

Eine Methode der quantitativen Bestandsaufnahme von Molch-Populationen in Gewässern

Mit 1 Abbildung im Text

ANDREAS ARNOLD

1. Problemstellung

Heute steht der Feldherpetologe vor der schwierigen Aufgabe, sich innerhalb kurzer Zeit über den Molchbestand einer großen Zahl von Gewässern einen Überblick verschaffen zu müssen. Das ist von zunehmender Wichtigkeit, um z. B. die Bedeutung und die Schutzwürdigkeit von Molchlaichgewässern einschätzen zu können.

Eine Methode, den Molchbestand zu ermitteln, besteht darin, das gesamte Gewässer von Molchen leerzufangen [4, 5], was schon bei kleinen übersichtlichen Gewässern aufwendig, bei großen unmöglich ist. Der Vorteil, die Molche zweifelsfrei nach Art und Geschlecht bestimmen zu können, wird mit dem Nachteil erkauft, einen nicht bestimm-
baren Prozentsatz der Population zu übersehen.

Bei der Methode nach BENTON und WERNER [1] wird eine möglichst große Anzahl von Tieren gefangen und markiert (meist durch Zehenamputation) und in das Gewässer zurückgesetzt. Nach einer angemessenen Zeit, in der sich die markierten und unmarkierten Tiere annähernd gleichmäßig gemischt haben, läßt sich beim Wiederfang aus dem Anteil beider die Gesamtzahl der Tiere im Gewässer berechnen. Das ist eine sehr elegante Methode die allerdings ebenfalls aufwendig ist. Ihr Ergebnis ändert sich mit wachsendem Zeitaufwand, weil sich immer ein Teil der Population noch an Land befindet und zwischen Land- und Wassertieren Austausch erfolgt.

Oft ist das Wasser trübe oder der Gewässerboden dicht mit Pflanzen bewachsen, so daß Molche nur beim Atemholen an der Wasseroberfläche sichtbar werden. Das ist der Ansatzpunkt der im folgenden vorgeschlagenen Methode, mittels der Frequenz des Atemholens der Molche den Molchbestand eines Gewässers zu bestimmen oder zumindest zu prüfen, ob im Gewässer Molche anwesend sind. Diese Methode erfordert, den Einfluß mehrerer Faktoren auf die Frequenz des Atemholens quantitativ zu erfassen, um ihn berücksichtigen zu können. Hier wird die experimentell ermittelte Abhängigkeit der Frequenz des Atemholens von der Temperatur dargestellt und methodisch berücksichtigt.

2. Abhängigkeit der Frequenz des Atemholens der Molche von der Wassertemperatur

2.1. Methodik der Experimente

Als Versuchstiere dienten Molche, *Triturus alpestris* (Laurenti), *T. vulgaris* (L.), *T. cristatus* (Laurenti), aus Gewässern in der Umgebung von Langenbach, Krs. Zwickau, sowie Jungtiere (Körperlänge 25 bis 30 mm) des Krallenfrosches, *Xenopus laevis* Daud. Die Molche wurden während der Laichperiode den Gewässern entnommen, in Gefäße eingesetzt und während 24 Stunden an die jeweilige Temperatur gewöhnt. In der ersten Versuchsreihe, die der Ermittlung individueller Unterschiede diente, wurde jedes Tier einzeln beobachtet und der genaue Zeitpunkt eines jeden Atemholvorganges notiert. In der zweiten Versuchsreihe wurden bis 6 Tiere der gleichen Art in

einem Gefäß gehältert, um nur die Summe der Atemholvorgänge zu notieren (Strichliste) und diese auf eine Stunde und ein Tier zu beziehen. Beobachtungsdauer war in der Regel eine Stunde. Alle Tiere eines Gefäßes wurden so nacheinander bei mehreren Wassertemperaturen zwischen 12°C und 25°C gehalten. Die Ergebnisse in Abb. 1 sind Mittelwerte aus mehreren Versuchsansätzen.

