen also systematisch die Bestandsgröße der Population und bieten keine Möglichkeit, den gemachten Schätzfehler zu quantifizieren (vgl. auch SCHMIDT 2003). Nur Fang-Wiederfang-Methoden bieten die Möglichkeit, die Wirksamkeit von Erfassungsmethoden zu quantifizieren und Ergeb-

nisse, statistisch abgesichert, zu präzisieren: Zum einen kann allein auf diese Weise eine zuverlässige Populationsgrößenschätzung erfolgen, zum anderen durch Anwendung dieser Verfahrensweise der Fehler der Fangmethode(n) (»Messfehler«) abgeschätzt werden. Die Quantifizierung des Messfehlers ist auch deswegen wichtig, weil nur so die Ergebnisse zu Überlebensraten und anderen populationsökologischen Parametern entsprechend korrigiert und z. B. zwischen Populationen verglichen werden können. Die Fangzahlen des stationären Amphibienzauns (bislang als quantitative Erfassungsmethode verstanden) verbleiben ohne diese Korrektur höchstens auf dem Niveau halbquantitativer Daten mit allenfalls grob klassifizierbaren Populationsgrößen; zudem können auch Bestandstrends nicht sicher erkannt werden und die statistischen Fehler I. und II. Art sind unakzeptabel groß. Auch die Bestimmung des Geschlechterverhältnisses ist ohne die Anwendung von Fang-Wiederfang-Verfahren sehr ungenau (s. o.).

4.4 Ermittlung und Bewertung von Populationsdynamiken

Die alleinige Verwendung eines Fangzauns hätte zu einer völligen Fehleinschätzung der Populationsentwicklung in den drei untersuchten Jahren geführt. Nicht die Populationsgröße sank um ca. 40 % pro Jahr, sondern die Effektivität des Fangzauns. Eine solche Verringerung über die Jahre deuten auch JEHLE et al. (1997) für den Donaukammolch an. Die zusätzliche Verwendung der Unterwassertrichterfallen und vor allem der Fang-Wiederfang-Technik zeigt, dass die Population real nicht kleiner geworden war. Es stellt sich damit die Frage, inwieweit die Schwankungen der Populationsgröße in vergleichbaren Studien ebenfalls auf Schwankungen in der Erfassungseffektivität und nicht der tatsächlichen Populationsgröße zurückzuführen sind. Sofern der Messfehler nicht quantifiziert wurde, sind ermittelte Populationsgrößen und angenommene Trends genauso als spekulative Angaben einzustufen wie eine postulierte Zuverlässigkeit oder nicht schwankende Effektivität der Fangmethode.

Diese Erkenntnisse sind auch im Hinblick auf die aktuelle Diskussion zum Erhaltungszustand von Populationen in FFH-Verfahren relevant, bei denen der Kammolch als Anhang-II-Art besondere Beachtung verdient. Werden im Rahmen des Monitorings Erfassungsmethoden ohne Fang-Wiederfangtechniken angewandt, kann es zu erheblichen Fehleinschätzungen der Populationsgrößen kommen, v. a. zu ihrer systematischen Unterschätzung. Dies könnte gegebenenfalls zur Durchführung von Schutzmaßnahmen führen, obwohl die Bestände nicht zurückgehen.

Danksagung

Danken möchten wir dem Bundesamt für Naturschutz, welches das Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben »Amphibienlebensräume in der Zivilisationslandschaft« mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanziell gefördert hat, sowie dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen für seine finanzielle Hilfe. Ebenso gilt unser Dank den Diplomanden GREGOR BOSBACH, REGINE DAMASCHEK, ANJA DISSANAYAKE, RUTH ROTTSCHIEDT, ANJA SAMPERS und MEIKE THOMAS sowie unseren Praktikantinnen LUISE HEINE, SILVIA LOTT und STEFANIE SPECHT, die mit viel Engagement bei der umfassenden Geländearbeit beteiligt waren.

