

# Quantitative Analysen zur Phänologie, Erfafbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn

(Amphibia: Caudata: Salamandridae)

JOSEF BLAB & LUISE BLAB

Mit 2 Abbildungen

## 1. Einleitung

Quantitatives beziehungsweise mit Einschränkungen als halbwegs quantitativ zu bezeichnendes Datenmaterial liegt für einheimische Lurche nur in sehr bescheidenem Umfang vor. Eine gewisse Ausnahme bilden dabei vor allem die vier Molcharten, für die wenigstens in einigen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland Populationsgrößen ermittelt und interpretiert wurden. Doch selbst bei diesen Arten existiert beispielsweise zu Fragen der Phänologie der An- und Abwanderung vom Laichplatz oder der Erfafbarkeit noch keine einzige, mit quantitativen Angaben belegte Abhandlung. Ebenso wurden Fragen etwa der Relativen Abundanzen, der Geschlechterverhältnisse und Bestandsdynamik der Populationen im Verlaufe mehrerer Jahre bisher lediglich sehr vereinzelt bearbeitet, so daß für die Herleitung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten Vergleichsergebnisse aus anderen Naturräumen dringend erwünscht sind.

Bei einigen Molchpopulationen des Kottenforstes sind nunmehr für die Jahre 1976 bis 1979 vergleichsweise exakte Zahlenangaben verfügbar, die mit Hilfe teilweise sehr aufwendiger Methoden von BLAB in den Jahren 1976 bis 1978 und LÜTTRINGHAUS im Jahre 1979 gewonnen wurden und hier im Hinblick auf die oben genannten Fragestellungen analysiert werden sollen.

Die Arbeiten wurden mit finanzieller Unterstützung der Zoologischen Gesellschaft von 1858, Frankfurt am Main, durchgeführt. Für die engagierte Mithilfe im Freiland danken die Autoren Herrn K.-P. ZSIVANOVITS, Bonn.

## 2. Untersuchungsgebiet

### 2.1 Allgemeines

Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei BUTZKE & al. (1975), daneben auch bei BLAB (1978). Kurz gefaßt gilt: Lage — südwestlich von Bonn (Meßtischblatt 5308 Bonn-Bad Godesberg) auf einem etwa NN + 170 m hohen

Plateau; Böden — vorwiegend Pseudogleye, zur Staunässebildung neigend; Vegetation — naturnaher, nur lokal anthropogen abgewandelter Stieleichen-Hainbuchenwald; Klima — mittlere jährliche Lufttemperatur 9,5°C, Temperaturmittel Mai bis September 15,8°C; Winter relativ mild (Januarmittel 1 bis 2°C) und schneearm, nicht selten Spätfröste; Jahresmittel der Niederschläge 660 mm, Hauptniederschlagszeit Juli und August.

## 2.2 Untersuchungsgewässer

Ausschließlich durch Regen gespeist. Obwohl keinesfalls vulkanischen Ursprungs, sondern vermutlich auf natürliche Bodenabsenkungen zurückzuführen, heißen die Gewässer im Volksmund Maare („die Maar“).

**Maar A** (innerhalb einer Schonung 8- bis 10jähriger Bestände aus Bergahorn und Winterlinde). Umfang ca. 110 m; maximaler Durchmesser ca. 35 m; Wassertiefen ca. 1,5 m  $\pm$  0,5 m (in Abhängigkeit von den Niederschlags- und Temperaturverhältnissen); größtenteils sonnenexponiert, lediglich im Südwestteil durch Hochwald beschattet; Wasservegetation nur teilweise in den flacheren Bezirken als schmaler Gürtel vorhanden (Gesamtdeckung 20 bis 30%); inmitten des Gewässers liegt eine kleine, künstlich aufgeschüttete Insel.

**Maar B** (innerhalb von rund 100jährigem Stieleichen-Hainbuchen-Hochwald). Umfang ca. 130 m; maximaler Durchmesser ca. 40 m; Wassertiefen ca. 1 m  $\pm$  0,5 m; teilweise beschattet; breite Wasserpflanzengürtel, vor allem Wasserschwaden, Gesamtdeckung 60 bis 80%; inmitten des Gewässers liegen zwei kleine Inseln.

**Maar C** (innerhalb eines rund 20jährigen Bestandes aus Buchen und Linden). Umfang ca. 16 m; maximaler Durchmesser ca. 5 m; Wassertiefe 0,5 m  $\pm$  0,5 m (vollständiges Austrocknen lediglich in Ausnahmesommern wie zum Beispiel 1976); stark beschattet; Wasservegetation lückig, vor allem Wasserschlauch, einzelne „Nester“ von Laichkraut und Wasserschwaden (Bodenbedeckung 10 bis 20%).

**Maare D und E** (auf jungen Rodungsinseln in Nachbarschaft zu Hochwald). Umfang jeweils ca. 16 m; maximaler Durchmesser jeweils ca. 5 m; Wassertiefe 0,5 m  $\pm$  0,5 m (vollständiges Austrocknen lediglich in Ausnahmesommern wie zum Beispiel 1976); sonnenexponiert; stark verkrautet, vor allem Wasserschwaden; Bodenbedeckung jeweils rund 80%. Boden von Maar E ist zudem mit untergetauchten Ästen übersät.

**Sonstige Wasserstellen.** Zu Vergleichszwecken wurden noch andere Gewässer untersucht. Hierbei handelte es sich durchweg um sehr kleine, sonnenexponierte, nicht oder nur stellenweise (0 bis 40% Bodenbedeckung) verkrautete Gewässer wie Bombentrichter, wassergefüllte Wagenspuren auf unbefestigten Wegen, wasserführende Abschnitte der Vorfluter.

## 3. Methoden

Die alljährliche saisonale Konzentration der laichwilligen Tiere einer Population am Brutplatz bietet eine hervorragende Gelegenheit, die Individuen zu erfassen. Die Daten für die Ein- und Auswanderung der Lurche und ihre zeit-

liche Periodik wurden an den großflächigen Maaren A und B mittels stationärer Fangvorrichtungen, die die Gewässer eng und vollständig umschließen, gewonnen. Den wandernden Molchen wurde mit Hilfe 10 cm tief im Boden verankerter und ca. 40 cm hoher, durch Holzpfosten und Spannschnüre an der Oberkante gespannter Plastikzäune die ungehinderte Zu- beziehungsweise Abwanderung vom Gewässer verwehrt. Beidseits dieser Abschränkungen wurden im Abstand von jeweils rund 8 m zur Hälfte mit Wasser gefüllte 10-l-Plastikeimer so vergraben, daß ihre Oberkante ebenerdig zu liegen kam. Um die Ränder der Eimeröffnungen wurde eine rund 5 bis 6 cm breite Plastikmanschette aufgezogen; damit war gewährleistet, daß gefangene Molche nicht herausklettern konnten.

Da die Lurche Hindernisse in der Regel zu umwandern versuchen, ziehen sie die Bahnen entlang und geraten dabei in die Fallen. Die Fallen wurden für die Zeit von Anfang Februar 1976 bis Mitte Juni 1978 sowie von Ende Februar 1979 bis Juni 1979 fängig gehalten und gewartet. Leerungen erfolgten im Frühjahr nach Möglichkeit täglich, später im Jahr sowie bei kalter Witterung im Frühjahr zumeist im Zweitageturnus. Die gefangenen Molche wurden ambulantly mittels Phalangen-Amputation markiert und jeweils sofort auf der gegenüberliegenden Seite der Bahnen freigelassen.

Die Daten aus den sonstigen Wasserstellen wurden mittels Keschern jeweils an sonnigen Tagen in der Zeit zwischen 10 und 18 Uhr gewonnen. Als Fanggerät diente hier ein langstieliger (2,5 m) Kescher mit festem Leinensack. Bei den drei praktisch kreisrunden Maaren C bis E mit jeweils rund 5 m Durchmesser wurde nach dem Blindfangverfahren der Kescher bei jedem Zug auf den Boden der Gewässermitte eingetaucht und von dort jeweils bis zum Gewässerrand durchgezogen. Um die Fangintensität an verschiedenen Tagen und Gewässern annähernd vergleichbar zu halten, wurde jedes der drei Maare je Fangtag zweimal umkreist und dabei jeder einzelne Punkt des Gewässers pro Umgehung unmittelbar nacheinander zweimal gleichmäßig abgekeschert, also jeder Punkt zumindest vom Prinzip her viermal je Fangtag. Die erbeuteten Molche wurden bis zum Abschluß der Fangaktion in wassergefüllten Plastikgefäßen aufbewahrt, kollektiv aber fangtagspezifisch mittels Phalangen-Amputation markiert und nach Abschluß der Fangaktion wieder möglichst zentral in die Gewässer zurückversetzt. Damit sollte gewährleistet werden, daß sich die markierten Tiere möglichst rasch gleichmäßig mit den nicht erfaßten Tieren vermischen.

#### 4. Zeitliche Einbindung der An- und Abwanderung vom Laichplatz

##### 4.1 Allgemeines

Die saisonale Wanderdynamik erwachsener Molche läßt sich grob gliedern in die Abschnitte Frühjahrswanderung zum Laichplatz, mehrmonatiger Gewässeraufenthalt einschließlich Fortpflanzung, Rückwanderung in die Sommerquartiere, weitgehend stationäres Landleben im Sommerquartier, Herbstwanderung (zumindest bei Teilen der Kamm- und Teichmolchpopulationen sowie bei Einzelexemplaren des Bergmolches) und Winterstarre beziehungsweise Einwintern im Gewässer bei einzelnen Kammolchmännchen und Teichmolchen (vgl. dazu BLAB 1978).

Einen Überblick über die wesentlichsten Kenndaten der Molchwanderung gibt Tab. 1 für die Populationen von Maar A. Die mit gleicher Methode ermittelten Daten von Maar B fallen praktisch identisch aus, zumindest was die aus quantitativer Sicht besonders wichtigen Medianwerte betrifft, beziehungsweise gelegentlich um ein bis zwei Tage später, was wohl auf die erheblich stärkere Beschattung des Gewässers und seiner engeren Umgebung zurückzuführen ist. (Ausnahmen beim Kammolch; doch läßt bei dieser Art die sehr geringe Individuenzahl an Maar B, vgl. Tab. 7, ohnehin keine vergleichende statistische Betrachtung zu.)

Folgende Daten kennzeichnen die Wanderung:

- Kalendertag des Beginns und Endes der Frühjahrswanderung (in Tab. 1 aufgeschlüsselt für die Jahre 1976 bis 1979);
- Kalendertag des Beginns und Endes der Abwanderung vom Laichplatz (in Tab. 1 aufgeschlüsselt für die Jahre 1976 und 1977);
- Kalendertag des Beginns und Endes der Herbstwanderung (in Tab. 1 aufgeschlüsselt für die Jahre 1976 und 1977);
- Medianwerte für die einzelnen Wanderphasen.