Hälterungsgefäße waren ein im Freiland befindliches Betonbassin mit etwa 1 m³ Inhalt und Schüsseln und Eimer aus Plaste. Es wurden in Größe und Farbe einheitliche Gefäße verwendet. Für die zweite Versuchsreihe war nur ein Gefäß erforderlich.

Als am besten geeignet erwies sich der Kammolch, denn Teichmolch und Bergmolch zeigten nach wenigen Tagen Hälterung, besonders nach heftigem Temperaturwechsel, ein starkes Bestreben, das Wasser zu verlassen. Sie störten dann den Versuchsablauf durch ständiges Schwimmen an der Wasseroberfläche. Während der Hälterung klebten die Molche wiederholt ihre Eier einzeln an die Gefäßwände oder gaben ganze Eischüre ab, die bis zu 11 Eier enthielten (Teichmolch) und wie Krötenlaich durch ein Gallertband verbunden waren. Pflanzen sind als Laichsubstrat nicht unbedingt notwendig.

Gefüttert wurden die Versuchstiere nicht oder nur sparsam mit Wasserflöhen, *Daphnia spec.* Das hatte wohl zur Folge, daß ein 126 mm langes Kammolch-♀ (Kopf-Rumpf-Länge 67 mm) ein 79 mm langes (KRL 46 mm) Teichmolch-♀ verschlang, so daß noch etwa 10 mm des Teichmolch-Schwanzes aus dem Maul des Kammolches hervorsahen. Nach 5 bis 10 Minuten hatte der Kammolch sein Opfer wieder ausgewürgt, wahrscheinlich, um Atem holen zu können. Das Teichmolch-♀ blieb ohne Schaden und verhielt sich normal, also unbeeinflusst von den Kammolchen im selben Gefäß.

2.2. Experimentelle Ergebnisse zur Frequenz des Atemholens als Abhängige der Wassertemperatur

Von den drei Arten der Sauerstoffaufnahme der Amphibien sind die Sauerstoffaufnahme über die Körperoberfläche und die Buccopharyngeal-Atmung in sauerstoffreichem Wasser bei niederen Temperaturen ausreichend, so daß Amphibien unter einer geschlossenen Eisdecke zu überwintern vermögen. Der Feuersalamander, *Salamandra salamandra* (L.), ist in sauerstoffreichem Wasser bei Temperaturen $\leq 12^\circ\text{C}$ in der Lage, seinen Sauerstoffbedarf durch diese beiden Atemformen zu decken. Er müßte oberhalb 12°C als dritte Atemform das Atemholen an der Wasseroberfläche nutzen, wozu er nicht fähig sein soll [3].

Aus der Abb. 1 geht hervor, daß das Atemholen der untersuchten Molche wahrscheinlich bei Temperaturen unter 10°C nicht mehr stattfindet und die Temperatur-Abhängigkeit ihrer Luftatmung somit in doppeltlogarithmischer Darstellung als Bild einer konvex gekrümmten Linie zu erwarten ist. Das bestätigt besonders die Kurve 4 in Abb. 1. Diese Kurve steht damit im Gegensatz zum konkav gekrümmten Funktionsbild des Kiemenatmers (Goldfisch, Kurve 12).

Unterschiede im Atemholen der Molche bestehen zwischen den Arten, zwischen Tieren verschiedenen Alters und wahrscheinlich auch zwischen den Geschlechtern (Abb. 1, Teichmolch). Hinzu kommen gewiß auch individuelle Unterschiede, die sich in den untersuchten Versuchstiergruppen ausmitteln. Die Frequenz des Atemholens steigt mit zunehmender Aktivität der Tiere. Ihre Variationsbreite aufgrund aller hier untersuchten physiologischen Gruppen einer Molchart (Kammolch) kann bei ein und derselben Wassertemperatur eine Zehnerpotenz betragen. Die Auswertung zeigte allgemein bei kleineren Tieren steilere Kurven.