5 Literatur

- ARNTZEN, J. W., R. S. OLDHAM & D. M. LATHAM (1995): Cost effective drift fences for toads and newts. – *Amphibia-Reptilia* 16: 137–145.
- ARNTZEN, J. W. & S. F. M. TEUNIS (1993): A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonisation of a newly created pond. – *Herpetological Journal* 3: 99–110.
- BAKER, J. M. R. (1999): Abundance and survival rates of great crested newts (*Triturus cristatus*) at a pond in central England: Monitoring Individuals. – *Herpetological Journal* 9: 1–8.
- BEEBEE, T. J. C. (1990): Crested newts rescues: how many can be caught? – *British Herpetological Society Bulletin* 32: 12–14.
- BEGON, M. (1979): Investigating Animal Abundance: Capture-Recapture for Biologists. – Baltimore (University Park Press).
- BLAB, J. & L. BLAB (1981): Quantitative Analysen zur Phänologie, Erfassbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn. – *Salamandra* 17: 147–72.
- Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 – BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 1–560.
- CORN, P. S. (1994): Straight-line drift fences and pitfall traps. In: HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L.-A. C. HAYEK & M. S. FOSTER (eds.): *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians* (Biological Diversity Handbook Series): 109–117. – Washington (Smithsonian Institution Press).
- CROSSWHITE, D. L., S. F. FOX & R. E. THILL (1999): Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita mountains. – *Proceedings Oklahoma Academy Science* 79: 45–50.
- DODD, C. K. (1991): Drift fence-associated sampling bias of amphibians at a Florida sandhills temporary pond. – *Journal of Herpetology* 25: 296–301.
- DODD, C. K. & D. E. SCOTT (1994): Drift fences encircling breeding sites. In: HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L.-A. C. HAYEK & M. S. FOSTER (eds.): *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians* (Biological Diversity Handbook Series): 125–130. – Washington (Smithsonian Institution Press).
- DONNELLY, M. A. & C. GUYER (1994): Mark-recapture. In: HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L.-A. C. HAYEK & M. S. FOSTER (eds.): *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians* (Biological Diversity Handbook Series): 183–200. – Washington (Smithsonian Institution Press).
- ELLINGER, N. & R. JEHLE (1997): Struktur und Dynamik einer Donaukammolch-Population (*Triturus dobrogicus*, Kiritzescu 1903) am Endelteich bei Wien: ein Überblick über neun Untersuchungsjahre. – *Stapfia* 51: 133–150.
- FRONZUTO, J. & P. VERREL (2000): Sampling aquatic salamanders: tests of the efficiency of two funnel traps. – *Journal of Herpetology* 34: 146–147.
- GIBBONS, J. W. & R. D. SEMLITSCH (1981): Terrestrial drift fences with pitfall traps: an effective technique for quantitative sampling of animal populations. – *Brimleyana* 7: 1–16.
- GRIFFITHS, R. A. (1985): A simple funnel trap for studying newt populations and an evaluation of trap behaviour in smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *Triturus helveticus*. – *Herpetological Journal* 1: 5–10.
- GRODDECK, J. (Bearb.) (2004): Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustands der Populationen des Kammolches *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). Bewertungsschema. – Bundesamt für Naturschutz, abgerufen 1/05 unter http://www.bfn.de/03/030306_bewertungamphibien.pdf, 2 S.
- HACHTEL, M., R. ROTTSCHIEDT, U. SANDER, P. SCHMIDT, D. N. TARKHNISHVILI, M. THOMAS & K. WEDDELING (2002): Dynamik in Zeit und Raum: Eine Langzeitstudie über Amphibienpopulationen in der Kulturlandschaft. – Schriftenreihe der Alexander-Koenig-Gesellschaft 4: 11–19.
- HAGSTRÖM, T. (1979): Population ecology of *Triturus cristatus* and *Triturus vulgaris* (Urodela) in southwest Sweden. – *Holarctic Ecology* 2: 108–114.

