

Zeitliche und räumliche Verteilung der Wanderaktivitäten von Kammolchen (*Triturus cristatus*) in einer Agrarlandschaft Nordost-Deutschlands

Matthias Stoefer & Norbert Schneeweiß

Summary

Temporal and spatial distribution of migratory activity of crested newts (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape in northeastern Germany

In the region Börnicker Feldmark the migration of crested newts (*Triturus cristatus*) was investigated. With the help of drift fences the amphibians were caught at their potential winter quarters, on selected spawning sites and in their land habitats. Additionally crested newts were caught with the help of light traps. Radio tracking on 19 amphibians revealed the migration habits of that particular species during summer and fall.

The temporal distribution of the migration activities varied greatly. The beginning, middle and end of the migratory phases as well as the temporal distribution were subject to considerable fluctuations. The migration to the spawning sites was influenced by variations in weather patterns throughout the years. Night temperatures above 4 °C were of major importance. In spring and fall, the migratory intensity was enhanced, if precipitation occurred. It is not the only trigger though. Generally, subadults reached the ponds later than adults, but no differences between adults and juvenils were observed, at the time they left the ponds.

The spatial distribution of the migration in the investigated areas was not even. Certain corridors were preferred for the movement from the winter quarters to the ponds. Over the years, significantly more amphibians were caught in particular areas of the banks.

Most of the crested newts overwintered close (less than 100 m) to their spawning sites. Distances between 500 and 1.100 m were observed too. With the help of radio tracking it could be proved, that the animals moved 10 m per day. Occasionally distances from 50 to 142 m per day were covered. The overall migration distances of the crested newts were found to be between 0 and 338 m. A migration length of more than 100 m was observed for 3 out of 19 crested newts.

Key words: Amphibia, Urodela, crested newt, *Triturus cristatus*, migration, migratory behavior, migratory direction, migratory season, phenology, climate, pond, agricultural landscape, radio-tracking.

Zusammenfassung

In der Agrarlandschaft der Börnicker Feldmark (Barnim, Brandenburg) wurde im Zeitraum von sieben Jahren das Wanderverhalten von Kammolchen (*Triturus cristatus*) untersucht. Der Fang der Kammolche an potentiellen Winterquartieren, an ausgewählten Laichgewässern sowie in den Landhabitaten erfolgte mittels Folienfangzäunen. Zusätzlich wurden Molche in weiteren Gewässern mit Hilfe von Lichtfallen gefangen. Telemetrische

Untersuchungen an 19 Kammolchen gaben Aufschluß über das Wanderverhalten dieser Spezies im Sommer und Herbst.

Die zeitliche Verteilung der Wanderaktivitäten war sehr variabel. Sowohl Beginn, Median und Ende der An- und Abwanderungsphasen als auch deren zeitliche Ausdehnung waren starken Schwankungen unterworfen. Vor allem bei der Anwanderung wurden durch unterschiedliche Witterungsverläufe erhebliche Abweichungen zwischen den Jahren hervorgerufen. Nachttemperaturen von über 4 °C waren dabei von entscheidender Bedeutung. Niederschläge hatten sowohl im Frühjahr als auch im Herbst eine positive Wirkung auf die Wanderintensität, waren aber nicht alleinige Auslöser. Subadulti wanderten durchschnittlich später in die Gewässer als die Adulti. Bei der Abwanderung gab es keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Adulti und den Juvenes.

Die räumliche Verteilung der Wanderaktivitäten im Untersuchungsgebiet war nicht gleichmäßig. Die Wanderungen von den Winterquartieren zu den Laichgewässern erfolgte in deutlich bevorzugten Bereichen des Untersuchungsgebietes. Über Jahre wurden an bestimmten Uferabschnitten der Laichgewässer auffallend mehr anwandernde Kammolche gefangen als an anderen Uferregionen.

Die meisten Kammolche des Untersuchungsgebietes überwinterten in geringer Entfernung (bis ca. 100 m) zu den Laichgewässern. Aber auch Distanzen von 500 bis 1.100 m zwischen Winterquartier und Laichgewässer wurden sowohl von adulten als auch von juvenilen Kammolchen zurückgelegt. Mittels Telemetrie konnte nachgewiesen werden, daß im Sommer und Herbst meist Bewegungen von bis zu zehn Metern pro Tag erfolgten. Vereinzelt wurden auch Strecken von 50 bis 142 m an einem Tag überwunden. Die Gesamtwanderstrecken der telemetrierten Kammolche lagen zwischen 0 und 338 m. Laufstrecken von mehr als 100 m wurden bei drei von 19 Molchen beobachtet.

Schlagwörter: Amphibia, Urodela, Kammolch, *Triturus cristatus*, Wanderung, Wanderverhalten, Wanderwege, Phänologie, Klima, Kleingewässer, Agrarlandschaft, Telemetrie.

Einleitung

Die Verbreitungsschwerpunkte des Kammolches liegen vor allem im Flachland (FELDMANN 1981, GROSSE & GÜNTHER 1996) und hier besonders in den gewässerreichen Grundmoränen des Norddeutschen Tieflandes (SCHNEEWEIß 1996, SCHNEEWEIß & BECKMANN 1998). Diese Gebiete werden landwirtschaftlich stark genutzt. Wie nahezu alle heimischen Amphibienarten wandern Kammolche jahreszeitlich differenziert zwischen den Teilhabensräumen (BLAB 1986, GLANDT 1986, KNEITZ 1998, STOEFER & SCHNEEWEIß 1999). Da die Laichgewässer häufig isoliert in den großflächig ausgeräumten Agrarflächen liegen, müssen Amphibien auf ihren Wanderungen oft intensiv genutzte Flächen überqueren (SCHÄFER 1993, KNEITZ 1998, BERGER et al. 1999, DÜRR et al. 1999). Besonders im Frühjahr, bei der Anwanderung der Adulti, aber auch im Herbst, bei der Abwanderung der Jungtiere, können erhöhte Wanderaktivität und verschiedene Bewirtschaftungsmaßnahmen der Flächen zusammenfallen (DÜRR et al. 1999, SCHNEEWEIß 1996, SCHNEEWEIß & SCHNEEWEIß 1997, 1999). Die Tiere sind dann durch die landwirtschaftlichen Geräte bzw. Tätigkeiten (DÜRR et al. 1999) sowie durch die verwendeten Agrarchemikalien (SCHNEEWEIß & SCHNEEWEIß 1997, 1999) gefährdet. Auch während des Landaufenthaltes können Amphibien

durch die landwirtschaftliche Tätigkeit massiv beeinträchtigt werden (CLAßEN et al. 1997, OPPERMANN & CLAßEN 1998, LICZNER 1999).

Schutzmaßnahmen setzen die Kenntnis des Wanderverhaltens und der sie beeinflussenden Faktoren voraus. Aus diesem Grund initiierte die Naturschutzstation Niederbarnim (jetzt Naturschutzstation Rhinluch, Landesumweltamt Brandenburg) in Zusammenarbeit mit dem Naturschutzbund (NABU) im Frühjahr 1993 ein Monitoringprogramm (GREULICH & SCHNEEWEIß 1996, 1998). Dieses Programm wurde von 1997 bis 2000 durch den Naturschutzverein Niederbarnim e.V. unterstützt.

Bestandteile des Monitoringprogramms waren neben der Untersuchung des Wanderverhaltens von Amphibien auch die quantitative Erfassung der Amphibien an ausgewählten Gewässern, die Erhebung wasserchemischer und -physikalischer Parameter sowie die Untersuchung verschiedener Aspekte in den Landhabitaten (STOEFFER 1997, STOEFFER & SCHNEEWEIß 1999, 2001, SPIEB 2001).

Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet hat eine Fläche von ca. 3,5 km² und befindet sich nordöstlich von Berlin, zwischen der Stadt Bernau und der Gemeinde Börnicke. Es wird überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt. Charakteristisch sind die zahlreichen Acker-Hohl-

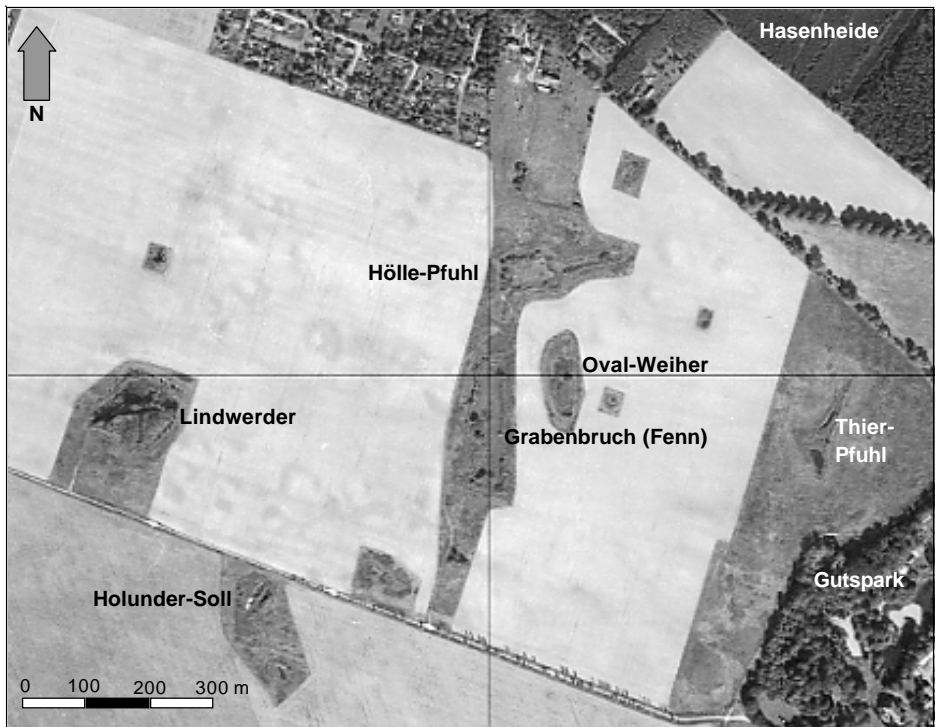


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet.
The investigated area.

formen (s. Abb. 1). In niederschlagsarmen Jahren trocknen die meisten Gewässer im Spätsommer aus. Unter solchen Bedingungen ziehen sich die Amphibien zum großen Teil in einen alten Gutsark zurück. Hier verbringen zahlreiche Amphibien auch den Winter. Winterquartiere werden des weiteren in Kleingärten und Waldbereichen nördlich des Untersuchungsgebietes aufgesucht.