Unter Medianwert wird dabei der Kalendertag verstanden, an dem — aufgeschlüsselt nach Art und Geschlecht — in der entsprechenden Wanderphase eines Jahres jeweils die Hälfte aller in diesem Migrationsabschnitt gefangenen Individuen in die Fallen einwanderte. Diese Mittelwertbildung erscheint unverzichtbar und gleichzeitig die objektivste Zahl, um das Wanderverhalten verschiedener Populationen vergleichen zu können. Zudem ist dadurch gewährleistet, daß die einzelnen Vorreiter und vor allem die Nachzügler jedes Wanderabschnittes, die notwendigerweise dessen Beginn und Ende markieren, auf ihre tatsächliche, für das Gesamtgeschehen quantitativ zumeist ausgesprochen marginale Bedeutung reduziert werden.

Beispielsweise wanderten 1976 99,5% aller Teichmolchmännchen bis Ende März dem Laichplatz zu. Später folgten lediglich noch drei Exemplare, deren letztes am 31. Mai, also zwei Monate nach Abschluß der Hauptwanderung, am Gewässer ankam und damit das Ende der Anwanderungsphase markierte (weitere Beispiele siehe Tab. 1 in Verbindung mit Tab. 3).

Inwieweit den hier vorgelegten Werten Allgemeingültigkeit für Gebiete ähnlicher Höhenlage und Klimata oder zum Beispiel für Mitteleuropa zukommt, muß gegenwärtig mangels Vergleichsuntersuchungen an anderen Orten noch offen bleiben. Allerdings zeigen die Beobachtungen von VIERTEL (1976) für den Beginn der Frühjahrswanderung beim Teich- und Kammolch sowie die Erhebungen von GLANDT (1980b) für die Jahre 1977 bis 1979 bei Teich-, Berg- und Kammolch weitgehend identische Zeiteinbindung, wengleich dort die Fangzahlen nicht bilanziert wurden. Lediglich hinsichtlich des Abschlusses der Abwanderung vom Laichplatz und damit des Endes des Wasseraufenthaltes der Brutpopulationen wiesen einzelne der von GLANDT untersuchten Populationen ein etwas abweichendes Verhalten auf. Gerade dieses Phänomen sollte daher gezielt, besonders auch unter kritischer Würdigung der unterschiedlichen Erfassungsmethoden, untersucht werden, da die von GLANDT angeführten Gründe für vergleichsweise spätes Abwandern (großes Wasservolumen, große Wassertiefe, Wärme) auch für Maar A zutreffen.

Tab. 1. Zeitliche Einbindung der An- und Abwanderung von Molchbeständen am Laichplatz (Maar A).

Phenology of migrations of newts to and from breeding site (pond A).

Arten	Jahr	Frühjahrswanderung			Abwanderung vom Laichplatz			Herbstwanderung			
		Median	Beginn	Ende	Median	Beginn	Ende	Median	Beginn	Ende	
<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch	♂♂	1976	04.III.	20.II.	31.V.	23.VI.	19.VI.	04.VII.	02.XI.	20.X.	10.XI.
		1977	05.III.	16.II.	13.V.	20.VI.	15.VI.	06.VII.	20.X.	05.IX.	08.XI.
		1978	04.III.	25.II.	29.IV.						
		1979	16.III.	10.III.	12.V.						
	♀♀	1976	10.III.	21.II.	14.V.	22.VI.	20.VI.	14.VII.	20.X.	20.X.	03.XI.
		1977	10.III.	08.II.	30.V.	20.VI.	24.V.	29.VI.	21.X.	11.X.	04.XI.
		1978	12.III.	27.II.	15.V.						
		1979	26.III.	10.III.	12.V.						
<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch	♂♂	1976	02.III.	19.II.	28.V.	19.VI.	17.V.	20.VI.			
		1977	10.III.	08.II.	27.V.	15.VI.	18.V.	29.VI.			
		1978	03.III.	25.II.	29.IV.						
		1979	19.III.	10.III.	17.V.						
	♀♀	1976	13.III.	20.II.	16.V.	20.VI.	03.VI.	10.VII.			
		1977	11.III.	18.II.	22.V.	22.VI.	22.V.	06.VII.			
		1978	12.III.	27.II.	13.V.						
		1979	26.III.	10.III.	20.V.						
<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch	♂♂	1976	10.III.	22.II.	26.IV.	01.VI.	12.V.	18.VII.			
		1977	10.III.	19.II.	28.IV.	10.VI.	04.VI.	22.VII.	01.X. (1 Ex.)		
		1978	11.III.	27.II.	10.V.						
		1979	26.III.	10.III.	12.V.						
	♀♀	1976	14.III.	22.II.	16.V.	20.VI.	03.VI.	22.VII.			
		1977	19.III.	18.II.	27.V.	20.VI.	10.VI.	24.VIII.			
		1978	12.III.	01.III.	10.V.						
		1979	04.IV.	14.III.	12.V.						
<i>Triturus cristatus</i> Kammolch	♂♂	1976	14.III.	24.II.	04.V.	10.VIII.	15.VII.	10.X.	07.XI.	29.IX.	10.XII.
		1977	19.III.	19.II.	22.V.	18.VIII.	04.VIII.	18.X.	29.X.	06.X.	23.XII.
		1978	14.III.	27.II.	10.V.						
		1979	26.III.	12.III.	23.V.						
	♀♀	1976	18.III.	24.II.	05.V.	12.VIII.	30.VII.	08.X.			
		1977	18.III.	19.II.	28.IV.	10.VIII.	21.VII.	06.X.	26.X.	15.X.	04.XI.
		1978	29.III.	01.III.	10.V.						
		1979	14.IV.	21.III.	23.V.						
	juv.	1976	31.III.	25.II.	14.V.	10.VIII.	14.VII.	29.IX.			
		1977	27.III.	14.II.	18.VI.	15.VIII.	21.VII.	02.IX.	24.X.	10.IX.	24.X.
		1978	01.IV.	14.III.	29.V.						
		1979	25.IV.	21.IV.	20.V.						

## 4.2 Frühjahrswanderung

Die in Tab. 1 angeführten Kalendertage mit den jeweils ersten Fängen der Jahre 1976 bis 1979 zeigen, daß alle vier heimischen Molcharten jeweils in beiden Geschlechtern sehr zeitig im Frühjahr in die Gewässer einwandern. Wie ein Vergleich mit den Klimadaten der fraglichen Jahre für diese Region belegt (vgl. dazu BLAB 1978 und LÜTTRINGHAUS 1980), geschieht dies in der Regel unmittelbar beziehungsweise mit einer geringen zeitlichen Verzögerung von ein bis zwei Tagen, nachdem Witterungsbedingungen herrschen, die Wanderungen gestatten.

Die Frühjahrswanderung streut über mehrere Monate und kann bei wechselhaftem Wetter mehrfach unterbrochen und zeitlich gedehnt werden. Wie Tab. 2 verdeutlicht, traf aber bei allen Arten die Hälfte der Tiere im vierjährigen Mittel jeweils bereits im März am Laichplatz ein. Quantitativ gesehen kommen die Männchen trotz gleichzeitigem Wanderbeginn deutlich vor den Weibchen am Laichplatz an (vgl. die Medianwerte Tab. 2). Im dreijährigen Mittel (ohne den Sonderfall 1979, ein extrem spätwarmes Jahr), erreichten die Männchen einer

Tab. 2. Mehrjährige Mittelwerte für die verschiedenen Wanderphasen.  
Average values of migration phases calculated over several years.

	<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch		<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch		<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch		<i>Triturus cristatus</i> Kammolch		
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	juv.
Anwanderung									
1. Mittel der Jahre 1976 - 1979	12.III.	16.III.	11.III.	20.III.	16.III.	20.III.	20.III.	27.III.	09.IV.
2. Mittel der Jahre 1976 - 1978 (ohne extrem spätes Jahr 1979)	04.III.	11.III.	07.III.	12.III.	10.III.	17.III.	17.III.	24.III.	01.IV.
Abwanderung									
Mittel der Jahre 1976 und 1977	22.VI.	21.VI.	17.VI.	21.VI.	05.VI.	20.VI.	10.VIII.	11.VIII.	13.VIII.
Herbstwanderung									
Mittel der Jahre 1976 und 1977	26.X.	21.X.	—	—	(1.X.) 1 Ex.	—	03.XI.	26.X.	24.X.

Population den Brutplatz sieben Tage vor den Weibchen (Tab. 2). Aus Tab. 3 geht hervor, daß vor allem bei den besonders laichplatznah lebenden Fadenmolchmännchen, daneben aber auch bei den besonders herbstaktiven Teichmolchmännchen, die Anwanderdichte gerade in den ersten Tagen nach Wanderbeginn außerordentlich hoch ist. Die Männchen beider Arten kommen in Normaljahren und frühwarmen Jahren bereits bis Mitte März zu 80 bis 90 Prozent am Laichplatz an und erreichten diese Werte im spätwarmen Jahr 1979, als erstmals ab 9. März ausreichende Wanderbedingungen herrschten, bereits bis Ende März (vgl. Tab. 3). Quantitativ gesehen als nächste Gruppe wandern dann Bergmolchmännchen und Teichmolchweibchen sowie — mit geringer zeitlicher Verzögerung — Fadenmolch- und Bergmolchweibchen (vgl. Tab. 2 und 3). Allerdings sind bei allen drei kleinen Molcharten beide Geschlechter bis Mitte April zu meist mehr als 90 Prozent und bis Ende April zu praktisch 100 Prozent im Wasser. (Damit empfiehlt es sich, quantitative Bestandserfassungen mittels der Keschermethode vor allem in den ersten Maiwochen durchzuführen.)

Etwas anders sieht dagegen das Wandermuster des Kammolches aus, wofür das im Vergleich zu den drei kleinen Molcharten abweichende ökologische Verhalten den Ausschlag geben dürfte. Im Unterschied zu jenen und hierin schon mehr — wenn auch nicht so ausgeprägt — dem bekannten Verhalten des „Wasserfrosches“ ähnelnd, verbringen beim Kammolch einmal die geschlechtsreifen, zum anderen aber auch ein zumindest nicht unbedeutender Prozentsatz der noch nicht geschlechtsreifen Jungtiere den überwiegenden Teil der jährlichen Aktivitätszeit im Wasser. (Jungtiere sind dabei im Kottenforst im wesentlichen aber nur in Gewässern mit gut reproduzierenden Populationen anzutreffen, was dafür spricht, daß sie sich im Herbst zumeist nicht sehr weit vom Geburtsgewässer wegentfernen.) Durch Wiederfänge von Tieren, die bereits in selben Frühjahr an anderen, meist kleineren tümpelartigen Gewässern im Umkreis von Maar A markiert wurden, geht hervor, daß ein Teil der Kammolch-Population durchaus bereits im zeitigen Frühjahr in andere Gewässer eingewandert ist, von dort aber dann mit heranrückender Laichzeit dem eigentlichen Laichgewässer zuwandert. Bei juvenilen Kammolchen entfällt der Zwang zum frühzeitigen

Einwandern in die Gewässer (Laichdruck), entsprechend streut ihre Zuwanderung über eine erheblich längere Zeit und reicht auch quantitativ gesehen mehr in den Spätfrühling hinein als bei den Alttieren (vgl. Tab. 1 und 3).

