

Die Bestände an Amphibien zur Laichzeit in drei Gewässern des Kantons Zürich

Von

HANSJÖRG BLANKENHORN, HANS BURLA,
PETER MÜLLER-MEYRE und MARIANNE VILLIGER

Aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich, Direktor: Prof. Dr. H. BURLA

Nachdem das Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz und die Vollziehungsverordnungen vom 27. Dezember 1966 am 1. Januar 1967 in Kraft traten, sind alle einheimischen Amphibien samt ihren Brutgewässern geschützt. Da in den letzten Jahrzehnten viele Gruben und Gewässer, die den Amphibien als Laichplatz oder Wohnraum dienten, zugeschüttet oder tiefgreifend verändert wurden, kommt an manchen Stellen des Landes der Schutz zu spät. Doch gibt es auch heute noch im Kanton Zürich Gewässer, in denen sich zur Laichzeit Amphibien in grosser Zahl einstellen. Wieviele Frösche, Kröten, Unken und Molche sich da zur Paarung und Laichablage zusammenfinden, ist schwer zu erraten. Ein geeignetes Verfahren erlaubt jedoch, die Tierbestände zu schätzen. Dieser Arbeit unterzogen sich im Frühling 1967 die elf Zoologiestudentinnen und -studenten Hansjörg Blankenhorn, Chasper Buchli, Nelly Fischer, Rudolf Forster, Paul Frei, Jean-Pierre Joss, Peter Müller, Franz Soland, Christian Speich, Georg Stamm und Marianne Villiger. Sie bildeten zwei Vierer- und eine Dreiergruppe, von denen jede ein Gewässer bearbeitete. Als Mitautoren dieses Berichtes wurden die Leiter jeder Gruppe ausgewählt.

Die Arbeit im Feld fand statt mit regierungsrätlicher Erlaubnis. Eine der Arbeitsgruppen hatte Kontakt mit Herrn Oberförster Hans Vögeli, Präsident des Zürcherischen Naturschutzbundes, dem an dieser Stelle für Verständnis und Rat gedankt sei. Herr Dr. H. P. Rüst, Zürich, beriet uns in der Wahl der statistischen Auswertungsmethode und lieferte die in Tabelle 3 enthaltenen Rechnungsergebnisse. In einer separaten Publikation (RÜST, 1969) berichtet er über die mathematischen Überlegungen, die seinem Beitrag zugrunde liegen. Schliesslich führte Herr Dr. J. Ott für uns eine Regressionsrechnung aus. Die Karl-Hescheler-Stiftung leistete an die Druckkosten einen Beitrag.

Methode

An einem Abend wurden möglichst viele Tiere mittels Netzen oder von Hand gefangen und durch Amputieren des dritten Zehenstrahls am rechten Vorderfuss markiert. Wie wir von anderen Markierungsversuchen wissen, hat dieser Eingriff, der meist nur eine halbe Zehle betrifft, für die Tiere keine nachteiligen Folgen. Die Wunden schliessen sich rasch und ohne Entzündung, und die Lebensfunktionen erscheinen nicht beeinträchtigt. Verstümmelungen solchen Ausmasses kommen auch in der Natur gelegentlich vor. Beim Markieren wurden die Tiere gezählt und unmittelbar nach dem Eingriff an der Fangstelle wieder ausgesetzt.

In Zeitabständen von zwei Tagen wurden die Fänge mehrmals wiederholt und in ihnen der Prozentsatz markierter Tiere bestimmt. Wenn sich die am Tag der Markierung vorhandene Population später durch Ein- und Auswanderung verdünnt, durch Wegzug und Tod ausserdem lichtet, wird der Anteil der Markierten im Lauf der Zeit kleiner. Daraus lässt sich nach der von JACKSON (1939) eingeführten Methode die Dichte der Ausgangspopulation schätzen. Es erwies sich aber, dass der Anteil Markierter in den aufeinanderfolgenden Fängen nicht abnahm. Vermutlich waren die Amphibien während der Untersuchungsperiode ortstreu und erhielten sich ohne merkliche Verluste. Deshalb benützten wir für die Schätzung der Bestandesdichte den LINCOLN- oder Proportionalitätsindex

$$P = \frac{N M}{R}$$

wobei P = geschätzte Anzahl Tiere im Gewässer, M = Anzahl der Tiere, die beim ersten Fang markiert wurden, sowie in unserem Fall N = Summe aller Tiere bei den darauffolgenden Fängen und R = Summe der markierten Tiere in N. Über die Berechnung der Streuung, des Variationskoeffizienten und der Vertrauensgrenzen für P informiert RÜST (1969).

Die drei Gewässer

Nach eingehenden Beratungen wurden drei Gewässer zur Bearbeitung ausgewählt: der Gross-See, die Grube Lochrüti und der Kindhuser Weiher.