Methoden

Im Frühjahr 1993 wurde begonnen, mit Hilfe von Folienfangzäunen die Wanderbewegungen von Amphibien im Gebiet zu untersuchen. Fangzäune wurden an potentiellen Überwinterungsquartieren, an einer Straße sowie an Laichgewässern (z.T. nur zeitweise) aufgebaut. Die Kontrolle der Fallen erfolgte täglich in den Morgenstunden. Bei großer Wanderaktivität fanden zusätzliche Kontrollen in den Abendstunden statt. Dabei wurden alle gefangenen Amphibien nach Art, Geschlecht und Alter bestimmt.

1994 begannen die Untersuchungen an den zwei wichtigsten Laichgewässern Lindwerder und Hölle-Pfuhl. In späteren Jahren wurden zwei weitere Laichgewässer, 1995 der Thier-Pfuhl und 1997 der Oval-Weiher, in das Untersuchungsprogramm integriert. Die Laichgewässer wurden ganzjährig vollständig mit Folienfangzäunen abgesperrt. Die Zäune am Gutsark und an der Straße waren weiterhin Bestandteil des Untersuchungsprogramms. Die Erfassungen begannen jeweils im Februar bzw. März, sobald die Wetterbedingungen Amphibienaktivitäten zuließen. Der Straßenzaun wurde nach Ende der Anwanderungsphase auf die andere Straßenseite verlegt. Der Abbau der Fangzäune erfolgte meist Anfang November, wenn die Amphibien ihre Wanderaktivitäten einstellen.

Für das Jahr 2000 wurden nur die Frühjahrsdaten der Einwanderung an der Straße, am Hölle-Pfuhl, Thier-Pfuhl und Oval-Weiher ausgewertet.

Die Abwanderungen der Amphibien vom Laichgewässer konnten nicht in allen Jahren mit der gleichen Intensität untersucht werden. In den Jahren 1994 bis 1996 wurden an den Gewässerzäunen im Abstand von ca. 60 m Öffnungen („Schleusen“) angelegt. Durch sie war es den Amphibien möglich, ungehindert abzuwandern. Kontrolleimer auf der gewässerzugewandten Seite lieferten qualitative Daten. Eine exakte quantitative Erfassung des Wandergeschehens war in diesen Jahren aber nicht möglich.

Von 1997 bis 1999 wurden mit dem Beginn der Abwanderung frisch metamorphosierter Kammolche (Mitte Juli bis Anfang August) die Schleusen wieder geschlossen und auch auf der gewässerzugewandten Zaunseite Fangeimer eingesetzt (Ausnahme: Lindwerder 1999). Für diese Jahre können genauere Aussagen zum Abwanderungsverlauf gemacht werden. Insgesamt erwies sich die Erfassung juveniler Molche als schwierig. Sie können besonders gut klettern und die Fangzäune stellen für sie nur ein begrenztes Hindernis dar. Die Juvenes sind in den Fangzahlen daher unterrepräsentiert.

Zusätzliche Untersuchungen wurden an weiteren Gewässern von 1996 bis 1999 mit Lichtfallen durchgeführt (KÜHNEL & BAIER 1995). 1998 und 1999 wurden an verschiedenen Stellen des Untersuchungsgebietes Fangzäune in den potentiellen Landhabitaten, vor allem in den Gewässerrandstreifen, aufgestellt.

Zur gezielten Untersuchung des Wanderverhaltens wurden in den Jahren 1999 und 2000 mehreren adulten Kammolchen Telemetriesender implantiert (1999: ein Tier zur Erpro-

bung, 2000: 18 Tiere). Die Positionsbestimmung dieser Tiere erfolgte einmal täglich. Bei einzelnen Tieren wurden auch tageweise im halbstündigen Takt die Positionen ermittelt. Zwischen August und Oktober konnte bis zu 55 Tage das Wanderverhalten von Kammolchen im Landhabitat untersucht werden.

Vom Frühjahr 1995 bis zum Frühjahr 2000 erfolgte eine individuelle Erfassung aller adulten sowie eines Großteils der subadulten und juvenilen Kammolche durch Fotografie der gefleckten Bauchseite. Die Auswertung des umfangreichen Bildmaterials (ca. 12.100 Fotos) ist sehr aufwendig und zeitintensiv. Aufgrund dessen konnten bisher nur die Bilder der Adulti komplett und die der Subadulti sowie Juvenes teilweise ausgewertet werden.

Da nach Erreichen der Geschlechtsreife das Alter der Kammolche anhand äußerer Merkmale nicht mehr sicher bestimmt werden kann, wurden sie in der vorliegenden Studie in drei Altersklassen eingeteilt. Tiere mit sekundären Geschlechtsmerkmalen wurden als adult eingestuft und als Männchen bzw. Weibchen registriert. Tiere ohne erkennbare äußere Geschlechtsmerkmale nach der ersten Überwinterung wurden als subadult erfaßt. Als juvenil wurden alle frisch metamorphosierten Kammolche vor der ersten Überwinterung bezeichnet.

Ergebnisse

Phänologie der Einwanderung

Vergleich der Jahre 1994 bis 2000

Die Einwanderung der Kammolche an die Laichgewässer war innerhalb der sieben Untersuchungsjahre großen zeitlichen Schwankungen unterworfen. Dies betraf sowohl Beginn, Ende und Median (50 % der Tiere im Gewässer) als auch das zeitliche Muster der Wanderaktivitäten (Tab. 1, Abb. 2).

In allen Jahren wanderten die Tiere nicht gleichmäßig an, sondern in mehreren, z.T. deutlich voneinander getrennten Phasen. In einigen Jahren gab es nur wenige (z.B. 1996 und 2000), in anderen Jahren zahlreiche Aktivitätsphasen (z.B. 1995 und 1998). Kennzeichnend für alle Jahre waren ein bis zwei deutliche Aktivitätspeaks. Innerhalb weniger Tage wanderten dann z.T. mehr als 50 % der Subpopulationen der Gewässer an (siehe Abb. 2).

Jahr	Männchen			Weibchen			Subadulti		
	Beginn	Median	Ende	Beginn	Median	Ende	Beginn	Median	Ende
1994	12.03.	25.03.	01.05.	11.03.	25.03.	29.05.	09.03.	31.03.	29.03.
1995	15.02.	02.04.	31.05.	22.02.	04.04.	25.05.	17.02.	14.04.	30.05.
1996	11.04.	23.04.	27.05.	11.04.	29.04.	30.05.	11.04.	29.04.	04.06.
1997	09.03.	16.03.	03.05.	02.03.	16.03.	14.05.	07.03.	01.04.	28.05.
1998	18.02.	08.03.	25.05.	20.02.	18.03.	09.05.	20.02.	02.04.	08.05.
1999	02.03.	06.03.	08.05.	02.03.	07.03.	18.05.	02.03.	27.03.	15.05.
2000	01.03.	10.03.	21.04.	01.03.	10.03.	27.04.	01.03.	29.03.	23.05.

Tab. 1: Daten der Einwanderung an die Gewässer in den Jahren 1994 bis 2000.

Data of immigration into the ponds from 1994 to 2000.