3. Methode der quantitativen Erfassung der Molch-Populationen

Zur Beobachtung ist ein überschaubarer Gewässerteil auszuwählen, der durch Markierungen abgegrenzt werden kann. Dieser Teil sollte repräsentativ für das Gesamtgewässer sein, auch bezüglich der Wassertiefe, weil z. B. der Kammolch im Gegensatz zu Berg- und Teichmolch tieferes Wasser bevorzugt, was falsche Relationen zwischen den Arten vortäuschen kann. Die Molche ziehen pflanzenreichen Gewässerboden gegenüber

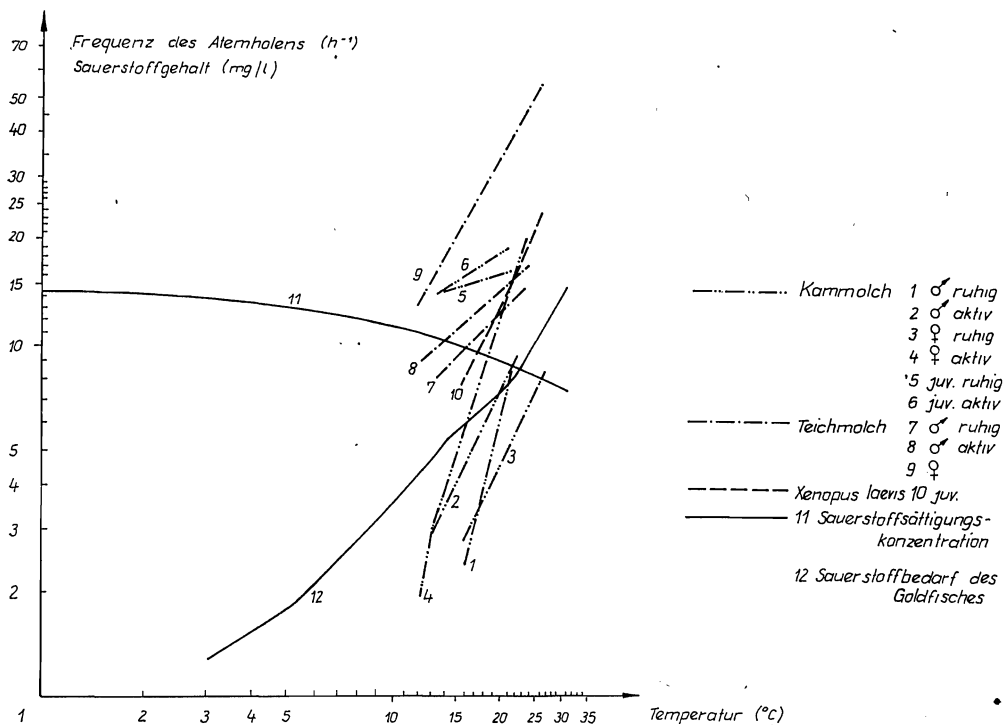


Abb. 1. Frequenz des Atemholens bei Kammolch, *Triturus cristatus* (Laurenti), und Teichmolch, *T. vulgaris* (L.), als Funktion der Wassertemperatur. Sauerstoffsättigungskonzentration nach ELMORE u. HAYES 1960. Sauerstoffbedarf des Goldfisches, *Carassius auratus auratus* (L.), nach MATSUI 1971, aus [6].

solchem ohne Deckung vor. Auch Sonne und Schatten beeinflussen die Dichte der Molchpopulation, was in Steinbruchgewässern festgestellt wurde. Um sicherzugehen wird man mehrere Beobachtungsfelder wählen und für diese ein mittleres Ergebnis berechnen.

Die Temperatur, für die man aus der graphischen Darstellung (= Eichkurve) die zugehörige Frequenz des Atemholens eines einzelnen Molches abliest, muß am Gewässerboden gemessen werden, weil sich dort die Molche die längste Zeit aufhalten. Sie ist dort meist niedriger als an der Wasseroberfläche.

Zur Begrenzung der zu beobachtenden Fläche ist ein schwimmender Rahmen aus Holzleisten zu empfehlen, der am Beobachtungsort zusammengefügt werden kann. Er sollte je nach Bestandsdichte, verfügbarer Beobachtungszeit, Gewässermorphologie usw. etwa 2 bis 20 m² Fläche einschließen. Die Abdrift des Rahmens kann mittels Arretierung begrenzt werden.