Der Gross-See liegt im Zürcher Weinland nördlich der Thur, auf dem Gebiet der Gemeinde Kleinandelfingen. Er ist 82 m lang, 49 m breit, die grösste Tiefe beträgt 3,1 m, die Oberfläche 3195 m². Wird angenommen, dass die Form des Seekörpers einer Kugelkalotte gleicht, so berechnet sich sein Volumen nach der Formel $h(3r^2 + h^2)/6$ auf rund 5000 m³. Seiner Entstehung nach ist er einer der Locheisseen, von denen in diesem Gebiet etwa ein Dutzend erhalten blieben. In den Moränen des sich zurückziehenden Thurgletschers befanden sich abgebrochene Eismassen, die nach dem Schmelzen Mulden zurückliessen. Oberirdisch hat der See weder einen Zufluss noch einen Abfluss. Er wird vom Regenwasser, das von der Umgebung gegen den See hindurchsickert, gespeisen. Dank eines wasserundurchlässigen Grundes trocknet er während des ganzen Sommers nie aus, ist also ein ständiges Gewässer. Das flache

Südwestufer ist spärlich, das steile Nordufer dichter bewachsen. Besonders günstig für die Entwicklung der Amphibien wirken sich ausgedehnte Hornblattbestände und der Planktonreichtum aus. Der Hornblattbestand bildet ein Floss, auf dem sich die Wasserfrösche zur Paarungszeit versammeln.

Die Grube Lochrüti befindet sich auf halbem Weg zwischen Wangen und Brüttli-sellen beim Schützenhaus Wangen. Die Grube senkt sich ungefähr 10 m tief in das ebene Feld ein. Ihre Länge misst 40 m, die Breite 32 m, die grösste Tiefe 0,7 m; die Oberfläche wird auf 1500 m² geschätzt, das Wasservolumen auf 450 m³. Der Wasserstand schwankt periodisch. Normalerweise steht nur die Hälfte des Grubengrundes unter Wasser. Bei längerer Trockenheit enthalten nur noch wenige Löcher Wasser. Dagegen ist nach kräftigem Regen der ganze Grund überflutet. Die Grube wurde ausgehoben zum Abbau von Lehm und Kies. Zum Teil ist sie bereits wieder zugeschüttet und soll nach Auskunft des Pächters in den nächsten zwei Jahren ganz aufgefüllt werden. Der steilen Nordwesthalde entlang zieht sich eine dichte Brachlandvegetation, während das flachere Südufer weniger hoch bewachsen ist. An der steilen Nordosthalde wird Schutt abgelagert.

Der Kindhuser Weiher liegt südöstlich von Kindhusen in einer alten Kiesgrube. Es ist ein kleiner, flacher Grundwassertümpel, und der Wasserstand ist starken Schwankungen unterworfen. Am 26. Mai 1967, zu Beginn der Arbeit, war er nur eine kleine, flache Wasseransammlung von unregelmässiger, dreigliedriger Form. Bis zum 4. Juni hatte die Wasseroberfläche dank ausgiebiger Regenfälle beträchtlich zugenommen, und am 16. Juni füllte der Weiher den ganzen Grubenboden aus, das Doppelte der anfänglichen Fläche. An diesem Tag betrug seine Länge 36 m, die Breite 20 m. Die grösste Tiefe betrug 1,3 m und lag etwa 3,5 m vom Südwestufer entfernt, während die kleinsten Werte im nordöstlichen, flach auslaufenden Teil des Weihers gemessen wurden. Die Oberfläche wird auf 700 m² geschätzt, das Volumen auf 460 m³. Das umliegende Gebiet ist zum grössten Teil aufgeschüttetes Brachland, das allmählich im Laufe der Jahre überwachsen wurde. Das Südwestufer, ein steiler Abhang, ist nur spärlich mit hochgewachsenen Grasbüscheln und kräftigen Sauerampfern bewachsen. Das Südostufer, früher teilweise eine Schutthalde, unterteilt sich in eine dichtbewachsene, steile und eine steinige, flachere Uferregion. Das nordöstliche Ufer steigt wenig an, ist hügelig und zeigt einen unregelmässigen, aber üppigen Grasbewuchs. Nördlich liegt ein flach ansteigender, lehmiger Boden, der einige Rohrkolben, Riedgrasbüschel und junge Weiden trägt und bei hohem Wasserstand überflutet ist. Offensichtlich von den Amphibien bevorzugte Aufenthaltsplätze sind die flachen, gut bewachsenen süd- und nordöstlichen Uferregionen und die schwimmenden Laichkrautbestände.

Die festgestellten Amphibienarten

In allen drei Gewässern wurden Bergmolch (*Triturus alpestris*), Kammolch (*T. cristatus*), Fadenmolch¹ (*T. helveticus*), Grasfrosch (*Rana temporaria*), Wasser-

¹ Im Gross-See fraglich.

frosch (*Rana esculenta*), Laubfrosch (*Hyla arborea*), Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und Kreuzkröte² (*Bufo calamita*) festgestellt, im Gross-See und im Kindhuser Weiher ausserdem noch Teichmolch (*T. vulgaris*), in der Grube Lochrüti und im Kindhuser Weiher schliesslich noch Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und Erdkröte (*Bufo bufo*). Damit belief sich die Anzahl nachgewiesener Amphibienarten auf 8–9 für den Gross-See, auf 10 für die Grube Lochrüti und auf 11 für den Kindhuser Weiher.