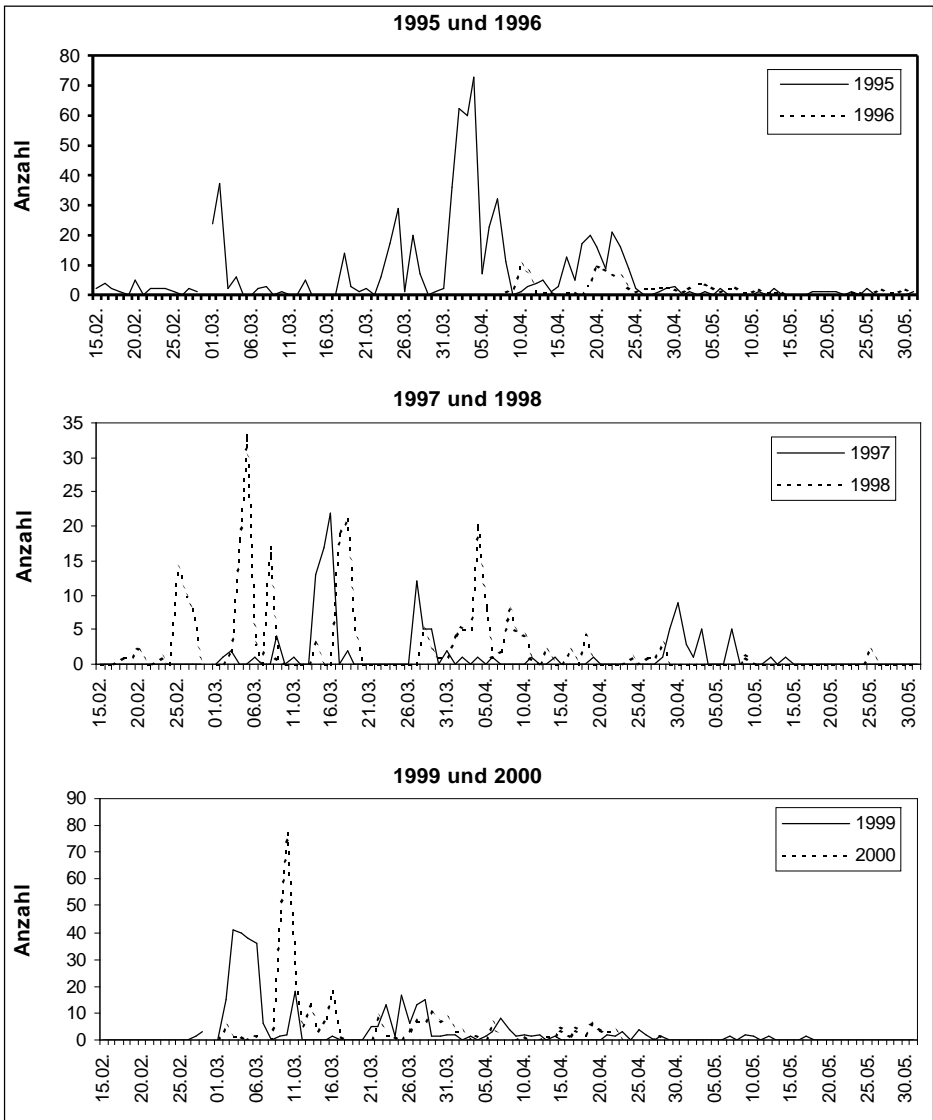


Abb. 2: Anwanderungsverlauf an den Gewässern in den Jahren 1995 bis 2000.

Immigration progress into the ponds from 1995 to 2000.

Die jeweils ersten Kammmolche des Jahres wurden in den meisten Jahren zwischen dem 15.02. (1995) und dem 09.03. (2000) gefangen. Das Frühjahr 1996 bildet eine Ausnahme. Nach einem extrem langen Winter begann die Anwanderung der Kammmolche erst am 08.04. (Tab. 1, Abb. 2). Damit liegen zwischen dem frühesten Kammmolchfang (15.02.1995) und dem spätesten Anwanderungsbeginn (1996) 52 Tage. Der sehr späte Beginn der Anwanderung 1996 verkürzte deren Gesamtdauer im Vergleich zu den anderen

Untersuchungsjahren. Es gab nur zwei größere Schübe. Die Einwanderung war im wesentlichen nach nur 20 Tage abgeschlossen. In den anderen Jahren erstreckte sich die Einwanderung z.T. über mehr als zwei Monate (z.B. 1995, 1997 und 1998). In diesen Jahren wurde das Wanderungsgeschehen immer wieder für mehrere Tage bis Wochen unterbrochen (Abb. 2).

Wie der Abb. 3 zu entnehmen ist, war der zeitlich Ablauf der Einwanderung sehr stark vom Wetter abhängig. Wurde im Frühjahr eine minimale Temperatur von 4-5 °C überschritten, kam es sehr schnell zu einer regen Wanderungsaktivität. In fast allen Jahren konnten dann schon in den ersten frostfreien Tagen viele Kammolche registriert werden. 1999 wurde so z.B. schon während der ersten Aktivitätsphase der Median der Einwanderung überschritten. Sank die Temperatur zwischenzeitlich unter einen Schwellenwert von ca. 4 °C, kam es zu einer deutlichen Verringerung bzw. zum völligen Erliegen der Wanderungsaktivität, so z.B. am 09. und 10.03. sowie in der Zeit vom 12. bis 21.03.1999.

Niederschlag förderte die Wanderaktivitäten, er allein konnte aber ohne entsprechende Temperaturen die Wanderung nicht auslösen. 1999 gab es z.B. im Februar nahezu täglich, z.T. starke Niederschläge. Trotzdem begann die Einwanderung in nennenswertem Umfang erst am 03.03., als die Minimaltemperatur 4 °C erreichte.

Vergleich zwischen Geschlechtern bzw. Altersstufen

Zwischen der Einwanderung der Männchen und der Weibchen gab es keine großen Unterschiede. Sowohl Männchen also auch Weibchen wurden zu Beginn der jährlichen Einwanderungsphasen gefangen. Die Einwanderungsmediane beider Geschlechter unterschieden sich meist gar nicht oder nur um ein bis zwei Tage. Ausnahmen bildeten die Jahre 1996 mit sechs und 1998 mit zehn Tagen Unterschied, wobei die Männchen früher als die Weibchen anwanderten.

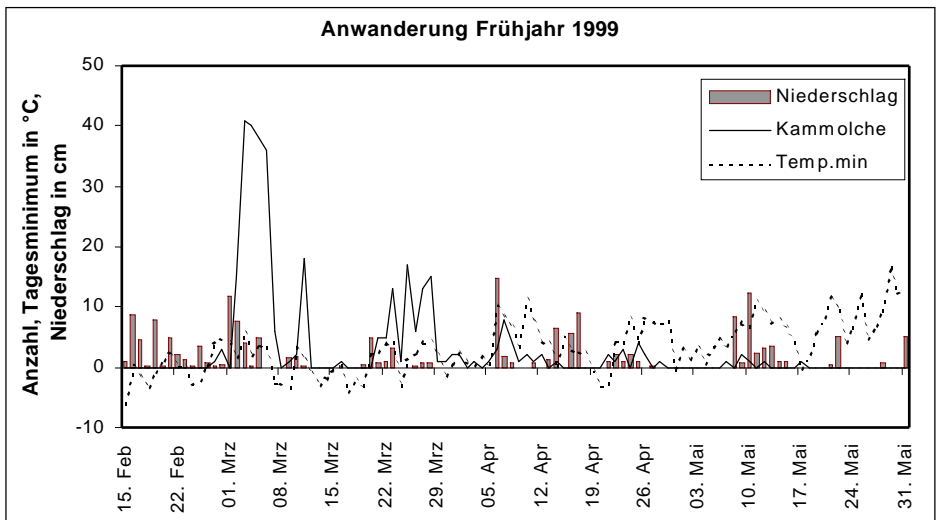


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Einwanderungsverlauf, Minimaltemperatur und Niederschlag 1999. Connection between immigration progress, minimal air temperature and rainfall in 1999.

Geschlecht	Zaun	Anzahl	Median	Beginn	Ende
Männchen	Lindwerder	4	<i>14.04.</i>	11.03.	08.05.
	Hölle-Pfuhl	37	05.03.	02.03.	08.04.
	Thier-Pfuhl	27	06.03.	02.03.	28.03.
	Oval-Weiher	15	25.03.	04.03.	29.04.
Weibchen	Lindwerder	6	<i>25.03.</i>	05.03.	28.03.
	Hölle-Pfuhl	66	05.03.	03.03.	18.05.
	Thier-Pfuhl	36	06.03.	02.03.	24.04.
	Oval-Weiher	31	27.03.	04.03.	13.05.
Subadulti	Lindwerder	11	28.03.	05.03.	14.04.
	Hölle-Pfuhl	57	02.04.	02.03.	15.05.
	Thier-Pfuhl	38	11.03.	02.03.	26.04.
	Oval-Weiher	82	27.03.	04.03.	11.05.

Tab. 2: Daten der Einwanderung an die einzelnen Gewässer im Jahr 1999. *Kursiv* gedruckte Daten sind aufgrund geringer Tierzahlen weniger aussagekräftig.

Data of immigration into the different ponds in 1999. Data printed in *italics* are uncertain because of the little number of animals.

Größere Unterschiede beim Einwanderungsverlauf gab es zwischen den adulten und subadulten Tieren. Zwar wurden auch Subadulti schon sehr früh im Jahr gefangen, aber die Mediane der Einwanderung der Subadulti lagen mit 6 bis 25 Tagen fast immer deutlich nach denen der Adulti. Einzige Ausnahme bildet das Jahr 1996, als die Mediane der Einwanderung bei den Weibchen und Subadulti zusammenfielen. In diesem Jahr verzögerte sich aber aufgrund des sehr späten Frühjahrsbeginns das gesamte Wanderungsgeschehen (siehe oben).