- HARTUNG, H. & D. GLANDT (1988): Konstruktion und Betrieb spezieller Fallen zur Erfassung von terrestrisch lebenden Amphibien. – *Jahrbuch für Feldherpetologie* 2: 141–152.
- HARTUNG, H., G. OSTHEIM & D. GLANDT (1995): Eine neue tierschonende Trichterfalle zum Fang von Amphibien im Laichgewässer. – *Metelener Schriftenreihe für Naturschutz* 5: 125–128.
- HENLE, K. (1997): Naturschutzrelevante Nebenwirkungen feldherpetologischer Methoden. – *Mertensiella* 7: 377–389.
- JAHN, P. & K. JAHN (1997): Vergleich quantitativer und halbquantitativer Erfassungsmethoden bei verschiedenen Amphibienarten im Laichgewässer. – *Mertensiella* 7: 61–69.
- JEHLE, R., N. ELLINGER & W. HÖDL (1997): Der Endelteich (Donauinsel bei Wien) und seine Fangzaunanlage für Amphibien: ein sekundäres Gewässer für populationsbiologische Studien. – *Stapfia* 51: 85–102.
- JENKINS, C. L. & L. R. MCGARIGAL (2003): Comparative Effectiveness of two Trapping Techniques for surveying the Abundance of Reptiles and Amphibians Along Drift Fence Arrays. – *Herpetological Review* 34: 39–42.
- KNEITZ, S. (1998): Untersuchungen zur Populationsdynamik und zum Ausbreitungsverhalten von Amphibien in der Agrarlandschaft. – Bochum (Laurenti).
- KORDGES, T. & B. THIESMEIER (2000): Zur Phänologie und Biometrie metamorphosierter Teich- und Bergmolche (*Triturus vulgaris* und *T. alpestris*) in einem Abgrabungskomplex in Wuppertal (Nordrhein-Westfalen). – *Zeitschrift für Feldherpetologie* 7: 203–210.
- KUHN, J. (1994): Lebensgeschichte und Demographie von Erdkrötenweibchen *Bufo bufo bufo* (L.). – *Zeitschrift für Feldherpetologie* 1: 3–89.
- KUPFER, A. (1996): Untersuchungen zur Populationsökologie, Phänologie und Ausbreitung des Kammolches *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) in einem Agrarraum des Drachenfelder Ländchens bei Bonn. – Diplomarbeit Universität Bonn, unveröff.
- KUPFER, A. (2001): Ist er da oder nicht? – Eine Übersicht über die Nachweismethoden für den Kammolch (*Triturus cristatus*). – *Rana*, Sonderheft 4: 137–144.
- LINDEINER, A. VON (1992): Untersuchungen zur Populationsökologie von Berg-, Faden-, und Teichmolch (*Triturus alpestris* L., *Triturus helveticus* Razoumowski, *Triturus vulgaris* L.) an ausgewählten Gewässern im Naturpark Schönbuch (Tübingen). – *Jahrbuch für Feldherpetologie, Beiheft* 3: 1–117.
- MIAUD, C. & P. JOLY (1993): Variation in age structures in a subdivided population of *Triturus cristatus*. – *Canadian Journal of Zoology* 71: 1874–1879.
- MÖLLE, J. & A. KUPFER (1998): Amphibienfang mit der Auftauchfalle: Methodik und Evaluierung im Freiland. – *Zeitschrift für Feldherpetologie* 5: 219–227.
- PETERSEN, B. (2000): Welche Schutzverpflichtungen bestehen für die Arten der FFH-Richtlinie? In: PETERSEN, B., U. HAUKE & A. SSYMANK (Bearb.): Der Schutz von Tier- und Pflanzenarten bei der Umsetzung der FFH-Richtlinie. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 68: 17–30.
- SCHÄFER, H.-J. (1993): Ausbreitung und Entwicklung von Amphibien-Populationen in der Agrarlandschaft. – Dissertation Universität Bonn.
- SCHMIDT, B. R. (2003): Count data, detection probabilities, and the demography, dynamics, distribution, and decline of amphibians. – *Comptes Rendus Biologies* 326: 119–124.
- THIESMEIER, B. & A. KUPFER (2000): Der Kammolch. – Bochum (Laurenti).
- TUCKER, J. K. (1995): A simple aquatic funnel trap and its application to wetland amphibian monitoring. – *Herpetological Review* 26: 90–91.
- WEDDELING, K., M. HACHTEL, U. SANDER & D. N. TARKHNISHVILI (2004): Bias in estimation of newt population size: A field study at five ponds using drift fences, pitfalls and funnel traps. – *Herpetological Journal* 14: 1–7.
- WILSON, J. J. & T. J. MARET (2002): A comparison of two methods for estimating the abundance of amphibians in aquatic habitats. – *Herpetological Review* 33 : 108–110.