Die Geburtshelferkröte lebt im Uferböschungsbereich versteckt und wird deshalb an allen drei Fangplätzen als selten beurteilt. Funde der Erdkröte kann man durchwegs als zufällig bezeichnen, denn Laichzeit und Metamorphose waren bei dieser Art während unserer Arbeitszeit schon vorbei. Übereinstimmende Häufigkeit in allen drei Gewässern erreichten der Bergmolch (*Triturus alpestris*) und Fadenmolch sowie der Gras- und Wasserfrosch. Der Gross-See und der Kindhuser Weiher gleichen sich im Urodelenbestand, die Grube Lochrüti und der Kindhuser Weiher im Anurenbestand.

Im Gross-See hielten sich die Urodelen tagsüber in den dichten Beständen des rauhen Hornblattes auf, während sie nachts die flacheren Uferpartien aufsuchten und die Schwimmpflanzen nur als Fluchtversteck benutzten. Zu Beginn der Voruntersuchungen, anfangs Mai, wurden noch vereinzelt Grasfrösche festgestellt. Während der Zählung fanden sich von dieser Art nur noch Larven. In den Schwimmpflanzen wurden häufig Larven der Geburtshelferkröte gefunden, obwohl nie adulte Tiere dieser Art in der Gegend beobachtet wurden. Das gleiche gilt auch für die Kreuzkröte.

In der Grube Lochrüti hielten sich die Molche vor allem im Rohrkolbengürtel auf, am Nordwestende eher unter Betonblöcken und in Characeenwiesen. Die Gelbbauchunke war zu Beginn der Untersuchung selten, später trat sie häufiger auf. Erdkröten wurden nur vereinzelt angetroffen. Die Kreuzkröten fanden sich häufig in Pfützen nahe dem Ufer. Laichschnüre dieser Art wurden Ende Mai beobachtet.

Im Kindhuser Weiher wurden etwa zehn Grasfrösche gefangen, Gelbbauchunke

Tabelle 1. Wetterbedingungen während 8 Fangtagen am Gross-See. Bei den Temperaturen (in Celsiusgraden) steht die vordere Zahl für den Anfang, die hintere Zahl für das Ende der Fangnacht. Die Angabe der Regenmenge (in Millimetern) stammt von der meteorologischen Station in Andelfingen.

Datum	Temperatur		Regen		
	Luft	Wasser	Luft	Wasser	
23. 5.	7	6	15	15	11,4
25. 5.	6	6	13	13	15,8
27. 5.	10	9	18,5	16,5	—
29. 5.	12	11	17	16,5	3,0
31. 5.	10	8	15	14	9,6
2. 6.	10	7	17	15	—
4. 6.	13	8	19	16,5	—
6. 6.	15	12	20,5	19,5	—

² Im Gross-See, wo die Bestimmung nach Larven erfolgte, handelte es sich vermutlich um die Erdkröte (*Bufo bufo*).

und Geburtshelferkröte nur gehört. Kreuzkröten waren selten. Das Fehlen der Kreuzkröte stimmt bedenklich, denn früher war die Art hier häufig; offenbar wurde ihr Wohnraum bereits zugeschüttet.

Fangzeiten und Fangbedingungen

Das Datum der Tage, an denen gesammelt wurde, ist in Tabelle 2 verzeichnet. Durchwegs wurde am Abend mit dem Fang begonnen, der sich in einigen Fällen bis in den Morgen des folgenden Tages erstreckte. Die Gruppe, die den Kindhuser Weiher bearbeitete, widmete sich jeweils von 18 Uhr an während 2 bis 3 Stunden dem Molchfang. Nachdem die gefangenen Tiere klassifiziert und gezählt waren, folgte der Fang von Anuren, der bis Mitternacht dauerte. In der Grube Lochrüti begann die Arbeit regelmässig nach der Abenddämmerung und hielt 2½ bis 3½ Stunden lang an. Am Gross-See wurde meist von Einbruch der Nacht bis zum Morgengrauen des folgenden Tages gefangen, in der Regel von 21 bis 04 Uhr. Die an diesem Gewässer beschäftigte Gruppe notierte sich Angaben über das Wetter zur Fangzeit und gewann den Eindruck, die Fangerträge seien stark von der Temperatur des Wassers und der Luft abhängig. Im folgenden Abschnitt wird näher auf die Erfahrungen dieser Gruppe eingegangen.

Am 23. 5. war der Himmel bewölkt und es regnete (Niederschlagsmengen in Tab. 1). Am 25. 5. stürmte es vom Abend bis Mitternacht heftig, Regenschauer fielen und die Temperaturen von Luft und Wasser sanken auf den tiefsten Stand während der Beobachtungsperiode. An diesem Tag wurden am wenigsten Wasserfrösche gefangen, und auch die Berg- und Kammolche gingen spärlich ins Netz (Tab. 2). An den beiden folgenden Fangabenden war das Wetter schön, doch fielen vom 27. bis 31. 5. die Luft- und Wassertemperaturen nach einer kurzen Erwärmung erneut. Mit Verzögerung sanken in dieser Zeitspanne auch die Fangerträge, um anschliessend zusammen mit den Temperaturen wieder anzusteigen. Am 31. 5. regnete es wieder stark. Am 2. 6. war der Himmel bedeckt und im Lauf der Nacht erfolgte ein Kälteeinbruch; in dieser Nacht fiel die Ausbeute an Urodelen minimal aus. An den beiden restlichen Fangtagen war das Wetter schön, mit einer starken Abkühlung in der Nacht auf den 5. 6. und einem Warmlufteinbruch am 6. 6., der mit einem Anstieg im Ertrag aller drei Amphibienarten zusammenfiel.