Vergleich zwischen den Gewässern

Innerhalb eines Jahres konnten auch Unterschiede im Einwanderungsverlauf an den verschiedenen, z.T. räumlich deutlich getrennten Gewässern festgestellt werden. Über den gesamten Untersuchungszeitraum war die Variationsbreite sehr groß.

Ein Beispiel dafür geben die wichtigsten Daten für die Einwanderung 1999 (Tab. 2). In diesem Jahr lag der Median der Einwanderung der Adulti am Oval-Weiher 20 bis 22 Tage nach den Medianen an Hölle- und Thier-Pfuhl. Demgegenüber war der Median der Subadulti am Oval-Weiher zwar 16 Tage nach dem Median am Thier-Pfuhl, aber sechs Tage vor dem am Hölle-Pfuhl erreicht.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum war kein eindeutiges Muster in der zeitlichen Verteilung der Einwanderungsaktivitäten festzustellen. Zum einen konnte innerhalb eines Jahres die Einwanderung selbst bei sehr dicht beieinander liegenden Gewässern (Hölle-Pfuhl und Oval-Weiher) sehr unterschiedlich verlaufen, während sie bei stark voneinander isolierten Gewässern, mit vollkommen unterschiedlicher räumlicher Einbindung (Thier-Pfuhl und Lindwerder), einen nahezu synchronen Verlauf aufwies. Verließ die Einwanderung im gesamten Untersuchungsgebiet in einem Jahr (z.B. 1998) nahezu gleichmäßig, konnten im nächsten Jahr schon wieder große Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässern festgestellt werden.

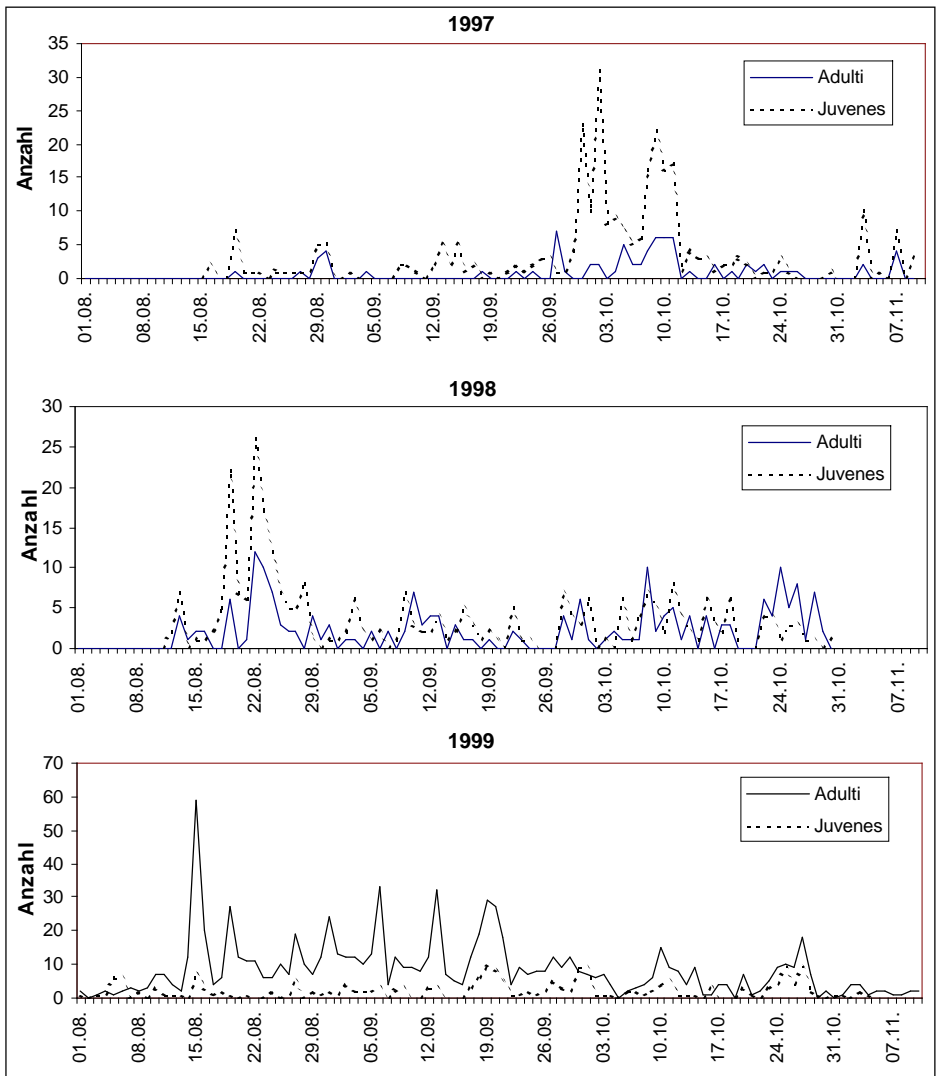


Abb. 4: Abwanderungsverlauf von den Gewässern 1997 bis 1999.

Migration progress out of the ponds from 1997 to 1999.

Phänologie der Abwanderung

Vergleich der Jahre 1997 bis 1999

Nach Abschluss der Anwanderung Ende Mai gab es unwesentliche Wanderaktivitäten. Nur vereinzelt wurden Kammolche an den Fangzäunen registriert. Erst im August konnten deutliche Abwanderungsaktivitäten festgestellt werden (Abb. 4, Tab. 3). 1997 wurden erste Abwanderungen zwar schon ab dem 16.08. registriert, der Großteil der Tiere wander-

Jahr	Männchen			Weibchen			Juvenes		
	Beginn	Median	Ende	Beginn	Median	Ende	Beginn	Median	Ende
1997	27.08.	09.10.	07.11.	19.08.	07.10.	03.11.	16.08.	04.10.	09.11.
1998	22.07.	28.09.	28.10.	22.07.	03.09.	29.10.	12.08.	03.09.	30.10.
1999	05.08.	26.09.	01.11.	10.07.	19.09.	04.11.	22.07.	14.09.	10.11.

Tab. 3: Daten der Abwanderung von den Gewässern 1997 bis 1999.

Data of migration out of the ponds from 1994 to 2000.

te aber erst nach dem 27.09. ab. Bis Ende Oktober war die Abwanderung im wesentlichen abgeschlossen. Einzelne Tiere wanderten auch noch im November ab.

Vergleich Adulti und Juvenes

Zwischen dem Abwanderungsverlauf der Adulti und dem der Juvenes gab es keine wesentlichen Unterschiede. Die Abwanderungen verliefen weitestgehend synchron.

Einfluss von Klimafaktoren

Auch die Abwanderung wurde hauptsächlich von den Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag beeinflusst. Als Beispiel ist in der Abb. 5 die Abwanderung 1999 im Zusammenhang mit der minimalen Tagestemperatur und dem Niederschlag dargestellt. Niederschlag war für eine erhöhte Wanderaktivität förderlich, es gab aber auch Tage mit erhöhter Aktivität ohne Niederschlag (02.09. bis 15.09.). Die Abwanderung der Jungtiere war stärker an Niederschläge gebunden.

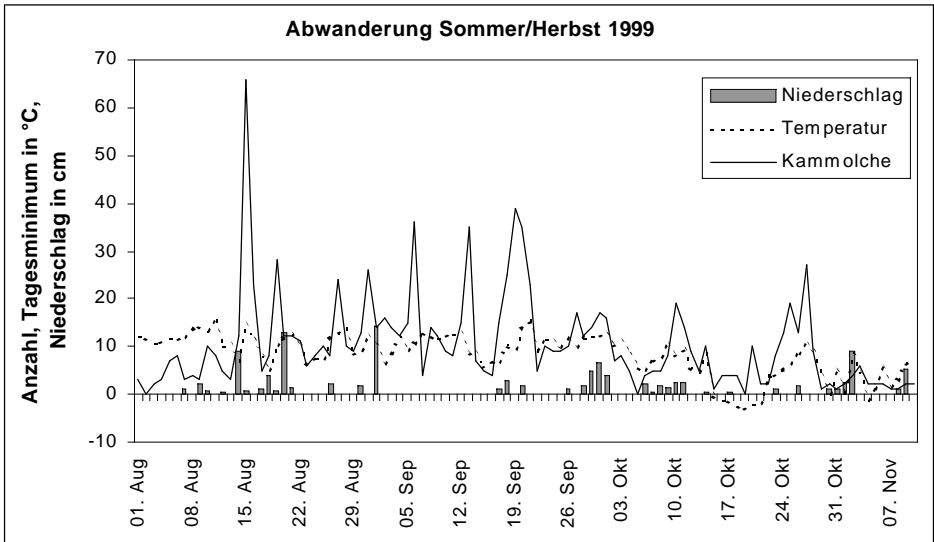


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Abwanderungsverlauf von den Gewässern, Minimaltemperatur und Niederschlag 1999.

Relation between migration progress out of the ponds, minimal air temperature and rainfall in 1999.

Mit dem zeitweisen Absinken der Temperatur unter ca. 4 °C ab Mitte Oktober kam es jeweils zum Erliegen des Wandergeschehens. Nach erneuter Erwärmung nahm die Aktivität der Tiere wieder deutlich zu - auch ohne nennenswerte Niederschläge. Ähnliche Ergebnisse erbrachten die Untersuchungen in den anderen Jahren.