#### 4.3 Vergleich des Wanderverhaltens in klimatisch sehr unterschiedlichen Jahren

Verglichen mit den langjährigen Mittelwerten für dieses Gebiet, handelte es sich bei der Frühjahrswitterung 1976 und 1978 um „Normaljahre“, 1977 um ein extrem frühwarmes Jahr und 1979 um ein ausgesprochen spätes Frühjahr nach einem verhältnismäßig harten und langen Winter. Diese Konstellation bietet die Möglichkeit zu analysieren, ob und wie durch die unterschiedlichen

Tab. 3. Summenprozent (gerundet) der an fünf Stichtagen der Jahre 1977 bis 1979 an Maar A angewanderten Molche. — Dabei sind: 1977 extrem frühwarmes, 1978 normales, 1979 spätwarmes Jahr.

Immigrations of newts on five spot check days (1977 to 1979) to pond A in round %.

Arten	Jahr	Gesamtzahl der Molche (= 100 %)	Stichtage					
			1.III.	15.III.	30.III.	14.IV.	30.IV.	
<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch	♂♂	1977	217	42	83	95	96	100
		1978	633	28	83	95	99	100
		1979	537	0	56	89	96	99
	♀♀	1977	215	27	65	86	87	98
		1978	690	10	57	82	97	99
		1979	525	0	19	64	87	98
<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch	♂♂	1977	161	64	88	93	95	99
		1978	233	36	87	96	98	100
		1979	195	0	58	91	95	97
	♀♀	1977	171	22	55	83	86	97
		1978	302	18	68	88	97	100
		1979	272	0	28	72	90	97
<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch	♂♂	1977	60	35	62	94	96	98
		1978	204	11	70	85	94	98
		1979	182	0	21	76	89	94
	♀♀	1977	65	15	42	83	85	93
		1978	105	1	55	75	97	99
		1979	176	0	13	54	88	95
<i>Triturus cristatus</i> Kammolch	♂♂	1977	63	29	42	60	78	90
		1978	116	13	54	76	80	87
		1979	36	0	25	78	89	97
	♀♀	1977	26	20	43	82	82	96
		1978	71	3	31	50	72	86
		1979	29	0	14	38	55	83
	juv.	1977	51	15	25	51	53	75
		1978	22	0	5	5	57	67
		1979	0	0	0	0	0	0

Witterungsbedingungen Beginn und zeitliche Einbindung der Frühjahrswanderungen beeinflusst werden.

Wie bereits vorne ausgeführt und auch aus Tab. 1 ersichtlich, wandern bei beiden Geschlechtern aller vier Molcharten einzelne Tiere zumindest ab Anfang Februar, sofort nachdem hinreichende Witterungsverhältnisse Wanderungsaktivitäten zulassen, dem Laichplatz zu. Die Tiere versuchen offensichtlich jeweils möglichst frühzeitig die Wasserstellen zu erreichen. Betrachtet man nun die Medianwerte von Tab. 1, führt also eine mehr quantitative Sicht der Wanderdynamik ein, so fällt auf, daß die Mittelwerte des extrem frühwarmen Jahres 1977 und der klimatischen „Normaljahre“ 1976 und 1978 weitgehend vergleichbar ausfallen beziehungsweise sich nur geringfügig in Abhängigkeit vom Gang der jeweiligen Wetterlage unterscheiden. Das „späte Jahr“ 1979 unterscheidet sich dagegen deutlich. Hier werden die Medianwerte zwei bis drei Wochen später im Jahr als in den drei vorausgehenden Vergleichsperioden erreicht.

Die letztgenannte Beobachtung ist sehr einfach zu erklären. 1979 gestatteten die Witterungsbedingungen frühestens am 9. März erste Wanderaktivitäten, und eine Population benötigt doch etwas Zeit, um wenigstens zur Hälfte am Laichplatz zu erscheinen. In den Vorjahren mit erheblich günstigeren klimatischen Bedingungen hatte die Mehrzahl der Arten aber bereits zu diesem Datum die Medianwerte erreicht. Schwieriger zu deuten, aber um so bemerkenswerter ist das Ergebnis, daß auch in Jahren mit sehr frühem Wanderbeginn die Medianwerte nicht früher, sondern praktisch zur gleichen Zeit wie in Normaljahren erreicht werden. Erklärbar wird dieses Phänomen dadurch, daß in extrem frühwarmen Jahren zunächst nur verhältnismäßig wenige Molchindividuen aus der Winterstarre erwachen, daß auch in überdurchschnittlich warmen Februaren bei weitem nicht an allen Tagen der ersten Monathälfte hinreichende Wanderbedingungen herrschen, daß wandernde Molche generell zu Beginn der Wanderaktivität und gerade in frühwarmen Jahren auch bei ausreichenden Witterungsbedingungen nicht jeden Tag wandern, ganz besonders aber dadurch, daß Wanderintensität, -frequenzen und -zügigkeit mit fortschreitender Jahreszeit auch unter ansonsten vergleichbaren Witterungsbedingungen zunehmen.

Wie stark der Drang zu wandern mit fortschreitender Jahreszeit die Gesamtpopulation erfaßt, verdeutlichen auch ganz besonders die Stichtagbilanzen von Tab. 3 für das ausgesprochen spätwarme Jahr 1979. Beispielsweise erreichen dort jeweils mehr als die Hälfte aller Teich- und Fadenmolchmännchen den Laichplatz bereits fünf Tage nach Einsetzen der Wanderung, während diese Werte 1976 erst nach 12 beziehungsweise 19 und 1977 erst nach 17 beziehungsweise 21 Tagen erreicht wurden. Weiterhin veranschaulicht Tab. 3 sehr deutlich, daß bis Mitte April bei allen Arten in allen Jahren ein vergleichbarer Prozentsatz der Populationen jeweils im Gewässer eingetroffen ist, zu diesem Zeitpunkt also auch in späten Jahren der Rückstand gegenüber frühwarmen und normalen Jahren aufgeholt ist.

Gerade letztgenannte Feststellung kann als ein wesentliches Indiz für die Existenz eines überindividuellen Zeitsystems zur jahreszeitlichen Organisation des popularen Wandergeschehens herangezogen werden (weitere Belege und Erklärungen vgl. BLAB 1978: 34-42). Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang aber die 1977 mögliche Beobachtung, daß bei Molchen, im Gegen-



satz etwa zu Erdkröte und Grasfrosch, zumindest nach Februarbeginn selbst extrem frühwarme Jahre nicht mehr als kritischer Versuch für das Vorliegen eines Zeitsystems herangezogen werden können!

Für überregionale Vergleiche besonders gut geeignet erscheint eine zusammenfassende Auswertung der Medianwerte der einzelnen Untersuchungsjahre im Sinne mehrjähriger Mittelwerte für die verschiedenen Wanderphasen. Die entsprechenden Daten sind in Tab. 2 festgehalten. Da das Jahr 1979 klimatisch völlig aus dem Rahmen fällt und derartige lange Winter wohl die Ausnahme bleiben, wurden die Werte der Anwanderung einmal im vierjährigen Mittel und einmal im dreijährigen Mittel ohne das Jahr 1979 errechnet. Insgesamt läßt sich danach für das Untersuchungsgebiet prognostizieren, daß bei den Teich- und Fadenmolchen sowie den Bergmolchmännchen bis Mitte März wenigstens die Hälfte der Populationen im Gewässer anzutreffen sind, während dies bei Bergmolchweibchen und adulten Kammolchen erst in der zweiten Märzhälfte und bei juvenilen Kammolchen gar erst Anfang April der Fall ist.

#### 4.4 Abwanderung in die Sommerquartiere

Wie Tab. 1 belegt, verläuft die Abwanderung vom Laichplatz bei den verschiedenen Arten sehr koordiniert. Sämtliche Tiere befinden sich beim Verlassen des Gewässers in einem intensiven Häutungsprozeß (Ausnahmen bei einzelnen Bergmolchmännchen). Trotz augenfälliger klimatischer Extreme konnten in den Jahren 1976 und 1977 keine nennenswerten Verschiebungen bezüglich der Abwanderungsdaten festgestellt werden (Tab. 1). Wie die Mittelwerte zur Abwanderungsphase zeigen (Tab. 2), verläßt die Masse der drei kleineren Molcharten — angeführt vom Bergmolch — die Gewässer vor allem im Juni, während der Kammolch — und zwar auffallend synchron bei Männchen, Weibchen und Jungtieren (nicht Frischmetamorphosierte!) — schwerpunktmäßig Mitte August abwandert.

Indizien deuten aber darauf hin, daß das tatsächliche Abwandereschehen eventuell doch komplizierter ist, als es die oben dargestellten Ergebnisse aus den Fängen der rund 1 m von der Wasserkante entfernt postierten Fallen vermuten lassen. Dreht man nämlich von April bis Juni flach dem Boden aufliegende Bretter, Steine und dergleichen im engeren Uferbezirk um, so stößt man vereinzelt auf Molche, eine Beobachtung, die auch von anderen Autoren andernorts gemacht wurde. Dabei kann nicht entschieden werden, ob es sich hier um Tiere handelt, die bereits früher abwanderten, um Zuwanderer oder schließlich um Individuen, die in dem fraglichen Jahr nicht am Laichgeschehen teilnahmen.

#### 4.5 Herbstwanderung

Bei Teich- und Kammolch ist alljährlich ab etwa Anfang Oktober in Laichplatznähe eine augenfällige Zunahme gerichtet und zügig auf das Gewässer zusteuender Tiere festzustellen. Dabei überwiegen die Männchen die Weibchen sehr deutlich. Wie Tab. 1 zeigt, endet diese Molchaktivität bei allen Arten regelmäßig mit dem ersten Novemberdrittel. Zu dieser Zeit wintern auch die in den Sommerquartieren verbliebenen Molche selbst bei idealen Witterungs-

bedingungen für Aktivitäten ein. Eine gewisse Ausnahme stellen hier die Kammolchmännchen dar, die auch noch im Dezember bei ausreichenden Temperaturbedingungen vereinzelt wandern (vgl. auch VIERTEL 1976). Quantitativ gesehen fällt jedoch der Prozentsatz der im Dezember wandernden Tiere kaum ins Gewicht.

Tab. 4. Zeitliche Verteilung der Abwanderquoten frischmetamorphosierter Molche an Maar A im Jahre 1976.

Phenology of emigration of young newts from pond A in 1976.