Die vermutete Abhängigkeit des Fangertrages wurde mit den Methoden der multiplen linearen Regressionsrechnung auf ihre Sicherung geprüft. Als unabhängige Variable wurden 3 Faktoren getestet: Wasser- und Lufttemperatur, je gemittelt zwischen erster und letzter Ablesung, sowie die Differenz zwischen beiden. Als abhängige Variable dienten die Fangzahlen, die unter den Symbolen M und N in Tabelle 2 enthalten sind, getrennt für die 3 Arten sowie für das Total der 3 Arten. Einzig die Kombination «Wasserfrosch/Wassertemperatur» ergab mit einem $F_{1,5} = 8,29$ eine gesicherte positive Regression. Der eine Freiheitsgrad kommt der Regression zu, während die 5 übrigen Freiheitsgrade auf die Streuung der Einzelwerte um die Regressionsgerade entfallen.

Dass bei Amphibien die Aktivität abhängt von der Temperatur, war zu erwarten

Tabelle 2. Fangerträge, getrennt für Gewässer und markierte Arten. M = beim ersten Fang markierte Tiere; N = bei späteren Fängen eingebrachte Tiere; R = Tiere in N, die sich als markiert erwiesen. Die Kolonne rechts aussen gibt den Wiederfangertrag in Prozenten.

			1	2	3	4
Art		Datum	M	N	R	$\frac{R}{N} \cdot 100$
Gross- see	<i>Triturus alpestris</i>	23. 5.	94			
		25. 5.		84	9	10,7
		27. 5.		86	13	15,1
		29. 5.		119	17	14,3
		31. 5.		85	10	11,8
		2. 6.		65	13	20,0
		4. 6.		133	17	12,8
	<i>Triturus cristatus</i>	23. 5.	150			
		25. 5.		86	37	43,1
		27. 5.		88	43	48,8
		29. 5.		105	44	41,9
		31. 5.		92	42	45,7
		2. 6.		64	27	42,2
		4. 6.		100	48	48,0
	<i>Rana esculenta</i>	23. 5.	259			
		25. 5.		84	15	17,9
		27. 5.		234	54	23,1
		29. 5.		357	75	21,0
31. 5.			171	36	21,1	
2. 6.			159	34	21,4	
4. 6.			393	75	19,1	
6. 6.			546	75	13,7	
Grube Lochrüti	<i>Triturus alpestris</i>	26. 5.	66			
		28. 5.		34	11	32,4
		30. 5.		70	7	10,0
		1. 6.		22	3	13,6
		3. 6.		8	1	12,5
		5. 6.		89	9	10,1
		7. 6.		37	8	21,6
	<i>Bufo calamita</i>	26. 5.	134			
		28. 5.		180	46	25,6
		30. 5.		26	1	3,8
		1. 6.		81	15	18,5
		3. 6.		98	24	24,6
		5. 6.		1	0	0,0
		7. 6.		1	0	0,0
	<i>Hyla arborea</i>	26. 5.	184			
		28. 5.		155	84	31,0
		30. 5.		6	3	50,0
		1. 6.		95	23	24,2
3. 6.			106	33	31,1	
5. 6.			27	4	14,8	
7. 6.			77	15	19,5	
9. 6.			21	5	23,8	

			1	2	3	4
	Art	Datum	M	N	R	$\frac{R}{N} \cdot 100$
Grube Lochrüti	<i>Rana esculenta</i>	26. 5.	8			
		28. 5.		36	5	13,9
		30. 5.		78	0	0,0
		1. 6.		24	1	4,2
		3. 6.		32	3	9,4
		5. 6.		33	1	3,0
		7. 6.			15	1
Kindhuser Weiher	<i>Triturus alpestris</i>	23. 5.	142			
		25. 5.		199	15	7,5
		27. 5.		143	19	13,3
		29. 5.		254	23	9,0
		31. 5.		175	14	8,0
		2. 6.		94	11	11,7
		4. 6.		162	16	9,9
	<i>Triturus cristatus</i>	23. 5.	33			
		25. 5.		31	3	9,7
		27. 5.		35	2	5,7
		29. 5.		67	4	6,0
		31. 5.		32	3	9,4
		2. 6.		24	1	4,2
		4. 6.		37	4	10,8
<i>Hyla arborea</i>	25. 5.	24				
	27. 5.		45	6	13,3	
	29. 5.		10	0	0,0	
	31. 5.		0	0	0,0	
	2. 6.		30	2	6,7	
	4. 6.		15	3	20,0	
<i>Rana esculenta</i>	29. 5.	62				
	31. 5.		43	12	28,0	
	2. 6.		72	14	19,4	
	4. 6.		78	16	20,5	

und ist bekannt (TESTER and BRECKENRIDGE, 1964; BLAIR, 1960; PEARSON, 1955). Auch Niederschläge oder Luftfeuchtigkeit (PEARSON, 1955) haben auf die Aktivität der Tiere einen Einfluss, doch kommt ein solcher in unseren Daten nicht zum Ausdruck, wohl wegen der allgemein tiefen Temperatur.