Die Abwanderungen der Jungtiere waren im Vergleich zu denen der Adulti stärker von Niederschlägen beeinflusst.

Auch während Telemetriestudien von August bis Oktober 1999 bzw. 2000 konnte kein hundertprozentiger Zusammenhang zwischen Wanderaktivität und Niederschlägen festgestellt werden. Zwar wanderten die Kammolche bei feuchter Witterung häufiger, aber auch an ausgesprochen warmen und trockenen Tagen konnten mehrere lange Wanderungen beobachtet werden.

Räumliche Verteilung der Wanderungen

An keinem Gewässer waren die Fangzahlen gleichmäßig auf alle Eimer verteilt, sondern sie zeigten eine sehr asymmetrische Verteilung (Abb. 6). Es konnten Abschnitte mit deutlich mehr anwandernden Tieren ausgemacht werden, gegenüber Zaunabschnitten, an denen nur wenige oder keine Kammolche gefangen wurden. Die Verteilungsmuster der

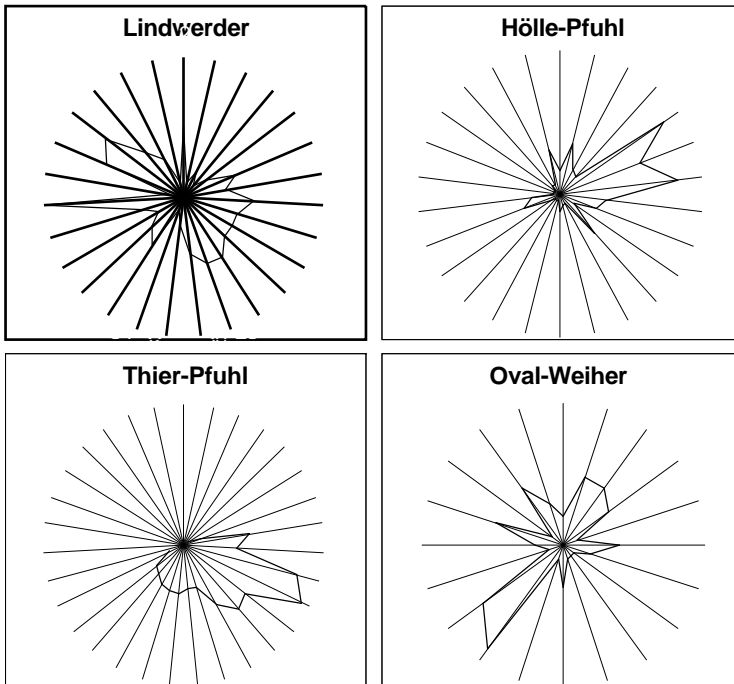


Abb. 6: Räumliche Verteilung der anwandernden Kammolche in die Gewässer 1998.
Spatial distribution of immigrating crested newts into the ponds in 1998.

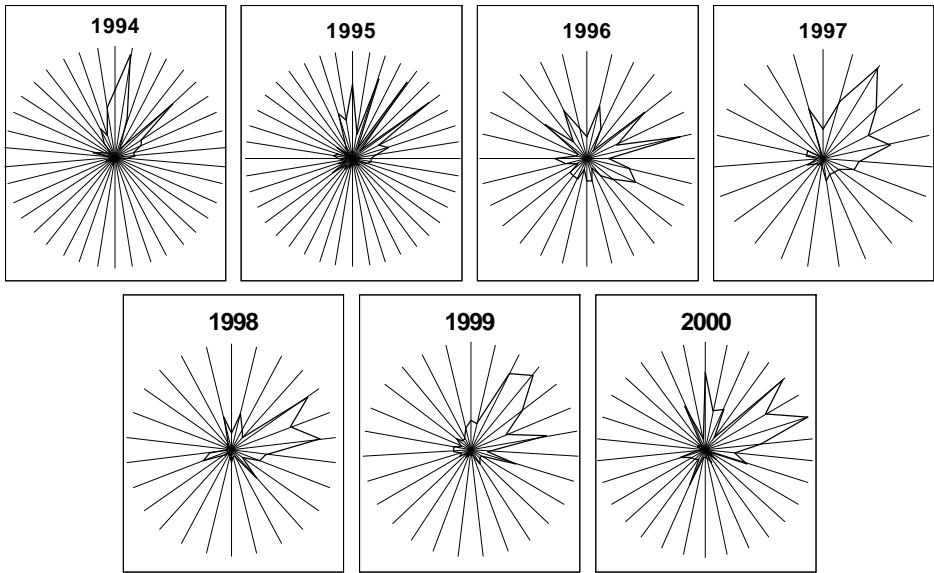


Abb. 7: Räumliche Verteilung der Einwanderung von Kammolchen an den Hölle-Pfuhl 1994 bis 2000.

Spatial distribution of immigrating crested newts at the pond Hölle-Pfuhl from 1994 to 2000.

Anzahl	Geschlecht/ Alter	Ort des Erstfanges	Ort des Wiederfanges	Distanzen (in m)	WF nach Tagen
1	Männchen	Gutspark	Lindwerder	1.100	12
		Lindwerder	Gutspark	1.100	18
1	Juvenes	Lindwerder	Thier-Pfuhl	1.100	3
1	Männchen	Thier-Pfuhl	Lindwerder	1.080	34
1	Männchen	Gutspark	Hölle-Pfuhl	650	10
		Hölle-Pfuhl	Gutspark	650	15
2	Männchen	Gutspark	Hölle-Pfuhl	650	32, 39
1	Juvenes	Hölle-Pfuhl	Gutspark	650	4
2	Männchen	Grabenbruch	Lindwerder	600	7, 96
1	Männchen	Hölle-Pfuhl	Lindwerder	580	69
1	Weibchen	Hölle-Pfuhl	Thier-Pfuhl	550	5
1	Weibchen	Gutspark	Oval-Weiher	500	68
2	Weibchen	Holunder-Soll	Grabenbruch	500	77, 151
1	Männchen	Gutspark	Oval-Weiher	480	5

Tab. 4: Außergewöhnliche Wanderstrecken von Kammolchen (WF = Wiederfang, *kursiv* gedruckte Daten = Fang im Gewässer, Zeitpunkt des Verlassens des Gewässers unbekannt).

Exceptional migratory distances of crested newts (WF = recapture, data in *italics* = catch in the pond, time of migration out of the pond unknown).

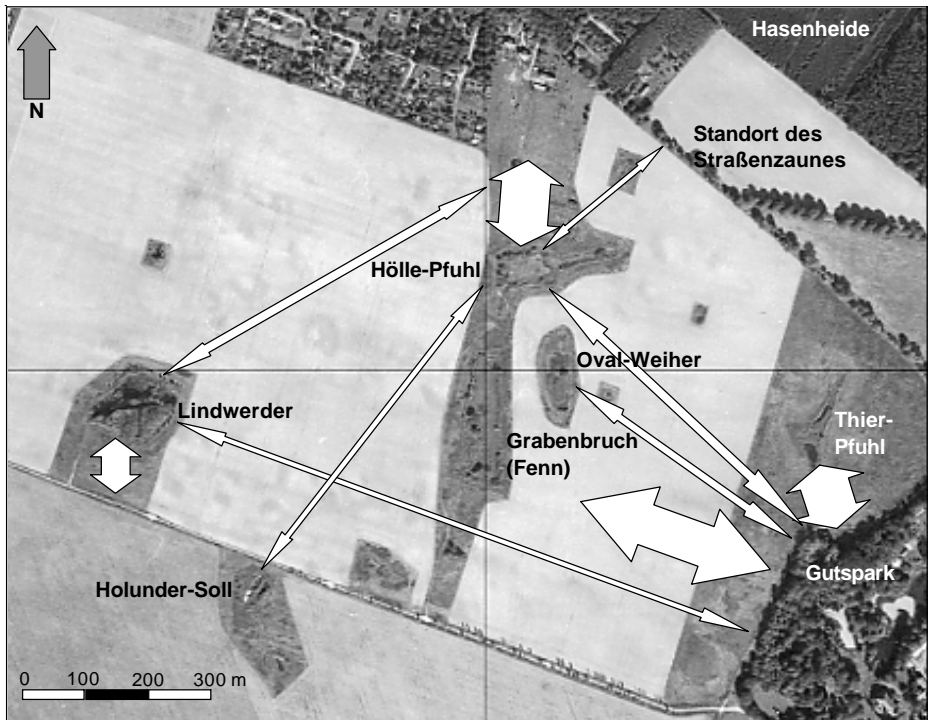


Abb. 8: Wanderkorridore von Kammolchen im Untersuchungsgebiet. (Die Stärke der Pfeile entspricht der Häufigkeit der Nachweise.)

Migration ways of crested newts in the investigated area. (The size of the arrows is equivalent to the number of detections.)

Fangzahlen waren an den Gewässern über den gesamten Untersuchungszeitraum im wesentlichen konstant, wie das Beispiel des Hölle-Pfuhl zeigt (Abb. 7).

Auf der Grundlage der Fangergebnisse (inklusive Wiederfänge) konnten deutliche Wanderkorridore herausgearbeitet werden. Die räumliche Verteilung der Wanderungsaktivitäten im Untersuchungsgebiet ist in der Abb. 8 dargestellt. Es fällt auf, daß die Mehrzahl der Kammolche aus Osten und Norden anwanderten, während aus den weitestgehend ausgeräumten Ackerflächen im Süden und Westen des Untersuchungsgebietes kaum Tiere die Gewässer erreichten.