Arten	Beginn der Abwanderung	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.
<i>Triturus vulgaris et Triturus helveticus</i> Teich- und Fadenmolch	3.VII.	16 %	19 %	56 %	8 %	0,5 %
<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch	5.IX.	—	—	78 %	20 %	2 %
<i>Triturus cristatus</i> Kammolch	27.VIII.	—	18 %	65 %	18 %	—

#### 4.6 Abwanderung der Frischmetamorphosierten

Frischmetamorphosierte Molche konnten infolge ihrer großen Zahl aus zeitlichen wie auch aus methodischen Gründen nicht jeden Tag wirklich exakt erfaßt werden. Dennoch liegen von Maar A insbesondere aus dem Jahr 1976 für jeden Kontrolltag recht verlässliche Protokollnotizen vor, die summarisch dargestellt die Abwanderquoten sowie die Abwanderdynamik durchaus zuverlässig widerspiegeln dürften. Interessant ist hier auch, daß die Abwanderung der Jungtiere bei allen Arten 1976 an beiden Kontrollgewässern (Maar A und B) am gleichen Kalendertag einsetzte. Da eine Unterscheidung der frischmetamorphosierten Teich- und Fadenmolche unter den Untersuchungsbedingungen nicht immer zweifelsfrei gelang, werden beide Arten in Tab. 4 zusammengefaßt.

Ein sehr geringer Teil der Larven metamorphosierte erst im folgenden Jahr. Beim Bergmolch konnten dabei von Juli bis September 1977 mehrfach Tiere beobachtet werden, die bereits annähernd die Größe der Erwachsenen erreicht hatten, durch deutlich erkennbare Kiemenstummeln jedoch eindeutig als „überjährige Larven“ ausgewiesen waren.

Besonders erwähnenswert ist darüber hinaus der Fang eines neotenen Teichmolchmännchens. Dieses Tier (Kopf-Rumpflänge 41,3 mm, Schwanzlänge 41,8 mm, Kopflänge 11,4 mm, große Büschelkiemen) wurde im Dezember 1976 aus Maar A gekeschert und in ein Aquarium gesetzt. Dort nahm es im Folgejahr am Balzspiel zugesetzter Teichmolche teil. Im Juli starb das Tier offensichtlich infolge von Häutungskomplikationen. (Es wurde unter der Nummer ZFMK 34217 in die Sammlung des Museums A. Koenig, Bonn, aufgenommen.)

## 5. Berechnung der Populationsgrößen und der Erfassbarkeit der Arten

### 5.1 Allgemeines

Im Jahre 1976 wurden die Molchbestände der Maare C, D und E im Zeitraum von Mitte März bis Anfang Mai an fünf, sieben beziehungsweise acht Stichtagen jeweils nach oben gegebener Methode ausgekeschert, die Tiere fangtagsspezifisch markiert und die Absolutzahlen der Neu- und Wiederfänge protokolliert.

Damit bietet sich eine günstige Gelegenheit, aus den Fang-Wiederfang-Verhältnissen einmal die tatsächliche Größe der jeweiligen Populationen abzuschätzen und zum anderen die Fangbarkeit der verschiedenen Arten und Geschlechter generell sowie in Abhängigkeit von der strukturellen Beschaffenheit der Laichplätze zu berechnen.

### 5.2 Hochrechnung auf die tatsächlichen Populationsgrößen

Selbst bei sehr intensivem Bemühen wird man in Gewässern der hier gegebenen Größe nur ausnahmsweise alle anwesenden Molche erfassen oder jedes einzelne Tier jeweils an wenigstens einem Fangtag erbeuten. Man kennt mithin nur jeweils einen Teil der Gesamtpopulation.

Es gibt jedoch mehrere statistische Methoden, um aus dem Fang-Wiederfang-Verhältnis die Größe der Gesamtpopulation abzuschätzen. Hat man Datenmaterial von verschiedenen, wohlverteilten Tagen der Anwanderphase, so liegen zwei Möglichkeiten nahe:

1. Man schätzt von jedem Fangtag aus die Population nach einer bestimmten Methode (LINCOLN, JOLLY, BAILEY's triple catch) ab und untersucht das Anwachsen der errechneten Populationsgröße in Abhängigkeit von den Anwanderungen, oder, wie im folgenden praktiziert:
2. Man vergleicht zu einem Zeitpunkt, an dem die Einwanderung weitgehend abgeschlossen ist, die Anzahl der bis zu diesem Stichtag in den verschiedenen Fangaktionen erbeuteten Tiere, wobei jedes Individuum nur einmal gezählt wird, mit der Anzahl der am letzten Fangtag gesammelten Tiere. Aufgeschlüsselt nach Neufang und Wiederfang ergibt sich dann aus diesem Verhältnis eine Aussage über die Populationsgröße.

Es gilt:  $P = \frac{n_1 \cdot n_2}{m_2}$ . Dabei ist:

$P$  = Schätzwert der Populationsgröße,

$n_1$  = Summe aller Funde am letzten Fangtag,

$n_2$  = Summe aller Erstfänge mit Ausnahme derer des letzten Fangtages,

$m_2$  = Summe aller Wiederfunde am letzten Fangtag.

Diese Formel lehnt sich eng an den Lincoln-Peterson-Index an, macht die Berechnungen aber aufgrund der Einbeziehung mehrerer Bestandsaufnahmen unabhängiger von den Zufälligkeiten eines einzelnen Fangtages (zum Beispiel Witterung, unterschiedliche Fangintensität). Hier werden mithin nicht nur zwei Fangtage miteinander, sondern alle vorausgehenden Erhebungen mit dem letzten

Fangtag (Anfang Mai) verglichen, an dem — und das ist eine wichtige Grundbedingung — nach den Befunden von Kapitel 4 die Anwanderung bereits praktisch abgeschlossen ist. (Da außerdem in der Population während der Fangperiode mit Sicherheit Einzeltiere starben beziehungsweise eventuell abwanderten, können diese statistisch ermittelten Werte sogar als Mindestzahlen für die tatsächliche Populationsgröße betrachtet werden.)

Für die Abweichungen vom Erwartungswert (Fehlerabschätzung) wird ein 95% Vertrauensintervall zugrunde gelegt, das nach SEBER (1973) näherungsweise wie folgt gegeben ist:  $P \pm 1,96 \sqrt{v}$ . Dabei ist  $v$  die Varianz mit

$$v(P) = \frac{n_1^2 \cdot n_2 (n_2 - m_2)}{m_2^3}$$

Da die Zahl  $n_1$  der am letzten Fangtag gefangenen Tiere stets wesentlich kleiner ist als die Gesamtzahl der zuvor markierten Tiere, wird das Konfidenzintervall in manchen Fällen sehr groß.

Man greift dann zur korrigierten Fassung nach CHAPMAN

$$P = \frac{(n_1 + 1) \cdot (n_2 + 1)}{m_2 + 1} - 1,$$

$$\text{wobei } v(P) = \frac{(n_1 + 1) (n_2 + 1) (n_1 - m_2) (n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)}$$

In den hier angestellten Rechenverfahren hat diese letzte Fassung aber keinen wesentlichen Einfluß auf die Berechnung der Populationsgröße, wohl aber auf die Größe des Konfidenzintervalls.

Die Hochrechnungen für die Molchpopulationen nach dem eben geschilderten Rechenverfahren ergeben die in Tab. 5 in der Spalte P (geschätzt) angeführten Werte. (Wegen der geringen Fangzahlen ist eine Hochrechnung für den Kammolch nicht sinnvoll und wurde daher unterlassen.) In Abb. 1 werden für das am wenigsten gut ausfangbare Gewässer (Maar E) diese errechneten Populationsgrößen einschließlich des jeweiligen Konfidenzintervalls den mit der Jahreszeit und der Zahl der Fangaktionen anwachsenden Summen der tatsächlich bis zum jeweiligen Fangtag nachgewiesenen Tiere graphisch gegenübergestellt.

### 5.3 Fangbarkeit der einzelnen Arten

Setzt man die hochgerechneten Populationsgrößen ( $P$  geschätzt) je Art und Geschlecht in Beziehung zur Gesamtzahl aller tatsächlich zumindest einmal gefangenen Tiere ( $P$  min.), so erhält man einen Koeffizienten ( $K$ ), der die Fangbarkeit der einzelnen Arten und Geschlechter wiedergibt (Tab. 5). Im Idealfall, wenn also die Summe der tatsächlich gefangenen Tiere ( $P$  min.) und die errechnete Populationsgröße ( $P$  geschätzt) identisch sind, beträgt  $K = 1,0$ . Analog wird die Erfassbarkeit um so schlechter, je deutlicher  $K$  vom Wert 1,0 abweicht. ( $K = 2,0$  bedeutet beispielsweise, daß nur 50% der Tiere einer Population tatsächlich gefangen werden konnten.)

Die Erfassbarkeitskoeffizienten der drei untersuchten Populationen sind in der dritten Spalte von Tab. 5 wiedergegeben.

Tab. 5. Synopse der absoluten Fangzahlen, hochgerechneten Populationsgrößen und Erfassbarkeits-Koeffizienten der Molchpopulationen der Maare C-E (Näheres im Text).  
Synopsis of total catches, estimated population numbers and catch coefficient in pond C-E (cf. text).

Arten		P(min)*)	P(geschätzt)	Erfassbarkeitskoeffizient $K = \frac{P(\text{geschätzt})}{P(\text{min})}$
Maar C				
<i>Triturus vulgaris</i>	♂♂	22	22 ± 0,0	1,0
Teichmolch	♀♀	17	17 ± 0,0	1,0
<i>Triturus helveticus</i>	♂♂	106	118 ± 10,8	1,1
Fadenmolch	♀♀	29	29,9 ± 4,43	1,0
<i>Triturus alpestris</i>	♂♂	44	50,8 ± 8,6	1,2
Bergmolch	♀♀	15	17,7 ± 5,2	1,2
Maar D				
<i>Triturus vulgaris</i>	♂♂	232	258,4 ± 16,9	1,1
Teichmolch	♀♀	173	207,5 ± 19,4	1,2
<i>Triturus helveticus</i>	♂♂	138	146,3 ± 8	1,1
Fadenmolch	♀♀	87	93,5 ± 12,9	1,1
<i>Triturus alpestris</i>	♂♂	95	113 ± 16,2	1,2
Bergmolch	♀♀	62	77,3 ± 13,6	1,2
Maar E				
<i>Triturus vulgaris</i>	♂♂	170	243,9 ± 51,7	1,4
Teichmolch	♀♀	134	252,8 ± 82,5	1,9
<i>Triturus helveticus</i>	♂♂	212	238,5 ± 26,8	1,1
Fadenmolch	♀♀	173	219,6 ± 36,3	1,3
<i>Triturus alpestris</i>	♂♂	113	162,6 ± 36,8	1,4
Bergmolch	♀♀	99	141,9 ± 36,2	1,4

\*) P(min) = Gesamtzahl aller tatsächlich zumindest einmal gefangenen Tiere

## Interpretation

1. Die Zahlen verdeutlichen, daß K, also die Fangbarkeit der Arten, teilweise sehr entscheidend durch die Gewässer Ausstattung (vgl. dazu Beschreibung Abschnitt 2.1) beeinflusst wird. Dies ist ein Ergebnis, das erwartet werden konnte.
2. Von allen Arten ist der Fadenmolch mittels der Keschermethode durchweg am besten fangbar. Die Gewässer Ausstattung beeinflusst die gute Erfassbarkeit im allgemeinen nur unwesentlich. Beide Geschlechter lassen sich annähernd

gleich gut fangen. Lediglich in sehr hindernisreichen Wasserstellen (Maar E) sind die Weibchen deutlich schlechter als die Männchen zu erfassen.

