Der Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) als Prädator von Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria*)

von Rudolf Malkmus

In a forest pond in the Spessart mountains (northwestern Bavaria, Germany) was observed that tadpoles of the Common Frog (Rana temporaria) were put under predator pressure by the Stickleback (Gasterosteus aculeatus) during their whole development. This fish induced heavy injuries on tail and hind limbs of the tadpoles and produced a permanent stress situation. A large percentage of the tadpoles formed predator-induced aggregations in high density in the most shallow parts of the pond. Consumption of additional energy for regeneration of tails and limbs, as well as crowding effects and reduced quantity of food in consequence of the dense permanent aggregations probably gave rise to an extremely long period of larvae development (up to 190 days) and to the reduced size of the metamorphosed froglets.

Unter den heimischen Kleinfischen gelten neben der Elritze (*Phoxinus phoxinus*) die beiden Stichlingarten (*Pungitius pungitius* und *Gasterosteus aculeatus*) als Prädatoren von Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria*) (Heusser & Schlumpf 1971, Clausnitzer 1983, Glandt 1983, Schlüpmann & Günther 1996).

Glandt (1983) führte Beute-Räuber-Tests unter Laborbedingungen mit beiden Stichlingarten, denen er Grasfroschlarven (Länge 12 – 36 mm) als Beute bot, durch. Wurden den Fischen ausschließlich Grasfroschlarven geboten, war deren Mortalitätsrate sehr hoch. Hatten sie die Wahl zwischen diesen Larven

Abb. 1: In diesem Teich im Lehngrund wurde die Räuber-Beute-Beziehung zwischen Stichlingen und Grasfrosch-Larven beobachtet. (Foto: R. Malkmus)

und einer Alternativbeute (ausschließlich Tubifex), wurden letztere präferiert und die Larvenmortalität war gering. Der Autor schloss daraus, „daß in natürlichen Situationen (Freiland) bei hinreichendem Nahrungsangebot Stichlinge in der Regel keinen nennenswerten Anteil an der Gesamt-Mortalität von Grasfrosch-Larvenpopulationen haben."

Nachfolgend einige Anmerkungen zu Beobachtungen in „natürlicher Situation", die sich allerdings deutlich von den aus den Tests gezogenen Schlussfolgerungen durch Glandt unterscheiden.

Beobachtungsort war ein 10 x 20 m großer quellgespeister Teich in einem mit Hochbuchenwald bestandenem Tal im östlichen Spessart (Lehngrund, zwischen Lohr und Partenstein, 220 m NN). Das Gewässer hat eine maximale Tiefe von ca. 2 m und weist seitlich des Abflusses zahlreiche Flachzonen (Wassertiefe 1 – 5 cm) auf. Diese sind mit Kleiner Wasserlinse (*Lemna minor*) überzogen und mit Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium*), Schwaden (*Glyzeria fluitans*) und Seggen (*Carex* sp.) durchwachsen. Der gesamte Teichgrund ist mit einem dichten Rasen des Teichfadens (*Zannichellia palustris*) bewachsen, der bis zur Wasseroberfläche reicht. Im Gewässer befindet sich eine individuenstarke Population des Dreistacheligen Stichlings (*Gasterosteus aculeatus*).

Ende März 2007 setzten Grasfrösche 76 Laichballen in den Flachzonen ab. Die in der zweiten Aprilhälfte ausschwärmenden Larven wurden in großer Menge von den Stichlingen erbeutet. Diese bewegten sich zum Teil in die Flachzonen hinein oder hielten sich an deren Rand auf, um die ankommenden Quappen abzufangen.

Mehrere Anfang Juli durchgeführte Kescherproben deckten eine etwas aberrante Dispersionsverteilung der Kaulquappen auf. Wo immer ich im Teich kescherte (selbst im submersen, Deckung bietenden Gewirr der Teichfadenfluren), bekam ich nur einzelne Larven ins Netz. In den Flachzonen hingegen drängten sie sich in dichten Aggregationen (Gosner-Stadium durchwegs > 30; ein geringer Teil stand bereits kurz vor der Metamorphose) auf engstem Raum zusammen. Aggregationen von Grasfroschlarven entstehen in der Regel aus thermischen Gründen oder durch Nutzung einer Nahrungsressource (z.B. Tierkadaver) und haben nur kurzzeitig Bestand; über einen längeren Zeit-

raum halten sie sich im Übergangsbereich Wasser-Land kurz vor der Metamorphose (Gosner > 42). Bei den oben beschriebenen, über mehrere Wochen hinweg circadian permanent aufrechterhaltenen Aggregationen in den Flachzonen des Waldteiches handelte es sich um solche, die durch räuber-induzierte Verhaltensänderungen ausgelöst worden waren, mit dem Ziel, den von Stichlingen ausgeübten Prädationsdruck zu minimieren. Das Risiko, von einem Räuber lokalisiert zu werden verringert sich für das Individuum durch Aggregationsbildung (Griffiths & Denton 1993). Die durch den Prädationsdruck beeinflusste Dispersion der Larven des Waldteiches unterscheidet sich deutlich vom Verteilungsmuster, wie es ohne diesen massiven Druck in Abhängigkeit vom jeweiligen Entwicklungsstadium zu erwarten wäre (vgl. Breuer & Viertel 1990).