Wanderstrecken

Für die Tiere, die an mehreren Zäunen bzw. in verschiedenen Gewässern gefangen wurden, konnten durch die individuelle Erfassung die mindestens zurückgelegte Distanz sowie die dafür benötigte Zeit ermittelt werden (Tab. 4).

Während der Telemetriestudien in den Jahren 1999 und 2000 (August bis Oktober) konnten die Wanderleistungen von Kammolchen festgehalten werden. Die ermittelten Daten sind in Tab. 5 zusammengefaßt.

	Untersuchungsdauer (Tage)	Anzahl der Tage mit Ortsänderung	Entfernungen zwischen aufeinanderfolgenden Aufenthaltsorten (m)			
			Min	Max	Durchschnitt	Summe
Männchen	11	3	2,5	7,5	5,4	16
Männchen	37	3	1	3	1,7	5
Männchen	18	6	1,5	8	3,8	22,5
Männchen	38	14	1	142	24,1	338
Männchen	37	6	0,5	7,5	3,1	18,5
Weibchen	11	3	1,5	12	7,5	30
Weibchen	19	12	1	22	6,7	80,5
Weibchen	55	11	0,5	31	14	154
Weibchen	23	6	1	13	4,8	29
Weibchen	33	9	1	17	4,6	41,5
Weibchen	35	10	1,5	33	11,5	114,5
Weibchen	12	5	2	31	9,5	47,5
Weibchen	33	12	1,5	35	8	96
Weibchen	19	0	-	-	-	-
Weibchen	47	12	1	13	5,2	62
Weibchen	52	5	1,5	16	9,1	45,5
Weibchen	12	1			37,5	37,5
Weibchen	37	6	2	61	30,9	185,5
Weibchen	29	5	5	48	19	95

Tab. 5: Entfernungen zwischen den detektierten Aufenthaltsorten telemetrierter Kammolche.

Distances between detected locations of radio-tracked crested newts.

Wie aus der Abb. 8 zu ersehen ist, war der Anteil der Kammolche, die vom Gutspark- bzw. Straßenzaun aus den Hölle-Pfuhl bzw. den Oval-Weiher aufsuchten, gering. Die meisten Kammolche hatten ihre Winterquartiere in den Gewässerrandstreifen. Sie legten während ihrer Anwanderung somit nur wenige Meter (max. 100 m) zurück. Nur am Thier-Pfuhl war der Anteil der Tiere, die im nahegelegenen Gutspark überwinterten, höher. Diese Kammolche legten ca. 100 bis 350 m zurück. Im Frühjahr erfolgte die Anwanderung vom Gutspark zum Thier-Pfuhl meist innerhalb von ein bis vier Tagen. Bei der Rückwanderung lagen 15 bis 21 Tagen zwischen Fang am Thier-Pfuhl und Wiederfang am Gutspark.

Einige Kammolche legten in kurzer Zeit deutlich größere Strecken zurück (Tab. 4). Besonders bemerkenswert ist die Leistung eines Männchens, welches den ca. 1.100 m langen Weg zwischen Gutspark und Lindwerder, über intensiv genutzte Agrarflächen, sowohl im Frühjahr als auch im Herbst bewältigte. Bei der Anwanderung benötigte dieses Tier maximal zwölf Tage. Im Herbst wurde es 18 Tage nach dem Verlassen des Lindwerders wieder am Gutspark gefangen. Ein Jungtier legte 1995 1.100 m zwischen Lindwerder und Thier-Pfuhl in nur drei Tagen zurück (durchschnittlich ca. 333 m pro Tag). Im Frühjahr 1998 wurde ein Männchen 34 Tage nach dem Verlassen des Thier-Pfuhls am Lindwerder wieder gefangen. Ein weiteres Männchen durchwanderte 1999 die 650 m lange Strecke zwischen

Gutspark und Hölle-Pfuhl sowohl im Frühjahr als auch im Herbst. Einmalig überwandene drei weitere Männchen und ein Jungtier diese Distanz. Zehn weitere Adulti legten auf ihren Wanderungen Distanzen von 350 bis 600 m (durchschnittlichen zwischen 7,3 und 175 m pro Tag) zurück. Hierbei ist aber darauf hinzuweisen, daß über den genauen Verlauf der Wanderungen keine Erkenntnisse vorliegen. Es ist weder bekannt, ob und in welchem Umfang die Tiere Wanderpausen einlegten, noch ob sie sich auf direktem Weg zwischen den beiden Fangpunkten bewegten oder Richtungswechsel vornahmen.

Die Wanderungen der im Sommer und Herbst 1999 bzw. 2000 telemetrierten Kammolche variierten sehr stark (Tab. 5). Bei den nur einmal täglich telemetrierten Tieren betrug die Entfernung zwischen aufeinanderfolgenden Aufenthaltsorten 0,5 bis 142 m. Aber in rund der Hälfte (51,2 %) der Fälle lagen nur 1 bis 5 m zwischen den täglichen Peilpunkten. Entfernungen von 50 m und mehr wurden nur in vier Fällen (3,2 %) beobachtet. Auffallend war, dass die Kammolche immer nur ein bis maximal vier Tage hintereinander wanderten und dann längere Pausen einlegten. Einige Tiere vollführten auch z.T. mehrere Richtungsänderungen und kehrten mehrfach an den gleichen Punkt zurück. Dadurch unterschieden sich die Aktionsräume der einzelnen Tiere beträchtlich. Über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg wurden mindestens 5 bis 338 m zurückgelegt (Summe der Entfernungen zwischen den täglich ermittelten Aufenthaltsorten). Die durchschnittliche, minimale Laufstrecke pro Tag betrug 1,7 bis 37,5 m. Kammolche, die tageweise im halbstündigen Rhythmus angepeilt wurden, zeigten während einer Wanderphase nur geringe Richtungsänderungen.

Diskussion

Phänologie der Migration

In mehreren Langzeituntersuchungen wurden ähnlich große Variationen im Wanderungsgeschehen von Kammolchpopulationen festgestellt (BLAB & BLAB 1981, MÜNCH 1991, BAUCH in GROSSE & GÜNTHER 1996, KUPFER 1996, JEHLE et al. 1997). Dabei ist bemerkenswert, daß sich trotz der regional sehr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen die wesentlichen Eckpunkte des Wanderungsgeschehens kaum unterscheiden.

Erste Wanderaktivitäten wurden in der Regel zwischen Mitte Februar und Anfang März beobachtet. KUPFER (1996) fing den ersten Kammolch im Jahr 1993 bereits am 11. Januar, somit mehr als einen Monat vor dem ersten Kammolchfang am 15.02.1995 in der vorliegenden Studie. Nach langen Wintern verzögerte sich der Beginn der Einwanderung in verschiedenen Untersuchungsgebieten bis Ende März. Eine beginnende Einwanderung erst im April, wie nach dem langen Winter 1995/96, wurde nur von BAUCH (GROSSE & GÜNTHER 1996) dokumentiert.

Auch die von verschiedenen Forschergruppen ermittelten Medianwerte der Einwanderungen schwanken zwischen den Untersuchungsjahren sehr, liegen aber insgesamt in ähnlichen Zeiträumen: BLAB & BLAB (1981): 18.03. bis 14.04. (1976-1979), KUPFER (1996): 20.03. bis 06.06. (1989-1995), JEHLE et al. (1997): 14.03. bis 06.04. (1986-1995).

Übereinstimmend mit den Untersuchungsergebnissen anderer Autoren gestaltet sich die Einwanderung von Männchen und Weibchen sehr unterschiedlich. Mehrheitlich lag der

Median der Anwanderung der Männchen vor dem der Weibchen. Es wanderten aber auch Weibchen früher an bzw. die Mediane stimmten überein (BLAB & BLAB 1981, MÜLLNER 1991, JAHN 1995, KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997).

Über das Wanderungsverhalten von subadulten Kammolchen liegen nur wenige Daten vor (BLAB & BLAB 1981, MÜLLNER 1991, KUPFER 1996). Subadulte Kammolche können einen wesentlichen Teil der Anwanderer ausmachen. Ihre Anwanderung beginnt schon früh im Jahr, etwa zeitgleich mit der der Adulti. Der Höhepunkt wird aber später erreicht. Da sich die Subadulti nicht am Fortpflanzungsgeschehen beteiligen, unterliegen sie im Frühjahr keinem „Laichdruck“, was der wesentliche Grund für das spätere Aufsuchen der Gewässer sein dürfte.

Bei der Abwanderung der Adulti decken sich die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen ebenfalls mehrheitlich. Erste Tiere verließen von Ende Juli bis Anfang August die Gewässer (BLAB & BLAB 1981, KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997). In einigen Jahren konnten schon Anfang Juni bzw. erst Ende September erste Abwanderer gefangen werden (KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997). Die Mediane der Abwanderung lagen zwischen Ende Juli und Mitte September. JEHLÉ et al. (1997) haben beobachtet, daß sich der Median der Abwanderung beim Donaukammolch (*Triturus dobrogicus*) auf der Wiener Donauinsel innerhalb von zehn Jahren von Mitte August nach Mitte Oktober verschob. Eine Ausnahme stellt die Untersuchung von JAHN (1995) dar. In ihrem Untersuchungsgebiet begann die Abwanderung schon am 15.04. und hatte ihren Median bereits Mitte Mai erreicht. In der Regel ist die Abwanderung erst Ende Oktober bis Anfang November abgeschlossen. Vereinzelt werden Kammolche noch Ende November bis Anfang Januar angetroffen (KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997).