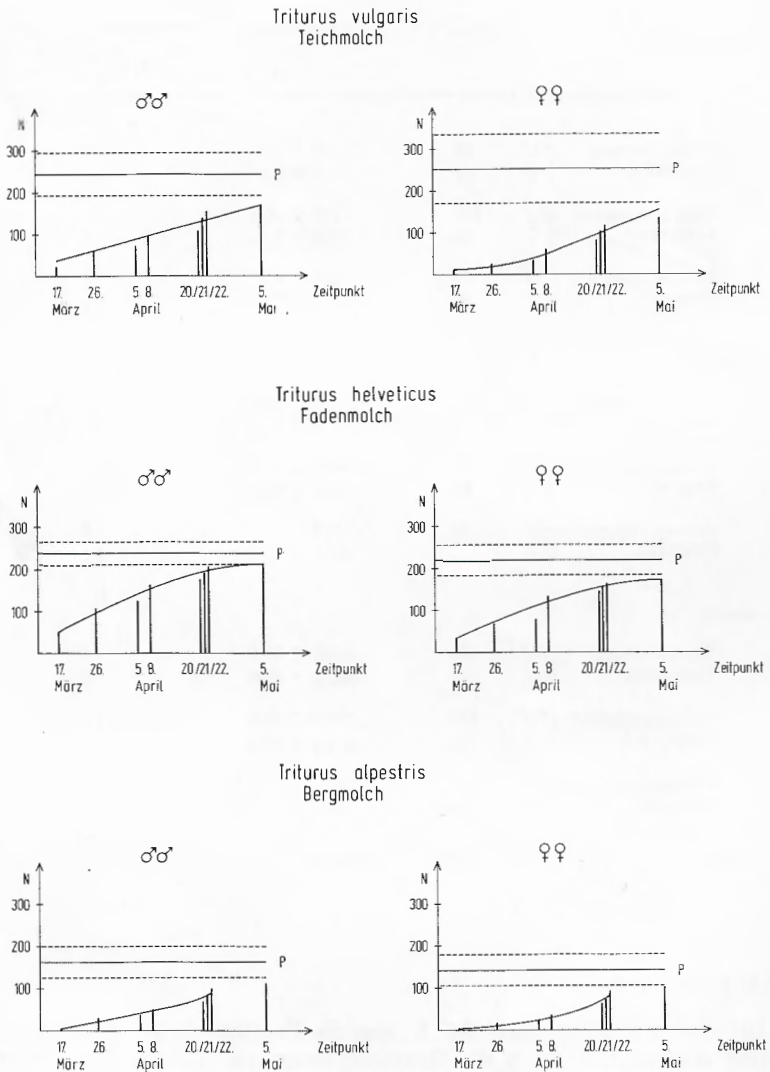


Abb. 1. Gegenüberstellung von errechneter Populationsgröße (P) und mit der Zeit sowie der Anzahl der Fangaktionen anwachsender Summe aller Erstfänge. (Näheres im Text.)

Comparison of calculated population size (P) in time and numbers as well amount of catches in additive values of first catches (cf. text).

3. Der Teichmolch ist in gut auszugeschernden, relativ vegetationsarmen Gewässern (Maar C) in beiden Geschlechtern gut erfassbar, in stark verkrauteten, aber ansonsten hindernisarmen Wasserstellen (Maar D) einigermaßen gut (Männchen allerdings besser als Weibchen) und schließlich in hindernisreichen Tümpeln (Maar E) nur unzureichend, wobei hier die ausgesprochen schlechte Fangbarkeit der Weibchen ganz besonders auffällt.
4. Beim Bergmolch sind keine nennenswerten Unterschiede in der Fangbarkeit der Geschlechter festzustellen. Jedoch ist diese Art bereits selbst in gut ausfangbaren vegetationsarmen (Maar C) und tendenziell ebenso in vegetationsreichen aber hindernisfreien Gewässern (Maar D) nur einigermaßen gut zu fangen und schließlich in hindernisreichen Gewässern (Maar E) nicht sonderlich gut quantitativ erfassbar.

Diese unterschiedliche Fangbarkeit der Arten und Geschlechter veranschaulicht auch der Verlauf der Graphen in Abb. 1. (Zudem bestätigt der im Vergleich beider Geschlechter bei jeder Art zunächst flachere Anstieg des Graphen bei den Weibchen das bereits in Kapitel 4 herausgestellte Ergebnis, daß zu den Zeiten der ersten Fangaktionen dieser Versuchsserien die Weibchen am Laichplatz noch unterrepräsentiert sind.)

Die Gründe für die unterschiedliche Fangbarkeit sind dabei im wesentlichen in den Unterschieden in der Lebensweise (versteckt — weniger versteckt) der Arten und manchmal auch der Geschlechter einer Art zu suchen. Stark vergrößert gilt dabei: Beide Geschlechter des Bergmolches und die Weibchen des Teichmolches leben insgesamt viel stärker versteckt als die Männchen des Teichmolches und vor allem beide Geschlechter des Fadenmolches.

Die hier vorgelegten Daten aus drei Untersuchungsserien sollen nun keineswegs überinterpretiert werden, vielmehr sind für eine Trendsicherung noch Vergleichsuntersuchungen aus anderen Regionen sehr erwünscht. Allerdings dürfte bereits jetzt zweifelsfrei feststehen, daß die in der Literatur immer wieder benutzte Hypothese, daß im Rahmen der Keschermethode Molchmännchen wegen ihres vergleichsweise besseren Schwimmvermögens insgesamt geringfügig schlechter zu fangen sind als die Weibchen, nicht aufrecht erhalten werden kann.

Tab. 6. Zusammenschau der Summen aller Molch-Erstfänge an 13 Untersuchungs-gewässern (Erläuterungen im Text).

Synopsis of all values of newt catches in 13 ponds (cf. text).

Gewässer- bezeichnung	Molche gesamt = 100 %	<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch				<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch				<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch				<i>Triturus cristatus</i> Kammolch				
		♂♂	♀♀	ges.	(%)	♂♂	♀♀	ges.	(%)	♂♂	♀♀	ges.	(%)	♂♂	♀♀	juv.	ges.	(%)
Maar A	7093	1866	1828	3694	(52)	837	1051	1888	(27)	569	442	1011	(14)	249	146	105	500	((7)
Maar B	5875	337	363	736	(13)	2028	2418	4446	(76)	358	297	655	(11)	20	11	7	38	(0,6)
Maar C	236	22	17	39	(17)	106	29	135	(57)	44	15	59	(25)	0	3	0	3	(1)
Maar D	798	232	173	405	(51)	138	83	221	(28)	95	62	157	(20)	11	4	0	15	(2)
Maar E	923	170	134	304	(33)	212	173	385	(42)	115	99	214	(23)	8	12	0	20	(2)
Maare F 1 - 8	123	14	17	31	(25)	22	34	56	(46)	22	13	35	(29)	0	0	1	1	(0,8)
Summe A - F	15048	2667	2556	5209	(35)	3331	3788	7131	(47)	1203	928	2131	(14)	288	176	113	577	(4)
Summe A - F ohne B	9173			4473	(49)			2685	(29)			1476	(16)				539	(6)

## 6. Populationsparameter

### 6.1 Allgemeines

Im Zeitraum von 1976 bis 1979 wurden die Molchbestände von rund 30 Wasserstellen untersucht. Bei 13 Gewässern wurde darüber hinaus der Versuch unternommen, die Populationen quantitativ zu erfassen. Das hierbei ermittelte Zahlenmaterial ist in Tab. 6 zusammengestellt.

Im einzelnen fanden dabei ihren Niederschlag:

- bei Maar A und B: Gesamtzahl aller Erstfänge von Molchen der Jahre 1976 bis 1979 (Maar B ohne 1978, also nur dreijährige Aufnahme), die mit Hilfe der Gewässerabschränkungen ermittelt wurden (vgl. auch Tab. 7);
- bei Maar C bis E: Gesamtzahl aller Erstfänge von Molchen aus jeweils fünf bis acht Fangtagen des Jahres 1976;
- bei den acht Kleinstgewässern F 1 bis 8: Summe aller Erstfänge von Molchen aus jeweils wenigstens zwei, zumeist aber drei Fangtagen des Jahres 1976.

### 6.2 Relative Abundanzen (Dominanzverhältnisse)

Ohne belegte Wiederfunde wurden an diesen 13 Wasserstellen im fraglichen Zeitraum 15 048 Molchindividuen erfaßt, die sich auf die einzelnen Arten wie folgt verteilen (vgl. auch Tab. 6):

1. Fadenmolch 7131 (47 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	3. Bergmolch 2131 (14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
2. Teichmolch 5209 (35 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	4. Kammolch 577 ( 4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )

Dabei ist die Vorrangstellung des Fadenmolches aber sehr entscheidend durch die Riesenpopulation von Maar B bedingt, wo diese Art bei einer Relativen Abundanz, von vielen Autoren auch Dominanz genannt, von 76<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und Absolutzahlen von bis zu 1700 Tieren pro Jahr (vgl. Tab. 7) vertreten ist. Ohne Berücksichtigung der rund 4500 Fadenmolche aus drei Untersuchungsjahren von diesem Gewässer ergibt sich dagegen die in der letzten Zeile von Tab. 7 niedergeschriebene Relation, wonach der Teichmolch mit 49<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Molchindividuen deutlich vor dem mit 29<sup>0</sup>/<sub>0</sub> vertretenen Fadenmolch führt, während Bergmolch (16<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) und Kammolch (6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) ihre Positionen behalten.

Insgesamt stellt sich die Situation der Molche im Untersuchungsgebiet im Hinblick auf Stetigkeit, Vergesellschaftung, Relative Abundanz und ökologische Separierung wie folgt dar:

a) Die Kombination Teich-, Faden- und Bergmolch findet sich an allen 13 Gewässern. (In Kleinstgewässern gelegentlich nicht an jedem Fangtag.) Damit werden diese Arten an Stetigkeit im Kottenforst nur noch vom Feuersalamander übertroffen, der — jedoch zumeist nur durch jeweils einzelne Weibchen — in der Mehrzahl der Molchgewässer und darüber hinaus noch in zahlreichen weiteren, meist periodisch austrocknenden tieferen Frühjahrstümpeln abblacht, die von den Molchen praktisch vollständig gemieden werden.

b) In größeren und mittleren Gewässern bauen diese drei Arten sehr kopfstärke Populationen von nicht selten 1000 bis über 2000 Tieren auf (vgl. dazu Tab. 7). Derartige Bestandszahlen heben sich deutlich von den Verhältnissen in den geographischen Regionen ab, für die gegenwärtig bereits Zahlen vorliegen.