Versuchsweise wurde der Rahmen auch mit durchsichtiger Polyäthylenfolie bespannt. Wenn unter der Folie Luft war, verhielten sich die Molche normal. Andernfalls schwammen sie bis 1 Minute lang heftig unter der Folie umher, gaben dabei Luftblasen ab und sanken daraufhin „resignierend“ auf den Gewässerboden zurück. Von dort begannen sie nach mehreren Minuten Aufenthalt schließlich einen weiteren Atemholversuch. Trotz besserer Registriermöglichkeit ist das Bespannen mit Folie abzulehnen, weil dadurch verfälschte Ergebnisse entstehen und bei mehrfacher Verhinderung des Atemholens Tiere ersticken können.

Anhand der registrierten Atemholvorgänge auf der durch Rahmen begrenzten Fläche kann die Anzahl der Molche je beobachtete Fläche und im gesamten Gewässer rechnerisch ermittelt werden. Die Individuenanzahl unter der beobachteten Fläche ergibt sich,

wenn die Anzahl der auf dieser Fläche registrierten Atemholvorgänge pro Stunde durch die aus einer Eichkurve abgelesene Anzahl der Atemholvorgänge pro Individuum und Stunde dividiert wird. Abb. 1 enthält die Eichkurven, die eine Abhängigkeit von der Wassertemperatur berücksichtigen. Ein geübter Beobachter vermag Bergmolch, Kammolch und Teichmolch auch aus größerer Entfernung nach Art und Geschlecht zu unterscheiden, wenn diese zum Luftholen an die Wasseroberfläche kommen. So ist es möglich, auch bei dieser Methode eine quantitative Bestandsaufnahme der Arten und Geschlechter der Molche durchzuführen.

4. Diskussion

Die Frequenz des Atemholens ist von mehreren zu berücksichtigenden Faktoren abhängig. SEELIG [7] hat z. B. den Ruheumsatz bei Fröschen anhand der Atmung gemessen und fand dabei folgende Einflußfaktoren: Haltungstemperatur, Jahreszeit, Fütterung und als wichtigste die motorische Aktivität der Tiere. FACHBACH [3] fand an Alpensalamandern, *Salamandra atra* Laurenti, ein Ansteigen der Frequenz der Buccopharyngeal-Atmung kurz vor der Häutung auf das 4- bis 8-fache! Ich habe an Molchen keine derartig großen intraindividuellen Unterschiede in der Frequenz des Atemholens an der Wasseroberfläche feststellen können. Die jeweils unterschiedliche Verfassung der Tiere bezüglich der Häutung wird in der vorgeschlagenen Methode der Bestandserfassung durch die Vielzahl der beobachteten Exemplare ausgeglichen.

Das gleiche gilt für den ebenfalls individuellen Einflußfaktor Futteraufnahme und Ernährungszustand, ebenso für die Körpergröße, die aber bei geschlechtsreifen Molchen relativ wenig variiert.

Ein sehr wichtiger, schwer zu erfassender Faktor ist die Aktivität der Molche. Sie ist geschlechtsspezifisch, zu Beginn der Fortpflanzungsperiode bei den ♂♂, am Ende derselben bei den ♀♀ höher. Sie ist auch vom Stadium der Laichperiode und vom Wetter abhängig. Sonne und Windstille wirken aktivitätssteigernd. Der Faktor Aktivität ist schwer zu quantifizieren. Ein mögliches Kriterium wäre die pro Zeiteinheit zurückgelegte Wegstrecke. Individuelle Schwankungen sind hier weniger problematisch. Unbekannt ist die Größe des Einflusses der Wassertiefe. Es leuchtet jedoch ein, daß ein Molch, der aus großer Tiefe zum Luftholen emporschwimmt, im Vergleich zu Molchen in flachen Pfützen einen zusätzlichen Sauerstoffverbrauch hat. Das Absinken nach dem Luftholen ist weitgehend passiv und daher vielleicht zu vernachlässigen. Aber wegen des Auftriebes wird wahrscheinlich mit zunehmender Tauchtiefe das nutzbare Atemvolumen abnehmen. Nach meinen Beobachtungen können Teich- und Bergmolch bis mindestens 4 m tief tauchen, der Kammolch noch erheblich tiefer, jedoch gewiß nur innerhalb des Epilimnions (ca. 6–10 m Tiefe).

Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist vor allem temperaturabhängig. Oberhalb von 15°C hat er wahrscheinlich sehr geringen Einfluß.

Die Temperatur ist zweifellos einer der wichtigsten Einflußfaktoren. Sie wurde in Abb. 1 berücksichtigt.

Die vorgeschlagene Methode ermöglicht eine schnelle Einschätzung des Molchbestandes in Laichgewässern. Ihre größte Unsicherheit resultiert aus der begrenzten Gültigkeit einer Eichkurve der Frequenz des Atemholens. Für die möglichen charakteristischen Gewässerbedingungen eines Untersuchungsgebietes müßte ein Satz von Eichkurven angelegt werden. Eine gewisse Schwankungsbreite (auch aufgrund schwer erfaßbarer Einflüsse) muß zugunsten eines geringeren methodischen Gesamtaufwandes gegenüber anderen Methoden [1, 4, 5] in Kauf genommen werden. Es empfiehlt sich, die vorgeschlagene Methode vor allem auf Kleingewässer anzuwenden. Das Dichtegefälle der Molch-Populationen in großen Gewässern sollte durch Erfassungen auf mehreren kleinen Flächen von „Holzrahmengröße“ stichprobenhaft ermittelt werden, bevor die Populationsgröße des gesamten Gewässers errechnet wird.

Zusammenfassung

Es wird versucht, die Abhängigkeit der Frequenz des Atemholens bei Molchen von verschiedenen Einflußfaktoren, insbesondere der Temperatur, zu erfassen und die gewonnenen Beziehungen für die quantitative Erfassung von Molch-Populationen in Gewässern zu verwerten. Beobachtungen bei der Hälterung der Molche werden mitgeteilt.

Summary

Experiments on newts are carried out in order to demonstrate the frequency of their taking breath being dependent on different influential factors, on temperature in particular, and to utilize the newly obtained relations for the quantitative registration of newt-populations in waters. Informations about observations with regard to the accomodation of newts in basins are given.

Literatur

- [1] BENTON, A. H., & W. E. WERNER (1958): Field biology and ecology. — New York
- [2] ELMORE, H. L., & T. W. HAYES (1960): Solubility of Atmospheric Oxygen in Water. — Proc. Am. Soc. Civil. Eng. **86**, 41—53
- [3] FACHBACH, G. (1972): Ständiger Wasseraufenthalt beim Feuersalamander, *Salamandra salamandra*. — Salamandra **8**, 1, 43—45, Frankfurt am Main
- [4] FELDMANN, R. (1978): Ergebnisse vierzehnjähriger Bestandskontrollen an *Triturus*-Laichplätzen in Westfalen (Amphibia: Caudata: Salamandridae). — Salamandra **14**, 3, 126—146, Frankfurt am Main
- [5] HÖRNER, P. (1972): Quantitative Bestandsaufnahme an Molch-Laichplätzen im Raum Lippe-Ravensberg. — Abh. Landesmus. Naturkde. Münster, **34**, 50—60, Münster
- [6] PIECHOCKI, R. (1978): Der Goldfisch, *Carassius auratus auratus* und seine Varietäten. — 3. Aufl., A. Ziemsen-Verl. Wittenberg
- [7] SEELIG, E. (1957): Der Ruheumsatz des Frosches unter Berücksichtigung der ihn beeinflussenden Faktoren. — Diss., Kiel

Eingang: 19. 10. 1981

ANDREAS ARNOLD, DDR - 9513 Langenbach, Wildenfelser Str. 34