Erste Jungtiere von *Triturus cristatus* werden in Deutschland vereinzelt ab Mitte Juli gefangen. Mehrheitlich beginnt die Abwanderung ab Anfang August (BLAB 1986, MÜLLNER 1991, JAHN 1995, KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997). Medianwerte liegen zwischen Mitte August und Mitte September. Diese Angaben decken sich somit mit den Werten der vorliegenden Studie. Davon abweichend fing KUPFER (1996) juvenile Kammolche 1995 verstärkt erst im Oktober. Auch JEHLÉ et al. (1997) dokumentierten einen Abwanderungsmedian für Juvenes erst im Oktober.

Nahezu alle Autoren weisen auf den Zusammenhang zwischen Wanderungsverlauf und den klimatischen Faktoren Temperatur und Niederschlag hin. Übereinstimmen wurde festgestellt, daß bei der Temperatur vor allem ausreichende Nachttemperaturen entscheidend sind, da Kammolche im wesentlichen nacht- bzw. dämmerungsaktiv sind und verstärkt in den Abendstunden wandern (HIMSTEDT 1971). Erste Wanderaktivitäten konnten bei Nachttemperaturen von 3 °C bis 5 °C beobachtet werden (BLAB 1986, SCHLÜPMANN 1987, JAHN 1995, GROSSE & GÜNTHER 1996, KUPFER 1996, JEHLÉ et al. 1997). Bei einer weiteren Erhöhung der Temperatur um nur wenige Grad kam es zu einer deutlichen Verstärkung der Wanderungsaktivitäten (ESKEN & PEUKER 1984, SCHLÜPMANN 1987, JAHN 1995).

Der positive Einfluß von Niederschlägen auf das Wandergeschehen im Frühjahr wurde verschiedentlich beobachtet. Allerdings wird teilweise auf eine statistisch geringe Korrelation hingewiesen (JEHLÉ et al. 1997). Deutlicher beeinflussen Niederschläge die Wanderaktivität im Sommer. Vor allem Jungtiere zeigten bezüglich ihres Wanderverhaltens eine

größere Abhängigkeit von feuchter Witterung (MÜLLNER 1991, JAHN 1995, KUPFER 1997, JEHLE et al. 1997).

Wanderleistungen

Konkrete Angaben über zurückgelegte Entfernungen oder Aktionsradien von Kammolchen unter natürlichen Bedingungen wurden bisher nur selten gemacht. GROSSE & GÜNTHER (1996) nennen wenige bis einige hundert Meter und 10 bis 50 m pro Tag als typische Wanderleistungen für Kammolche.

In der vorliegenden Studie wanderten die Mehrzahl der Kammolche nur relativ kurze Strecken (bis zu 100 m) zwischen Winterquartier und Laichgewässer. Ähnlich verhielt es sich bei den Untersuchungen von MÜLLNER (1991), MIAUD et al. (1993), WENZEL et al. (1995) und JEHLE (2000).

In Frankreich legten telemetrierte Kamm- und Marmormolche (*Triturus marmoratus*) bei der Abwanderung von den Laichgewässern mehrheitlich nicht mehr als 6,8 m pro Tag zurück. Ein Marmormolch wanderte aber auch 145,7 m innerhalb von 22 Tage, wobei er 136,7 m in einer Nacht zurücklegte (JEHLE & ARNTZEN 2000). Die weiteste, in der vorliegenden Telemetrieuntersuchung in einer Nacht zurückgelegte Strecke betrug 142 m. Meist bewegten sich die Kammolche in den Landhabitaten im Sommer und Herbst jedoch nur ein bis zehn Meter pro Tag. Mittels der Fang-Wiederfang-Methode konnte aber auch belegt werden, daß es Kammolchen möglich ist mindestens 333 m pro Tag zu überwinden.

Bei den hier vorgenommenen Untersuchungen konnten Entfernungen von bis zu 1.100 m zwischen zwei Fangpunkten für Adulti und Juvenes nachwiesen werden. SCHABETSBERGER & JEHLE (2000) wiesen mittels Telemetrie für den Alpenkammolch (*Triturus carnifex*) nach, daß sie sich bis maximal 270 m (bei ca. 30 m Höhenunterschied) von den Laichgewässern entfernten, wobei diese Strecke „binnen weniger Tage“ zurückgelegt wurde. ARNTZEN & TEUNIS (1993) dokumentierten die Besiedlung eines Steinbruchs durch *Triturus cristatus* aus Gewässern, die sich in 120 bis 360 m Entfernung befanden. In der Untersuchung von LENDERS (1992) erreichten Kammolche innerhalb eines Jahres 300 m von einander entfernte Gewässer. Bei JAHN (1995) wanderten Kammolche ca. 360 m von den Winterquartieren zum Laichgewässer. In England besiedelten Kammolche neu angelegte Gewässer in maximal 400 m Entfernung zu den Ursprungsgewässern (BAKER & HALLIDAY 1999). Nach Verfrachtung kehrten Kammolche aus 340 bis 800 m Entfernung wieder zurück (BLAB 1986). KUPFER (1998) konnte in einer Agrarlandschaft für neun adulte Kammolche Entfernungen von 240 bis 1.290 m zwischen einzelnen Fangpunkten nachweisen. Ein Weibchen legte eine Strecke von 950 m zwischen einem Wald und einem Gewässer zweimal innerhalb von 54 Tagen zurück. Juvenile Kammolche wurden im gleichen Gebiet bis 860 m vom Geburtsgewässer entfernt gefangen (KUPFER & KNEITZ 2000).

Räumliche Verteilung der Wanderungen

Die Wanderungen der Kammolche im Untersuchungsgebiet waren ungleichmäßig verteilt. An allen Gewässern gab es Zaunabschnitte, die stärker frequentiert wurden als andere. Darüber hinaus zeichneten sich Wanderkorridore zwischen Winterquartieren und Laichgewässern ab.

Aus dem Agrarraum des Drachenfelder Ländchen bei Bonn liegen ähnliche Beobachtungen vor (KUPFER 1996). Innerhalb von sieben Untersuchungsjahren bevorzugten wandernde Kammolche zu über 70 % einen bestimmten Uferabschnitt an abgeschrankten Gewässern. Auch JAHN (1995) stellte an dem von ihr untersuchten Gewässer eine deutliche Bevorzugung bestimmter Uferabschnitte fest und konnte den Zusammenhang mit der Lage der bevorzugten Winterquartiere belegen.

Danksagung

MATTHIAS STOEFFER erhielt von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) ein Stipendium, wofür er sich bedankt. Die Telemetrieuntersuchungen wurden durch zusätzliche finanzielle Zuwendungen seitens der DBU und durch Prof. Wallschläger (Universität Potsdam) ermöglicht.

Entscheidenden Anteil am Gelingen der vorliegenden Untersuchungen haben: UWE ALTMANN, HEIDRUN BECKMANN, KERSTIN GREULICH, NORBERT JENDRETZKE, VOLKER KEUCHEL, CHRISTINA LAUTENSCHLÄGER, HEIKE LEITZKE, HANS LOBERENZ, MANUELA MOLKS, DR. FRANK MUTSCHMANN, ALEXANDER SPIß, IMMO TETZLAFF, GÜNTHER VOGLER und MANFRED WOLF. Ihnen sei dafür ganz herzlich gedankt. Daneben haben eine Vielzahl von Zivildienstleistenden, MitarbeiterInnen des freiwilligen ökologischen Jahres, ehrenamtlichen HelferInnen und PraktikantInnen großen Einsatz und viel Engagement bei den aufwendigen und oft schwierigen Feldarbeiten gezeigt, wofür auch ihnen herzlicher Dank gebührt.

Literatur

- ARNTZEN, J. W. & S. F. M. TEUNIS (1993): A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonization of a newly created pond.– Herpetol. J. **3**: 99-110.
- BAKER, J. M. R. & T. R. HALLIDAY (1999): Amphibian colonisation of new ponds in an agricultural landscape.– Herpetological J. **9**: 55-63.
- BERGER, G., T. SCHÖNBRODT, C. LANGER & H. KRETSCHMER (1999): Die Agrarlandschaft der Lebusplatte als Lebensraum für Amphibien.– In: KRONE, A., R. BAIER & N. SCHNEEWEIß (Hrsg.): Amphibien in der Agrarlandschaft.– RANA, Sonderheft 3: 81-99.
- BLAB, J. (1986): Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien.– 3. Aufl., Kilda-Verlag, Greven.
- BLAB, J. & L. BLAB (1981): Quantitative Analyse zur Phänologie, Erfassbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn (Amphibia: Caudata: Salamandridae).– Salamandra **17**: 147-172.
- CLAßEN, A., Y. LICZNER & R. OPPERMANN (1997): Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für Sicherung und Wiederaufbau von Amphibienpopulationen im Feuchtgrünland.– Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen.
- DÜRR, S., G. BERGER & H. KRETSCHMER (1999): Effekte acker- und pflanzenbaulicher Bewirtschaftung auf Amphibien und Empfehlungen für die Bewirtschaftung in Amphibien-Reproduktionszentren.– In: KRONE, A., R. BAIER, R. & N. SCHNEEWEIß (Hrsg.): Amphibien in der Agrarlandschaft.– RANA, Sonderheft 3: 101-116.
- ESKEN, F. & H. PEUCKER (1984): Untersuchungen des Wanderverhaltens verschiedener Frosch- und Schwanzlurche (Maßnahmen gegen den Straßentod bei Amphibien).– Beitr. Naturkd. Niedersachsens **37**: 247-256.