Tab. 7. Anwanderungen an Maar A und B in den Jahren 1976 bis 1979 absolut und prozentual.

Immigrations to pond A and B in 1976 to 1979 in total values and per cent.

Maar A		1976	(%)	1977	(%)	1978	(%)	1979	(%)	1976-1979 (Summe)	(%)
<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch	♂♂	479		217		633		537		3694	(52)
	♀♀	398		215		690		525			
	gesamt	877	(50,5)	432	(42)	1323	(55,7)	1062	(54,4)		
<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch	♂♂	248		161		233		195		1888	(27)
	♀♀	306		171		302		272			
	gesamt	554	(31,9)	332	(32,3)	535	(22,5)	467	(23,9)		
<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch	♂♂	123		60		204		182		1011	(14)
	♀♀	96		65		105		176			
	gesamt	219	(12,6)	125	(12,1)	309	(13)	358	(18,3)		
<i>Triturus cristatus</i> Kammolch	♂♂	34		63		116		36		500	(7)
	♀♀	20		26		71		29			
	juv.	32		51		22		—			
	gesamt	86	(3)	140	(13,6)	209	(8,8)	65	(3,3)		
		1738	(100)	1029	(100)	2376	(100)	1952	(100)	7093	(100)

Maar B								1976, 1977, 1979			
<i>Triturus vulgaris</i> Teichmolch	♂♂	115		63		—*)		195		736	(13)
	♀♀	99		71		—		193			
	gesamt	214	(10)	134	(9,4)	—		388	(16,9)		
<i>Triturus helveticus</i> Fadenmolch	♂♂	764		498		—		766		4446	(76)
	♀♀	889		583		—		946			
	gesamt	1653	(77)	1081	(75,6)	—		1712	(74,5)		
<i>Triturus alpestris</i> Bergmolch	♂♂	148		105		—		105		655	(11)
	♀♀	128		89		—		80			
	gesamt	276	(12,9)	194	(13,6)	—		185	(8)		
<i>Triturus cristatus</i> Kammolch	♂♂	2		10		—		8		38	(0,6)
	♀♀	1		4		—		6			
	juv.	1		6		—		—			
	gesamt	4	(0,2)	20	(1,4)	—		14	(0,6)		
		2147	(100)	1129	(100)	—		2299	(100)	5875	(100)

\*) Bis zum Zeitpunkt der Überflutung der Fallen überdurchschnittlich höhere Anwandererquote als in den beiden Vorjahren

Beispielsweise weist FELDMANN (1978) unter 1071 westfälischen Laichgewässern lediglich sieben mit mehr als 500 und eines mit mehr als 1000 Molchen nach.

c) Nach gegenwärtigem Kenntnisstand nimmt das Gebiet hinsichtlich der Abundanzen des Fadenmolches eine für bundesdeutsche Verhältnisse bemerkenswerte Sonderstellung ein. Die Gründe dafür dürften einmal biogeographischer Natur sein (historisch zu deutender Verbreitungsschwerpunkt), zum anderen ökologischer Natur (offensichtlich stellen die kaum vom Menschen veränderten Stieleichen-Hainbuchen-Hochwälder einen Optimalbiotop dar); diese These stützen auch die besonders hohen Fangzahlen von Maar B, das ringsum eng von Hochwald dieses Typs umschlossen ist (vgl. Tab. 6 und 7).

d) Sowohl gesamthaft gesehen als auch an jedem einzelnen Gewässer, in dem er gefunden wird, ist der Kammolch die mit Abstand seltenste Molchart. Dieses Ergebnis fügt sich gut in die Befunde aus zahlreichen anderen geographischen Regionen ein. Die in Tab. 6 festgehaltenen Zahlen zeichnen sogar ein noch zu günstiges Bild, da hier im wesentlichen nur die Population von Maar A regel-

mäßig und gut reproduziert. (Allerdings gibt es selbst im engeren Untersuchungsgebiet noch weitere dem Maar A ähnelnde Gewässer, also vermutlich weitere gut reproduzierende Kammolchpopulationen.)

e) Nach den absoluten Fangzahlen stellt der Bergmolch die zweitseltenste Molchart (vgl. Tab. 5, 6 und 7) dar, ist aber dennoch sowohl hinsichtlich Stetigkeit als auch Bestandsdichte gut vertreten.

f) Teichmolch und Fadenmolch sind die beiden dominierenden Arten des Gebietes. Für mittlere und größere Gewässer kann dabei als Faustregel gelten, daß bei überwiegend beschatteten Gewässern der Fadenmolch zahlenmäßig deutlich vor dem Teichmolch, bei überwiegend besonnten dagegen der Teichmolch deutlich vor dem Fadenmolch liegt (vgl. Tab. 6). Zusammengenommen stellen diese beiden Arten in mittleren und großen Gewässern jeweils rund 80% aller Molchindividuen. Damit ist wohl sehr eindeutig bewiesen, daß für die „Relative vertikale Allopatrie“ (vgl. FELDMANN 1978, GLANDT 1980a), also für gegenläufige Trends hinsichtlich der Relativen Abundanz beider sehr nahe verwandten Arten in Abhängigkeit von der Höhenlage der Laichplätze im großräumigen Mittel, auf keinen Fall direkte Konkurrenzmechanismen verantwortlich sind.

g) Abundanzbestimmende Ökofaktoren — Korrelationsanalysen verdeutlichen, daß sich innerhalb des kleinflächigen und sehr homogenen Untersuchungsgebietes folgende drei Ökofaktoren besonders deutlich in den Relativen Abundanzen widerspiegeln: 1. Besonnungsfaktor, 2. Gewässergröße, 3. Vegetationsausstattung.

Dabei gilt im wesentlichen die Gesetzmäßigkeit, daß sich letztlich alle vier Arten ökologisch recht plastisch verhalten, daß aber vor allem der Kammolch und — abgeschwächt — auch der Teichmolch aus quantitativer Sicht deutlich positiv auf alle drei eben genannten Faktoren ansprechen, während sich Berg- und Fadenmolch eher indifferent oder nur hinsichtlich Besonnung deutlich abgeschwächt positiv verhalten. Dies hat zur Folge, daß sich — gemessen an dem Kriterium Relative Abundanz — beide Artenpaare logischerweise gegensinnig verhalten müssen.

Im einzelnen bedeutet dies für die untersuchten Populationen:

- Mit zunehmender Beschattung tritt der Kammolch immer mehr zurück, bis er schließlich ganz ausfällt. Der ökologisch plastischere Teichmolch ist zwar noch immer vertreten, jedoch mit erheblich geringerer Populationsstärke. Infolge der stark abnehmenden Bestände bei diesem Artenpaar steigen — rein rechnerisch — die Relativen Abundanzen des Faden- und Bergmolches, selbst wenn auch hier eine geringe Abnahme der absoluten Zahlen festzustellen ist.
- Mit abnehmender Größe des Gewässers tritt der Kammolch zurück und fällt in Kleinstgewässern als ständiger Besiedler praktisch völlig aus. Auch die relativen Siedlungsdichten des Teichmolches zeigen eine ähnliche Tendenz, jedoch besiedelt diese Art auch noch kleinste Tümpel. Da Faden- und Bergmolch sich gegenüber diesem Faktor weitgehend indifferent verhalten, treten sie — wiederum rein rechnerisch betrachtet — auch hier deutlich in den Vordergrund. Die Konsequenzen sind in der drittletzten Zeile von Tab. 6 festgehalten: Obwohl alle Kleinstgewässer gut besonnbar sind, man also

nach den Befunden für größere Gewässer die Rangfolge Teichmolch > Fadenmolch > Bergmolch erwarten sollte, dominiert hier eindeutig der Fadenmolch, und selbst der Bergmolch überflügelt noch den Teichmolch. (Klammert man überdies noch ein Wagenspursystem aus, das hinsichtlich seines Molchbestandes völlig „aus dem Rahmen fiel“, in dem alleine praktisch 50% aller in Kleinstgewässern gefangenen Teichmolche lebten, so wird obige Tendenz mit den Relativen Abundanzen Fadenmolch [52%], Bergmolch [32%], Teichmolch [16%] noch deutlicher.)

Trotz völlig abweichender tatsächlicher und relativer Abundanzen der einzelnen Arten zeigen also Kammolch und Teichmolch im Kottenforst ein Verhalten, wie es bereits von FELDMANN (1968) für die südwestfälischen Molchbestände beschrieben wurde!

- Auf abnehmende Vegetationsausstattung sprechen insbesondere der Kammolch, eingeschränkt auch der Teichmolch mit deutlichen Abnahmen der Abundanzen an, während dies bei Berg- und Fadenmolch kaum oder jedenfalls in viel geringerem Maße festzustellen ist.

Besonders augenfällig ist diese Erscheinung an Maar C (vgl. Tab. 6). Beschattung im Verbund mit der gleichsinnig wirkenden geringen Vegetationsausstattung lassen hier nur vergleichsweise geringe Teichmolchabundanzen zu mit der Folge, daß hier in diesem mittelgroßen Gewässer ausnahmsweise sogar der Bergmolch häufiger auftritt als der Teichmolch.

## 6.2 Populationschwankungen

Wie Tab. 7 für die Maare A und B zeigt, sind die Populationsgrößen bei allen vier Molcharten teilweise erheblichen jährlichen Schwankungen unterworfen. Um diese Fluktuationen zahlenmäßig zu fassen, wurde am Beispiel der Populationen von Maar A bei jeder einzelnen Art jeweils der höchste Jahreswert gleich 100 Prozent gesetzt und die Absolutzahlen der übrigen Fangjahre dazu in Relation gesetzt. Die auf diese Weise errechneten relativen Populationschwankungen sind in Abb. 2 zusammengestellt. Trotz der hohen Werte scheinen die hier ermittelten Fluktuationen durchaus im Bereich des Üblichen zu liegen, wie Vergleichsuntersuchungen aus anderen Gebieten (GLANDT 1980b, HÖHNER 1972) zeigen.

Bei Teich-, Faden- und Bergmolch sind die Bestandszahlen von 1976 auf 1977 deutlich rückläufig, steigen 1978 geradezu drastisch an, um dann 1979 — absolut gesehen — wieder um rund 20 Prozent abzusinken. Lediglich der Bergmolch erreicht 1979 seine höchste überhaupt festgestellte Populationsgröße. Bei den erwachsenen Kammolchen steigt die Abundanz kontinuierlich von 1976 über 1977 auf 1978, um dann wieder abrupt zu sinken. Demgegenüber sind die juvenilen Kammolche 1977 am stärksten vertreten, gehen 1978 deutlich zurück und fallen 1979 ganz aus.

## Interpretation

Im folgenden sei der Versuch einer vorsichtigen Deutung der Befunde gewagt, wenngleich vorauszuschicken ist, daß hier viele Aussagen beim gegenwärtigen

Kenntnisstand durchaus noch spekulativ sind, und teilweise auch im Widerspruch zu den Interpretationen von GLANDT (1980b) für ähnliche Tendenzen im selben Untersuchungszeitraum stehen.