Wiederfang-Erträge

Die Fangzahlen finden sich in Tabelle 2. Sie bilden die Grundlage für die Schätzung der Bestandesgrössen. In der Anzahl der markierten Tiere wie auch im prozentualen Anteil der Markierten in den Wiederfängen bestehen grosse Unterschiede.

Der Kammolch ergab im Gross-See eine Wiederfangrate (100 R/N, Anteil Markierter in den Fängen) von 42–49%, in Kindhusen weniger als 11%. Dieser Unterschied kann zweierlei bedeuten; entweder wurden durch das Markieren in den beiden

Seen verschiedene Anteile der Population erfasst, oder das Ausbreitungsmuster der Tiere ist in den beiden Seen verschieden. Bei der nachfolgenden Schätzung wird auf die zweite Erklärung keine Rücksicht genommen.

Für den Laubfrosch schwankt in Lochrüti die Wiederfangrate zwischen 15 und 50%, doch sind diese Extremwerte unzuverlässig, beruhen sie doch auf kleinen Erträgen (N). Die anderen Fänge ergaben Wiederfangraten von 19 bis 31%. Der kleine Fang vom 9. Juni liegt in diesem Intervall. Die grossen Unterschiede in den Fangzahlen sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Art auf Umwelteinflüsse wie Temperatur und Wetter stark anspricht. Vielleicht ist auch die Laubfroschpopulation heterogen im Sinne, dass sich die bei der Markierung erfassten Tiere nur unter bestimmten Aussenbedingungen bei späteren Fängen wieder einfänden. Im Kindhuser Weiher sinkt die Wiederfangrate bis auf Null. Da dort nur 24 Tiere markiert wurden, sind solche Wiederfangraten allerdings zu erwarten. Ähnlich wie beim Laubfrosch verhalten sich die Ergebnisse bei der Kreuzkröte in Lochrüti. Zwar wurde bei guten Bedingungen eine grosse Anzahl Tiere markiert, doch zeigte sich bei den Fängen eine Abhängigkeit von den Aussenbedingungen, und die Fangzahlen N schwanken zwischen 1 und 180. Es scheint, dass bei Anuren, die nur kurze Zeit im Wasser verbringen, die Fangzahlen wegen des Einflusses der Bedingungen stärker schwanken als bei Urodelen und den stärker ans Wasser gebundenen Wasserfröschen.

Bei den Wasserfröschen schwanken die Wiederfangraten nur wenig: im Gross-See zwischen 14 und 23% und in Kindhusen bei allerdings nur drei Wiederfängen zwischen 19 und 28%. In Lochrüti sind die Wiederfangraten wegen der geringen Anzahl markierter Tiere unzuverlässig, doch zeigt es sich, dass trotzdem in sechs der sieben Wiederfänge markierte Tiere enthalten waren. Aus diesem Grunde eignet sich die Art gut für Versuche zur Dichtebestimmung.

Schätzung der Individuenzahlen

Tabelle 3 enthält, getrennt für Gewässer und Amphibienart, die geschätzte Individuenzahl (P) samt Streuung (S) und dem Variationenkoeffizienten (CV) sowie die zu P gehörigen Vertrauensgrenzen bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit. Bei P wie auch bei den Vertrauensgrenzen wurden die Werte auf das nächste Vielfache von 5 auf- oder abgerundet. In drei Zeilen, in denen der Variationskoeffizient 20% oder mehr beträgt, betrachten wir die Schätzung von P als wenig genau und daher annähernd nutzlos. In diesen Fällen sind entweder zu wenig Tiere markiert oder zu wenig gefangen worden. Bei einer Wiederholung der Arbeit würden wir darauf achten, dass die Zahl der Markierten über 100 beträgt, die Summe der Wiederfänge grösser als 500 ist und der Anteil der Markierten in den Fängen 12% nicht unterschreitet.

Die Schätzungen P lassen erkennen, dass sich die drei Gewässer in ihren Amphibienbeständen stark unterscheiden. Im Gross-See dominiert der Wasserfrosch, doch sind auch Berg- und Kammolche gut vertreten. Der wenig veränderliche Wasserstand, das beträchtliche Wasservolumen und die vielen Wasserpflanzen mögen für die drei Arten ideale Laich- und Entwicklungsbedingungen bedeuten. Andererseits ist anzunehmen, dass die im See ausgesetzten Karpfen die Nachkommenschaften

Table 3. Geschätzte Bestände P für 3 Gewässer und 5 Amphibienarten, samt Streuungen S, Variationskoeffizienten CV und Vertrauensgrenzen für P, sowie Dichte bezogen auf Oberfläche (Kolonne 5) und Wassermenge (6), schliesslich durchschnittliche Oberfläche (7) und Wassermenge (8), die jedem Individuum zur Verfügung steht, für jede Art gesondert berechnet.