- FELDMANN, R. (1981): Kammolch (*Triturus c. cristatus*).– In: FELDMANN, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Westfalens.– Abh. Landesmus. Naturkd. Münster **43**(4): 54-57.
- GLANDT, D. (1986): Die saisonalen Wanderungen der mitteleuropäischen Amphibien.– Bonn. zool. Beitr. **37**: 211-228.
- GREULICH, K. & N. SCHNEEWEIß (1996): Hydrochemische Untersuchungen an sanierten Kleingewässern einer Agrarlandschaft (Barnim, Brandenburg) unter besonderer Berücksichtigung der Amphibienfauna.– In: Naturschutz und Landschaftspflege, Sonderheft Sölle: 22-30.
- GREULICH, K. & N. SCHNEEWEIß (1998): Hydrochemical investigations on ponds of an agricultural landscape with emphasis on amphibians.– BOOTHLY, J. (Hrsg.): Ponds and Pond Landscapes of Europe.– Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project: 97-102.
- GROSSE, W.-R. & R. GÜNTHER (1996): Kammolch - *Triturus cristatus*.– GÜNTHER, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands.– Gustav Fischer Verlag Jena: 120-141.
- HIMSTEDT, W. (1971): Die Tagesperiodik von Salamandriden.– *Oecologia* **8**: 194-208.
- JAHN, P. (1995): Untersuchungen zur Populationsökologie von *Triturus cristatus* und *T. vulgaris* am Friedeholzer Schlatt.– Dipl.arb. Univ. Bremen, unveröff.
- JEHLE, R. (2000): The terrestrial summer habitat of radio-tracked great crested newts (*Triturus cristatus*) and marbled newts (*T. marmoratus*).– *Herpetological J.* **10**: 137-142.
- JEHLE, R. & J. W. ARNTZEN (2000): Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements.– *J. Zool.* **251**: 297-306.
- JEHLE, R., A. PAULI-THONKE, J. TAMNIG & W. HÖDL (1997): Phänologie und Wanderaktivitäten des Donaukammolches (*Triturus dobrogicus*) an einem Gewässer auf der Wiener Donauinsel.– *Stapfia* **51**: 199-132.
- KNEITZ, S. (1998): Untersuchungen zur Populationsdynamik und zum Ausbreitungsverhalten von Amphibien in der Agrarlandschaft.– Laurenti-Verl., Bochum.
- KÜHNEL, K.-D. & R. BAIER (1995): Eine Lichtfalle für den Nachweis von Amphibien.– *Z. Feldherpetol.* **2**: 225-226.
- KUPFER, A. (1996): Untersuchungen zur Populationsökologie, Phänologie und Ausbreitung des Kammolches *Triturus cristatus* in einem Agrarraum des Drachenfelder Ländchen bei Bonn.– Dipl.arb. Univ. Bonn, unveröff.
- KUPFER, A. (1997): Phänologie und Metamorphosegrößen juveniler Kammolche, *Triturus cristatus*: ein Vergleich von zwei benachbarten Populationen.– *Zeitschrift für Feldherpetologie* **4**: 141-155.
- KUPFER, A. (1998): Wanderstrecken einzelner Kammolche (*Triturus cristatus*) in einem Agrarlebensraum.– *Zeitschrift für Feldherpetologie* **5**: 238-242.
- KUPFER, A. & S. KNEITZ (2000): Population ecology of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape: dynamics, pond fidelity and dispersal.– *Herpetological Journal* **10**: 165-171.
- LENDERS, A. J. W. (1992): Evaluatie van een poelenproject bij Vlodrop-station.– *Natuurhistorisch Maandblad* **81**: 51-60.
- LICZNER, Y. (1999): Auswirkungen unterschiedlicher Mäh- und Heubearbeitungsmethoden auf die Amphibienfauna in der Narewniederung (Nordostpolen).– In: KRONE, A., R. BAIER & N. SCHNEEWEIß (Hrsg.): Amphibien in der Agrarlandschaft.– RANA, Sonderheft 3: 67-79.
- MIAUD, C., P. JOLY & J. CASTANET (1993): Variation in age structures in a subdivided population of *Triturus cristatus*.– *Can. J. Zool.* Vol. 71: 1874-1879.
- MÜLLNER, A. (1991): Zur Biologie von *Triturus cristatus* und *Triturus vulgaris* unter besonderer Berücksichtigung des Wanderverhaltens.– Dipl.arb. Univ. Hamburg, unveröff.

- MÜNCH, D. (1991): Amphibienschutz an den Straßen des Naturschutzgebietes Hallerey.– Beitr. Erforsch. Dortmunder Herpetofauna Bd. 15, Dortmund.
- OPPERMANN, R. & A. CLAßEN (1998): Naturverträgliche Mähtechnik.– Grüne Reihe, NABU Baden-Württemberg.
- SCHABETSBERGER, R. & R. JEHL (2000): Landlebensräume alpiner Amphibien: Wanderungen und Sommerhabitate der Molche (Gattung *Triturus*) des Ameisensees (1.282 m).– Studie im Auftrag der Salzburger Landesregierung, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und der Stiftungs- und Förderungsgesellschaft der Paris-Lodron Universität Salzburg, unveröff.
- SCHÄFER, H.-J. (1993): Ausbreitung und Entwicklung von Amphibien-Populationen in der Agrarlandschaft.– Diss. Univ. Bonn.
- SCHLÜPMANN, M. (1987): Beobachtungen zur Migration von *Triturus a. alpestris*, *Triturus v. vulgaris* und *Triturus h. helveticus*.– Jb. Feldherpetol. I: 69-84.
- SCHNEEWEIß, N. (1996): Habitatfunktion von Kleingewässern in der Agrarlandschaft am Beispiel der Amphibien.– In: Naturschutz und Landschaftspflege, Sonderheft Sölle: 13-17.
- SCHNEEWEIß, N. & H. BECKMANN (1998): The ponds of the young-moraine-landscape: habitats and centres of distribution of amphibians in Brandenburg (NE-Germany).– In: BOOTHLY, J. (Hrsg.): Ponds and Pond Landscapes of Europe.– Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project: 197-201.
- SCHNEEWEIß, U. & N. SCHNEEWEIß (1997): Amphibienverluste infolge mineralischer Düngung auf Agrarflächen.– *Salamandra* 33(1): 1-8.
- SCHNEEWEIß, U. & N. SCHNEEWEIß (1999): Gefährdung von Amphibien durch mineralische Düngung.– In: KRONE, A., R. BAIER & N. SCHNEEWEIß (Hrsg.): Amphibien in der Agrarlandschaft.– RANA, Sonderheft 3: 59-66.
- SPIß, A. (2001): Die Habitatfunktion von Gewässerrandstreifen für Jungamphibien.– Dipl.arb. Univ. Potsdam, unveröff.
- STOEFER, M. (1997): Populationsbiologische Untersuchung an einer Kammolchpopulation (*Triturus cristatus*) im Barnim (Brandenburg).– Dipl.arb. Univ. Potsdam, unveröff.
- STOEFER, M. & N. SCHNEEWEIß (1999): Zeitliche und räumliche Aspekte beim Schutz von Amphibien in der Agrarlandschaft des Barnims.– In: KRONE, A., R. BAIER & N. SCHNEEWEIß, (Hrsg.): Amphibien in der Agrarlandschaft.– RANA, Sonderheft 3: 81-99.
- STOEFER, M. & N. SCHNEEWEIß (2001): Populationsdynamik von Kammolchen (*Triturus cristatus*) in einer Agrarlandschaft Nordostdeutschlands.– In: KRONE, A. (Hrsg.): Der Kammolch (*Triturus cristatus*) – Verbreitung, Biologie, Ökologie und Schutz.– RANA, Sonderheft 4: 225-238.
- WENZEL, S., W. JAGLA & K. HENLE (1995): Abundanzdynamik und Laichplatztreue von *Triturus cristatus* und *Triturus vulgaris* in zwei Gewässern einer Auskiesung bei St. Augustin (Nordrhein-Westfalen).– *Salamandra* 31(4): 209-230.

Anschriften der Verfasser

Matthias Stoefer, Heinestr. 94, D-16341 Zepernick, e-mail: mucstoefer@t-online.de.

Norbert Schneeweiß, Landesumweltamt Brandenburg, Naturschutzstation Rhinluch, Nauener Str. 68, D-16833 Linum, e-mail: norbert.schneeweiss@lua.brandenburg.de.