STEINBORN (1977) zeigt, daß warme Sommer bei Molchen zu größerem Gametogenese-Erfolg und somit zu stärkerer Larvenproduktion führen als kühle Sommer. 1976 war nunmehr ein ausnehmend warmer Sommer. Mittels der Fangzäune konnte festgestellt werden, daß das Aufkommen an frischmetamorphosierten Jungtieren 1976 im Vergleich zum Herbst 1977 um ein Mehrfaches höher war, und zwar bei allen vier Arten. Beim Kammolch, bei dem zumindest bereits ein Teil der nicht geschlechtsreifen Jungtiere in die Gewässer einwandert, bestätigt auch der Maximalwert bei den Jungtieren im Jahr 1977 (vgl. Tab. 6 und 7 sowie Abb. 2), daß 1976 der beste Reproduktionserfolg des Untersuchungszeitraumes vorlag. Bei den sonstigen Arten kann dieses überdurchschnittlich hohe Aufkommen an Frischmetamorphosierten bei der verwendeten Methode erst dann zu Buche schlagen, wenn diese Jungtiere geschlechtsreif sind und die Gewässer aufsuchen. Die hohen Absolutzahlen des Jahres 1978 beim Teich-, Faden- und — eingeschränkt — beim Kammolch deuten darauf hin, daß bei diesen Arten das Gros der 1976 metamorphosierten Larven im dritten Jahr geschlechtsreif wird. Dieser Zeitwert stimmt auch gut mit Literaturangaben überein. Die Daten beim Bergmolch lassen es wiederum wahrscheinlich erscheinen, daß die Mehrzahl der Larven eines Jahrgangs beziehungsweise, was unter Kausalinterpretation der völlig abweichenden Geschlechterrelation des Jahres 1978 von 2:1 gegenüber dem sonst „üblichen“ Verhältnis von 1,2:1 (vgl. Tab. 7) noch wahrscheinlicher ist, die Mehrzahl der Weibchen erst im vierten Jahr geschlechtsreif wird. Beim Kammolch deuten sowohl die gedämpften Populationssprünge wie auch einige Wiederfänge individuell markierter Zweijähriger, die teilweise im dritten Jahr erwachsen waren, teilweise auch nicht, darauf hin, daß hier eine Larvengeneration keineswegs geschlossen, sondern gestreut über zwei, eventuell auch drei Jahre (also im dritten bis fünften Jahr) pubertiert.

Im kalten Sommer 1977 war der Reproduktionserfolg der Molche, was frischmetamorphosierte Tiere betrifft, sehr gering. Entsprechend reichten das Jungtieraufkommen dieses Jahres sowie die Kontingente aus dem Larven-Jahrgang 1976, die 1978 noch nicht, sondern erst 1979 pubertierten, nicht aus, um die natürliche Sterberate für dieses Jahr auszugleichen (Ausnahme Bergmolch siehe oben).

Insgesamt gesehen scheinen die in Abb. 2 dargestellten Bestandsfluktuationen Ergebnis einer Überlagerung folgender drei Faktoren zu sein:

1. Wenngleich alle Arten sehr augenfällige Fluktuationen aufweisen, so verlaufen dieselben bei Arten mit sehr hohen Abundanzen (hier Teich- und Fadenmolch) deutlich gedämpfter als bei Arten mit niedrigen Abundanzen (hier Berg- und Kammolch).
2. Alle Arten werden — Erhaltung des Wasserkörpers vorausgesetzt — durch Trockenjahre deutlich gefördert, wärmepräferente Arten (hier Teich- und Kammolch) jedoch deutlich stärker als die nicht so ausgesprochen wärmebedürftigen Arten.

3. Bei Kamm- und Bergmolch wirkt sich die über mehrere Jahre hinziehende Pubertät der Larven eines Jahrgangs dämpfend auf die Bestandsfluktuationen aus.

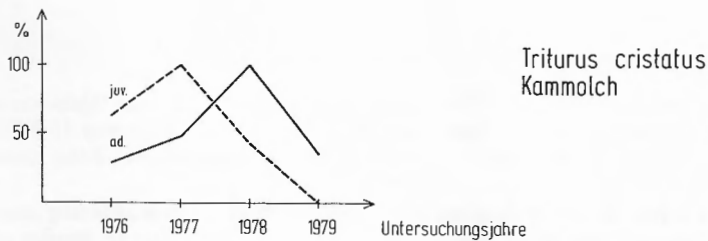
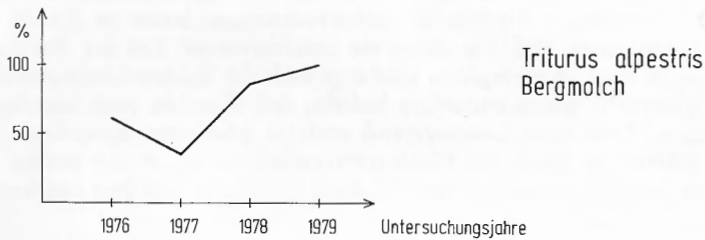
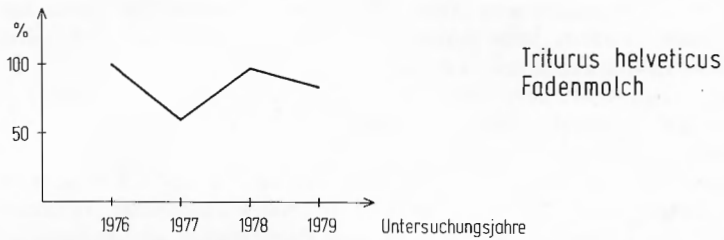
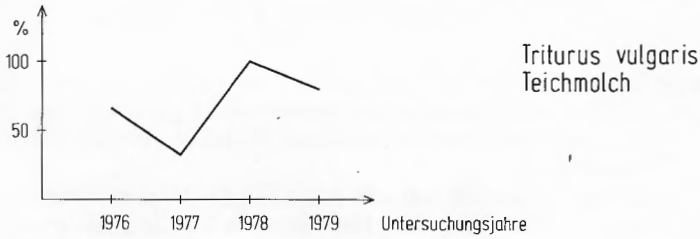


Abb. 2. Bestandsfluktuationen von Molchbeständen in den Jahren 1976 bis 1979.  
Fluctuations of newt populations in 1976 to 1979.

### 6.3 Geschlechterverhältnis

Legt man die Zahlen der tatsächlichen Fänge an den 13 Untersuchungsgewässern zugrunde (vgl. Tab. 6), so ergeben sich — summarisch betrachtet — die folgenden Geschlechterrelationen:

Teichmolch	♂♂:♀♀ = 1 : 1
Fadenmolch	♂♂:♀♀ = 1 : 1,1
Bergmolch	♂♂:♀♀ = 1,3 : 1
Kammolch	♂♂:♀♀ = 1,6 : 1

Diese Endsummen ändern sich auch nicht, wenn man für die Maare C bis E statt P (min.) die hochgerechneten Populationswerte (P geschätzt) mit den zugunsten der im allgemeinen schwerer fangbaren Weibchen verschobenen Zahlenverhältnissen einsetzt.

Für Kamm- und Bergmolch läßt sich damit für das Untersuchungsgebiet ein deutliches Überwiegen der Männchen festhalten, wobei die Relationen in den verschiedenen Gewässern von 1,5 : 1 bis 2,8 : 1 beim Kammolch und 1,1 : 1 bis 2,8 : 1 beim Bergmolch schwanken. (Eine gewisse Ausnahme stellen hier aber mittelgroße Gewässer beim Kammolch dar, wo in zwei der drei Fälle mehr Weibchen als Männchen erfaßt wurden, vgl. Tab. 6.)

Beim Teich- und Fadenmolch fällt dagegen auf, daß sich — sieht man einmal von den Zahlen aus den Kleinstgewässern ab, in denen die Weibchen auffallend überwiegen (!) — die Ergebnisse sehr deutlich in Abhängigkeit von der verwendeten Methode unterscheiden. Dabei gilt, daß in durch Keschern erfaßten Populationen dieser Arten die Männchen relativ zahlreicher vertreten sind, während dies in durch Fangzäune erfaßten Populationen gerade umgekehrt ist. Zwar könnten diese verschiedenen Werte durchaus die tatsächlichen Gegebenheiten wiedergeben, zahlreiche Einzelbeobachtungen lassen es jedoch wahrscheinlich erscheinen, daß vor allem ein nennenswerter Teil der Fadenmolchmännchen, in deutlich geringerem Umfange auch der Teichmolchmännchen, derart laichplatznahe Sommerquartiere bezieht, daß dieselben noch innerhalb der rund einen Meter vom Gewässerrand entfernt postierten Fangzäune liegen. Damit dürfte sich dann das Geschlechterverhältnis bei diesen beiden Arten gegenüber oben gegebenen Zahlen insgesamt gesehen geringfügig zugunsten der Männchen verschieben.

#### Zusammenfassung

1. Es wurden Fragen der Phänologie, Erfäßbarkeit, Relativen Abundanzen und Populationsdynamik der vier heimischen Molcharten auf der Basis von 15 048 Fängen der Jahre 1976 bis 1979 aus 13 Gewässern des Kottenforstes bei Bonn quantitativ analysiert.

2. Zu jedem der drei wichtigsten Wanderabschnitte, Frühjahrswanderung zum Laichplatz, Rückwanderung in die Sommerquartiere und Herbstwanderung, werden getrennt nach den Geschlechtern für alle vier Arten folgende Kenndaten ermittelt:

Beginn, Ende und Medianwerte, also der Kalendertag, an dem die Hälfte aller Tiere die entsprechende Wanderung durchgeführt hat (Tab. 1).

Beide Geschlechter beginnen mit der Frühjahrswanderung, sobald dafür hinreichende Witterungsbedingungen herrschen. Die Frühjahrswanderung streut über mehrere Monate (Februar bis Mai), ist jedoch — quantitativ gesehen — auch in extrem späten Jahren bis Ende April praktisch abgeschlossen (Tab. 3); lediglich der Kammolch wandert in nennenswertem Umfang auch noch etwas später. Im statistischen Mittel der vier Untersuchungsjahre wird der Medianwert bei beiden Geschlechtern des Teich- und Fadenmolches sowie bei den Männchen des Bergmolches vor der Märzmitte erreicht. Bergmolchweibchen und adulte Kammolche überschreiten diese Marke in der zweiten Märzhälfte und juvenile Kammolche schließlich Anfang April (Tab. 2).

Die Abwanderung der adulten Molche vom Laichplatz umspannt meist vier bis sechs Wochen und verläuft deutlich koordiniert (Tab. 1 und 2). Angeführt von den Bergmolchmännchen verlassen beide Geschlechter der drei kleinen Molcharten die Laichplätze vor allem von Anfang Juni bis Mitte Juli, wobei die Medianwerte meist zu Beginn des letzten Junidrittels überschritten werden (Tab. 1 und 2). Der Kammolch dagegen wandert erst später, von Mitte Juli bis Mitte Oktober, mit Schwerpunkt im August, aus.