		1	2	3	4	5	6	7	8
Gewässer	Art	P	S	CV in %	Vertrauens- grenzen für P	P/m ²	P/m ³	m ² /P	m ³ /P
Gross-See	<i>Triturus alpestris</i>	675	65	9,6	545– 805	0,21	0,13	4,7	7,4
	<i>Triturus cristatus</i>	330	14	4,1	305– 360	0,10	0,07	9,6	15,1
	<i>Rana esculenta</i>	1380	56	4,1	1265–1495	0,43	0,28	2,3	3,6
Lochrüti	<i>Triturus alpestris</i>	430	58	13,5	315– 550	0,29	0,96	3,5	1,0
	<i>Bufo calamita</i>	635	52	8,2	530– 740	0,42	1,42	2,4	0,7
	<i>Hyla arborea</i>	535	30	5,6	475– 595	0,36	1,19	2,8	0,8
	<i>Rana esculenta</i>	150	35	23,5	75– 220	0,10	0,33	10,1	3,0
Kindhusen	<i>Triturus alpestris</i>	1480	132	9,0	1210–1740	2,11	3,21	0,5	0,3
	<i>Triturus cristatus</i>	415	90	21,5	235– 600	0,60	0,91	1,7	1,1
	<i>Hyla arborea</i>	205	51	25,0	100– 305	0,29	0,44	3,4	2,3
	<i>Rana esculenta</i>	280	33	11,8	215– 350	0,40	0,61	2,5	1,6

der Amphibien wirksam in Schranken halten. In der Grube Lochrüti versammeln sich vor allem Kreuzkröten und Laubfrösche zum Laichen. Auch der Bergmolch erreicht einen stattlichen Bestand. Alle drei Arten kommen mit einem seichten Gewässer aus und leiden nicht darunter, wenn es im Sommer austrocknet. Vermutlich lockt das Gewässer Tiere aus grossem Umkreis zum Laichen an. Wieder anders zusammengesetzt ist die Amphibienfauna im Kindhuser Weiher. In stark unausgeglichem Verhältnis dominieren die Bergmolche. Da auch der Kammolch häufig ist, der Teichmolch wiederholt gefangen wurde und der Fadenmolch ebenfalls nachgewiesen ist, dürfte es sich um ein ideales Laichgewässer für Molche handeln. Laub- und Wasserfrösche kommen im Vergleich zum Bergmolch nur in mässiger Dichte vor. Mit seinem stark schwankenden Wasserstand, dem Unrat im Wasser und dem durch Schuttablagerungen verwüsteten Ufer erweckt der Weiher nicht den Eindruck eines optimalen Biotops, doch genügt er offenbar den Urodelen. Dass sich in ihm solche Mengen von Amphibien ansammeln, ist wohl weniger dem Weiher selbst, als der Umgebung zuzuschreiben. Sie bietet mit Wald auf zwei Seiten, mit Sumpf und Brachland auf den beiden anderen Seiten vielen Amphibien einen günstigen Lebensraum.

Die Tabelle 3 lässt sich auch lesen, indem von den Amphibienarten ausgegangen wird. Es zeigt sich, dass der Bergmolch und der Wasserfrosch in allen drei Gewässern mit grosser Häufigkeit vorkamen. Der Bergmolch erreichte mit $P = 1480$ Tieren ein Maximum in Kindhusen. Hier mag die Umgebung günstiger sein als an den beiden anderen Gewässern, die von Kulturland eingeschlossen sind. Der Wasserfrosch erreicht mit $P = 1380$ Tieren seinen grössten Bestand im Gross-See. Der Grund für die kleineren Bestandzahlen in der Grube Lochrüti und im Kindhuser Weiher liegt vermutlich darin, dass diese Gewässer im Sommer austrocknen können. Sowohl im Kindhuser Weiher wie am Gross-See sind die Kammolche in geringerer Zahl vertreten als die Bergmolche. Der Laubfrosch kommt in allen drei Gewässern vor, ist jedoch in der Grube Lochrüti besonders häufig. Entweder ist die Grube besonders günstig für diese Art, oder sie dient Tieren aus einem besonders grossen Kreis als Laichplatz. Im Kindhuser Weiher wurde die Population auf 205 geschätzt, eine Grösse, die beim Zählen am Gross-See sicher auch erreicht würde. Es scheint, dass in diesen beiden Gewässern der Laubfrosch Bestände von durchschnittlicher Grösse erreicht. Die Kreuzkröte fand sich nur in der Grube Lochrüti in grosser Zahl, was darauf schliessen lässt, dass der Ort gute Bedingungen für diese Art bietet. Die Bodenbeschaffenheit könnte hier eine Rolle spielen, da die Kreuzkröte sandigen Grund vorzieht. In den beiden anderen Gewässern wurden keine nennenswerten Bestände gefunden.

Beim Vergleich der Amphibienbestände ist allerdings zu bedenken, dass die drei Gewässer verschieden gross sind. In den 4 letzten Kolonnen der Tabelle 3 ist darauf Rücksicht genommen: in Kolonne 5 ist P bezogen auf die Oberfläche, in Kolonne 6 auf das Volumen des Gewässers. Die beiden folgenden Zahlenkolonnen enthalten die inversen Werte; sie geben an, wieviele Quadratmeter Oberfläche beziehungsweise Kubikmeter Wasser einem Individuum im Durchschnitt zur Verfügung stehen, getrennt für jede Art. Bei dieser Betrachtungsweise verändern sich die Verhältnisse im Vergleich der Gewässer. Nach Amphibiendichte an der Wasseroberfläche gleichen

sich Gross-See und Grube Lochrüti, während der Kindhuser Weiher in der Dichte der Bergmolchpopulation weit an der Spitze steht. Noch eindrücklicher kommt die Bedeutung kleiner, unansehnlicher Gewässer vom Typ Kindhuser Weiher und Grube Lochrüti als Amphibienlaichplätze zum Ausdruck beim Vergleich der Werte in Kolonne 6.

Besitzverhältnisse und Schutzwürdigkeit der Gewässer

Seitdem die Gemeinde Kleinandelfingen eine Güterzusammenlegung durchführte, gehört der Gross-See samt Uferregion und dem nordöstlich gelegenen Wäldchen zum Gemeindegebiet. Vorher schon, nämlich 1948, kam er unter den Schutz der «Zusätzlichen Verordnung betreffend Natur- und Heimatschutz über die Kleinseen in der Zivilgemeinde Kleinandelfingen». Damit ist für das Bestehen der Amphibienbestände im Gross-See nicht zu befürchten.

Die Kiesgrube Lochrüti ist gepachtet von einem Kieswerk, das die Verpflichtung übernommen hat, sie wieder aufzufüllen. Bereits ist ein grosser Teil des ehemaligen Grubengebietes zugeschüttet. Es gilt nun, den Verlust des letzten Teiles abzuwenden. Da der Platz einer grossen Anzahl von Amphibien zur Fortpflanzung dient, steht seine Schutzwürdigkeit ausser Frage.

Das Gebiet, in dem der Kindhuser Weiher liegt, ist im Besitz einer Kunststeinfabrik und eines Landwirts. Fortgesetzte Ablagerungen von Schutt und Schlamm haben den Weiher eingeengt, seine Umgebung verwüstet und den grössten Teil des Kreuzkrötenbiotops vernichtet. Um das Gewässer vor dem Zuschütten zu bewahren, pachtete das Zoologische Museum der Universität Zürich im Dezember 1964 den kleineren, dem Landwirt gehörenden Teil des Grundstückes, auf dem der Weiher liegt, doch kündete der Besitzer den Vertrag auf Ende 1967. Mit grossem Verständnis sicherte andererseits die Leitung der Kunststeinfabrik zu, dass in den nächsten Jahren kein Schlamm mehr in die Grube abgelagert wird, so dass für die nächste Zukunft der Bestand des Laichplatzes gesichert erscheint. Darüber hinaus sollte jede Möglichkeit, den Platz auf alle Dauer für Amphibien zu retten, genutzt werden. Aus den Ergebnissen unserer Arbeit ergibt sich eindeutig, dass der Schutz dieses Gewässers dringend angezeigt ist. Der Weiher zeichnet sich durch seinen Reichtum an Amphibienarten aus. Hier finden wir 11 der 13 in der Schweiz allgemein verbreiteten Amphibienarten, wobei der Bestand an Bergmolchen, Wasser- und Laubfröschen zeitweise ausserordentlich hoch ist. Die hohen Bestandesdichten zeigen an, dass der Weiher zur Laichzeit aus einem weiten umliegenden Gebiet Zuzug erhält. Seine Zerstörung liesse sich nicht verantworten, denn sie würde in grossem Umkreis die Amphibien in ihrem Bestehen gefährden.

Diskussion

Der LINCOLN-Index ergibt nur unter bestimmten Voraussetzungen zuverlässige Schätzungen. Zwei der wichtigsten Voraussetzungen sind erstens, dass die markierten und wieder ausgesetzten Tiere sich so gleichmässig unter die unmarkierten mischen und sich alle Tiere so gleichartig verhalten, dass beim Wiederfang für jedes

Tier, markiert oder unmarkiert, die gleiche Wahrscheinlichkeit besteht, gefangen zu werden, zweitens, dass sich in der Zeitspanne zwischen Markieren und Wiederfang die Population weder durch differentielle Mortalität noch durch Zu- und Abwanderung verändert (HAYNE, 1949; TURNER, 1960). Ob die erste Voraussetzung in allen Teilen erfüllt ist, wissen wir nicht, doch rechnen wir mit der Möglichkeit, dass nicht alle Tiere im Gewässer gleich aktiv sind. Dabei ist anzunehmen, dass die aktiven Tiere mit grösserer Wahrscheinlichkeit ins Netz gelangen als die inaktiven; in diesem Fall wird die Bestandesschätzung zu niedrig ausfallen. Dagegen sind wir der Ansicht, die zweite Voraussetzung sei erfüllt; diese Annahme treffen wir auf Grund der Beobachtung, dass während der Wiederfangzeit der Anteil der Markierten weder zu- noch abnahm. Nach allen diesen Überlegungen glauben wir, dass unsere Schätzungen der Amphibienbestände in der Gewässern zuverlässig sind; falls wir uns täuschen, so werden die Schätzungen eher zu niedrig als zu hoch sein.