Laichplatzbezogene Herbstwanderungen sind vor allem im Oktober und Anfang November beim Kamm- und Teichmolch sowie einzelnen Bergmolchindividuen festzustellen. Hierbei überwiegen die Männchen sehr deutlich. Bis Mitte November überwintern alle Arten ein, lediglich einzelne Kammolchmännchen sind auch noch im Dezember aktiv (Tab. 1 und 2).

3. Auf der Basis der Fang-Wiederfang-Ergebnisse von fünf, sieben beziehungsweise acht Fangtagen an drei Gewässern werden nach modifizierter Lincoln-Peterson-Methode die tatsächlichen Populationsgrößen sowie die Fangbarkeit der einzelnen Arten und Geschlechter berechnet. Die hochgerechneten Populationsgrößen sind zusammen mit den Zahlen der tatsächlich gefangenen Tiere in Tab. 5 dargestellt und in Abb. 1 graphisch aufbereitet.

Von allen Molcharten ist der Fadenmolch am besten mittels der Keschermethode quantitativ zu erfassen. In hindernisarmen Gewässern gilt dies annähernd auch für Teichmolchmännchen und etwas weniger für Teichmolchweibchen. In hindernisreichen Wasserstellen sind Teichmolchmännchen nur unzureichend und die Weibchen dieser Art sogar nur schlecht quantitativ zu erfassen. Beim Bergmolch bestehen hinsichtlich der Fangbarkeit keine geschlechtsspezifischen Unterschiede, jedoch ist diese Art selbst schon in hindernisarmen Gewässern nicht besonders gut quantitativ zu erfassen.

4. Die 15 048 Fänge verteilen sich auf die vier Molcharten wie folgt (Tab. 6): 1. Fadenmolch (47%), 2. Teichmolch (35%), 3. Bergmolch (14%), 4. Kammolch (4%). Die dominierende Stellung des Fadenmolches wird aber sehr entscheidend durch die Riesenpopulation eines Gewässers (4500 Exemplare in drei Jahren) bedingt. Bei Ausklammerung der Zahlenwerte dieses Laichplatzes ergibt sich die Rangfolge: 1. Teichmolch (45%), 2. Fadenmolch (29%), 3. Bergmolch (16%), 4. Kammolch (6%).

Die Kombination der Arten Teich-, Faden- und Bergmolch wird an allen 13 Untersuchungsgewässern angetroffen. Die Molche bauen hier vergleichsweise große Populationen von zum Teil 1000 bis über 2000 Tieren auf (Tab. 6 und 7). Für bundesdeutsche Verhältnisse auffallend sind die hohen Abundanzen des Fadenmolches (Tab. 6 und 7). Teich- und Fadenmolch sind die dominierenden Arten. Dabei gilt für große und mittelgroße Gewässer die Gesetzmäßigkeit, daß bei besonnener Lage der Teichmolch, bei Beschattung der Fadenmolch dominiert. In Kleinstgewässern fällt der Kammolch praktisch völlig aus, daneben sinken auch die Abundanzen des Teichmolches erheblich. Hier nimmt daher der Teichmolch auch bei sonnenexponierter Lage bezüglich der Relativen Abundanz erst die dritte Position hinter Faden- und Bergmolch ein.

5. Die Bestände aller vier Molcharten sind teilweise erheblichen natürlichen Schwankungen unterworfen (Abb. 2). Wichtigster Auslösefaktor dafür dürften die sehr unter-

schiedlichen Fortpflanzungserfolge in klimatisch sehr unterschiedlichen Jahren sein, wobei sich vor allem besonders warme Sommer sehr positiv auf die Bestandsgröße auswirken. (Erfasst man allerdings nur Laichgesellschaften, so ist dieser positive Einfluß erst mit der durch die Jugendphase bedingten zeitlichen Verzögerung von zwei bis drei Jahren feststellbar.)

6. Beim Bergmolch und noch mehr beim Kammolch sind die Männchen deutlich in der Überzahl (1,3 : 1 beziehungsweise 1,6 : 1). Beim Teich- und Fadenmolch sind die Geschlechter-Relationen dagegen — insgesamt gesehen — weitgehend ausgeglichen beziehungsweise nur geringfügig zugunsten der Männchen verschoben.

### S u m m a r y

The present paper deals with the quantitative analysis of phenology, recording, relative abundance and population dynamic of the four indigenous newt species based on 15 048 catches made between 1976 and 1979 in 13 ponds in the Kottenforst near Bonn.

The following data regarding the three most significant phases of migration, i. e. spring migration to breeding site, summer migration to summer site and autumn migration to breeding site are given: Beginning, end and average values, i. e. the calendar day, when 50% animals completed the migration (Tab. 1).

Both sexes of all species begin their spring migration as soon as the weather allows. The spring migration is spread over a few months (February to May), although in quantitative terms it is practically finished by the end of April, even in very late years; only the Crested newt migrates also somewhat later. Statistically, the medium value was reached during the years investigated in both sexes of Common newt and Smooth newt and males of Alpine newt in mid-March. Females of Alpine newt and adult Crested newts pass this mark in the second half of March and young Crested newts at the beginning of April (Tab. 2).

The adult newts leave the breeding site over four to six weeks and this migration is well coordinated (Tab. 1 and 2). The males of the Alpine newt migrate first. Both sexes of the three smaller species leave the breeding sites above all between early June and mid-July, the medium value being passed towards the beginning of the last decade of June (Tab. 1 and 2). The Crested newt migrates later, from the middle of July to the middle of October, mainly in August.

The breeding site related autumn migration takes place above all from October to early November: Crested newt, Common newt and some Alpine newts. The males are here in a distinct majority. All species are in hibernation from mid-November on, only some Crested newt males are also active in December.

Actual population sizes as well as quantitative recording of individual species and sexes are calculated on the basis of the modified Lincoln-Peterson method. Estimated population sizes together with the number of actually caught specimens are shown in Tab. 5 and Fig. 1.

The Smooth newt is best collected with a catching net. This applies also for the catching of males — and a little less of females — of the Common newt, as long as the water is free from obstacles. In waters rich in obstacles males of the Common newt are unsatisfactorily and females poorly catchable. There are no sex specific differences in the Alpine newt, however, the species is even in waters free from obstacles not particularly easy to observe in some quantity.



Tab. 6 shows the representation of individual species investigated in 15 048 catches: 1. Smooth newt (47%), 2. Common newt (35%), 3. Alpine newt (14%), 4. Crested newt (4%). The dominating position of the Smooth newt is probably strongly influenced by the size of an unusually large population of the species in one of the ponds studied: 4500 specimens within three years. Exclusion of this particular breeding site produces the following corrected order: 1. Common newt (45%), 2. Smooth newt (29%), 3. Alpine newt (16%), 4. Crested newt (6%).

The following three species were found in all ponds investigated: Common newt, Smooth newt and Alpine newt. These species are represented there with relatively large populations, partly from 1000 to over 2000 specimens (Tab. 6 and 7). The high abundance of the Smooth newt is relatively unusual in the Federal Republic of Germany. Both Common newt and Smooth newt are the two dominating species. In waters of medium to large size, the Common newt dominates in all sun exposed localities while the Smooth newt dominates in shaded places. The Crested newt is nearly absent from small waters, while the Common newt becomes significantly less abundant in these places. The Common newt follows on the third place even if the small pond offers adequate sunny exposition.

Population sizes of all species are object of partly considerable fluctuations in numbers (Fig. 2). They appear to be initiated by variations in the reproduction rate in climatically different years; warm summers have very positive influence on the increase in numbers. (This increase becomes apparent after some two to three years in case of investigations restricted to breeding populations only).

Sex ratio ( $\sigma$  :  $\varphi$ ) is as follows: Alpine newt 1,3 : 1; Crested newt 1,6 : 1; Common newt 1 : 1 and Smooth newt 1 : 1, with occasionally negligible preponderance of males in the last two species.

### Schriften

- BLAB, J. (1978): Untersuchungen zu Ökologie, Raum-Zeit-Einbindung und Funktion von Amphibienpopulationen. — Schr.-R. Landschaftspflege Naturschutz, 18: 1-146. Bonn-Bad Godesberg.
- BUTZKE, H., GENSSLER, H., HAASE, H.-B., LOHMEYER, W., ROST F., TRAUTMANN, W., WACHTER, H. & ZERSCHWITZ, E. v. (1975): Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen, Teil I. — Schr.-R. Landesanstalt Ökol., Landschaftsentwickl. u. Forstplan. Nordrhein-Westfalen, 1. Recklinghausen.
- FELDMANN, R. (1968): Bestandsaufnahmen an Laichgewässern der vier südwestfälischen Molch-Arten. — Dortmunder Beitr. Landeskd., 2: 21-30. Dortmund.
- — — (1978): Ergebnisse vierzehnjähriger quantitativer Bestandskontrollen an *Triturus*-Laichplätzen in Westfalen. — Salamandra, 14: 126-146. Frankfurt am Main.
- GLANDT, D. (1980a): Die quantitative Vertikalverbreitung der Molch-Arten, Gattung *Triturus* (Amphibia, Urodela), in der Bundesrepublik Deutschland. — Bonn. zool. Beitr., 31: 97-110. Bonn.
- — — (1980b): Populationsökologische Untersuchungen an einheimischen Molchen, Gattung *Triturus* (Amphibia, Urodela). — 191 S. Diss. (unveröff.) Univ. Münster.

- HÖHNER, P. (1972): Quantitative Bestandsaufnahmen an Molch-Laidplätzen im Raum Ravensburg-Lippe. — Abh. Landesmus. Naturkde. Münster, **34**: 50-60. Münster.
- LÜTTRINGHAUS, C. (1980): Der Amphibienbestand zweier Gewässer des Kottenforstes während der Laichzeit und Untersuchungen zum Altersaufbau der Gras- und Springfrosch-Populationen. — 140 S. Examensarb. (unveröff.) Univ. Bonn.
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie. — Heidelberg (Quelle & Meyer).
- SEBER, G. A. F. (1973): The estimation of animal abundance and related parameters. — London (Griffin).
- STEINBORN, J. (1977): Untersuchungen zur Jahresperiodik der Fortpflanzung beim männlichen Kammolch (*Triturus cristatus cristatus* LAURENTI) in Abhängigkeit von Photoperiode und Wassertemperatur. — 61 S. Diss. (unveröff.) Univ. Göttingen.
- VIERTTEL, B. (1976): Die Amphibien Rhein Hessens unter besonderer Berücksichtigung der Umgebung von Oppenheim. — Mainzer naturwiss. Arch., **15**: 183-221. Mainz.

Verfasser: Dr. JOSEF BLAB und LUISE BLAB, über Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Institut für Naturschutz und Tierökologie, Konstantinstraße 110, 5300 Bonn 2.