Mit der Kenntnis der Amphibienbestände in den drei Laichgewässern ist noch keine Einsicht gewonnen in die Bestände des ganzen Amphibienwohngebietes. Zum vornherein war zu befürchten, dass während der kurzen Beobachtungszeit nicht alle Altersklassen und vor allem die Weibchen nicht vollzählig im Laichgewässer vorhanden waren. Für andere Arten ist tatsächlich bekannt, dass Jungtiere die winterlichen Schlupfwinkel nicht zur gleichen Zeit verlassen wie die Alttiere, dass die Weibchen später das Laichgewässer aufsuchen und es früher wieder verlassen als die Männchen und dass ganz allgemein nur ein Teil der Amphibienpopulation aktiv ist (TESTER and BRECKENRIDGE, 1964; PEARSON, 1955).

Die recht hoch ausgefallenen Schätzwerte sowie die Aussicht, dass die wirklichen Bestände noch grösser sind, dürfen nicht dazu verleiten, die Amphibienfauna in den betreffenden Gebieten als individuenreich, daher gesichert und nicht schutzbedürftig anzusehen. Bei den untersuchten Populationen handelt es sich um Konzentrationen von Tieren aus einem weiten Umkreis. In einem bestimmten Laichgewässer sind die Konzentrationen um so dichter, je weniger solche Gewässer das Gebiet enthält. Um ermassen zu können, ob die Amphibien des Schutzes bedürfen, müssen wir weit mehr kennen als ihre Bestandesgrössen in drei ausgewählten Gewässern; vor allem kommen wir nicht aus ohne eine Kenntnis aller Laichgewässer sowie des Verteilungsmusters und der Dichte der Tiere ausserhalb der Laichzeit und ausserhalb der Gewässer.

Beim Vergleich der Arten ist dieselbe Vorsicht am Platz wie bei der Beurteilung jedes einzelnen Schätzwertes. Unterschiede im geschätzten Bestand verschiedener Arten mögen die wirklichen Verhältnisse wiedergeben, oder sie mögen darauf beruhen, dass während der Beobachtungsperiode nicht jede Art durch einen gleichen Teil ihres vollen Bestandes im Gewässer vertreten war. Die gleiche Überlegung ist am Platz beim Vergleich der geschätzten Bestände verschiedener Gewässer.

Zusammenfassung

In 3 Weihern wurden Amphibien gefangen, markiert und am Fangplatz wieder freigesetzt. In Zeitabständen von 2 Tagen wurden die Fänge wiederholt. Aus dem zahlenmässigen Verhältnis der Markierten zu den Unmarkierten in den Wieder-

fängen liessen sich die Bestände schätzen (Tab. 3). In jedem Gewässer wurden auf diese Weise nur die 3 oder 4 häufigsten Amphibienarten bearbeitet.

Für den Bergmolch (*Triturus alpestris*) wurden an allen 3 Gewässern grössere Bestände geschätzt, während der Kammolch (*T. cristatus*) nur in 2 der Weiher auftrat und dies mit kleineren Beständen. Im grössten Gewässer, dessen Wasserstand während des ganzen Jahres hoch ist, erreichte der Wasserfrosch (*Rana esculenta*) als einziger Froschlurch einen grossen Bestand. In weitaus kleinerer Zahl war er auch in den 2 anderen Weihern vertreten.

Literatur

- BLAIR, W. F. (1960): A breeding population of the Mexican Toad (*Bufo valliceps*) in relation to its environment. *Ecology* 41, 165-174.
- HAYNE, D. W. (1949): Two methods for estimating population from trapping records. *Journal of Mammalogy* 30, 399-411.
- JACKSON, C. H. N. (1939): The analysis of an animal population. *J. Animal. Ecol.* 8, 238-246.
- PEARSON, P. G. (1955): Population ecology of the Spadefoot Toad, *Scaphiopus holbrooki* (Harlan). *Ecological Monographs* 25, 233-265.
- RUEST, H. (1969): Schätzung der Amphibienbestände in einem Teich durch ein Wiederfangverfahren. *Vierteljahrsschrift der Nat. Ges. Zürich*, Jg. 114.
- TESTER, J. R. and BRECKENRIDGE, W. J. (1964): Population dynamics of the Manitoba Toad, *Bufo hemiophrys*, in Northwestern Minnesota. *Ecology* 45, 592-601.
- TURNER, F. B. (1960): Size and dispersion of a Louisiana population of the Cricket Frog, *Acris gryllus*. *Ecology* 41, 258-268.