Eine ähnliche Beobachtung, bei der der Prädationsdruck allerdings von Salmoniden ausging, machte ich am Planaisee in den Schladminger Tauern (1800 m). In diesem Gewässer befanden sich Larven von *Bufo bufo* und *Rana temporaria*. „Während die *Bufo bufo*-Quappen bei Beunruhigung (z.B. fester Tritt auf den Uferrand) in Richtung Seegrund flüchteten, verharrten *Rana temporaria*-Larven in dicht gedrängten Gruppen in den flachsten Uferzonen und bewegten sich erst bei massiverer Bedrohung vom Land her in kurzen, blitzschnell ausgeführten Schlenkern 10–15 cm weit vom Ufer weg, um sofort wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren (Ursache: vermutlich extremer Prädationsdruck durch Forellen)“ (Malkmus 2007). Nach Konrad Lorenz (1971) könnte dieses Verhalten als durch „Trauma erworbene

Abb. 2: Im Aquarium jagte der Stichling vorzugsweise Grasfrosch-Larven und biss ihnen Teile des Schwanzes ab. (Foto: R. Malkmus)

Vermeidungsreaktion“ bezeichnet werden. Bereits Augert & Joly (1994), die in Fischteichen in Ostfrankreich Untersuchungen zur Dispersionsdynamik von Grasfroschlarven durchführten, stellen die Vermutung an, dass „a factor which might influence tadpole dispersion was the presence of fishes.“

Die oben erwähnten Kescherproben zeigten auch, welch enormem Prädationsdruck die Larven ausgesetzt waren: von 430 erbeuteten Kaulquappen hatten nur 4 unversehrte Schwanzflossen. Alle übrigen (99,1 % !) wiesen Verletzungen des Ruderschwanzes (Substanzverlust zwischen 30 und 70 %) auf, 18 % hatten abgebissene Füße, vereinzelt fehlten auch die Tibien. Die in diesem Waldteich registrierten und als Prädatoren der Quappen in Frage kommenden räuberischen Wasserinsekten und deren Larven (z.B. Dysticidae, Notonecta, Nepa, Anisoptera) verzehren ihr Opfer in aller Regel ohne Rückstand und beißen nicht Organe oder Organteile ab, so dass ausschließlich der Stichling als Urheber dieser Läsionen in Betracht kommt.

Ein Stichling, den ich mit einer Grasfroschlarve in einem Aquarium hielt (Gosner 34–35), verfolgte diese den ganzen Tag über und riss in bis zu sechs Attacken in Folge – wobei die Quappe auf einer Strecke von bis zu 25 cm geradezu durch das Wasser getrieben wurde – kleine Stückchen aus dem Schwanzgewebe. Begegnete er ihr frontal, bewegte er sich schräg nach unten, schwamm unter ihr hindurch, um so an das Schwanzende zu gelangen. Nach ca. 12 Stunden war die Länge des Ruderschwanzes so stark reduziert, dass die Quappe nur noch zu Taumel- und Kreisschwimmen in der Lage war, schließlich auf dem Boden liegen blieb und keinerlei Fluchtversuche mehr unternahm.

Nach Einsetzen von 16 weiteren Larven des Grasfrosches und der Erdkröte (*Bufo bufo*) jagte der Stichling neben Larven von Wasserinsekten, Tubifex und Wasserflöhen unentwegt den ganzen Tag über vorzugsweise Grasfroschlarven. Er spürte sie im feinästigen Gewirr des Teichfadens ebenso sicher auf wie unter abgestorbenen Erlenblättern und in Steinspalten. Wo der Teichfaden eine sehr hohe Dichte aufwies, hatte der Stichling jedoch Schwierigkeiten, diesen Bewuchs zu durchdringen. An solchen Stellen bildeten sich im Lauf der Zeit kleine Aggregationen von Grasfroschlarven, die dort unbehelligt blieben. Die Dichte submerser Vegetation bezeichnete bereits Clausnitzer (1983) als

Abb. 3: Stichlinge (Gasterosteus aculeatus) wurden zusammen mit Kaulquappen im Aquarium gehalten. (Foto: biopix)

entscheidende Voraussetzung für eine Koexistenz von Stichling und Grasfroschlarven.

Obwohl ich stundenlang alle im Aquarium sich abspielenden Vorgänge beobachtete, konnte ich nicht einen einzigen Angriff des Stichlings eruieren, der auf die Erdkrötenlarven abzielte. Angelockt durch die Ruderschwanzbewegungen, schwamm der Stichling die Larven zwar häufig an, drehte aber regelmäßig 5–10 mm vor ihnen wieder ab. Auch die Larven selbst ließen bei Annäherung des Fisches keinerlei Fluchtreaktionen erkennen. Diese Beobachtung deckt sich mit der Glandt's (1984), wonach Larven der Erdkröte vom Stichling sogar nach längerem Hungern gemieden werden. In der Literatur wird oft darauf hingewiesen, dass aus dem Gewebe verletzter Erdkrötenlarven Schreckstoffe diffundieren und Bitterstoffe sie für viele Räuber ungenießbar machen (z.B. Breuer 1992). Unklar bleibt jedoch, wodurch die Vermeidungsreaktion eines Räubers bei unverletzten Einzeltieren ausgelöst wird.

Fallen jung schlüpfende Grasfroschlarven dem Stichling in großen Mengen zum Opfer, überschreiten die Larven etwa mit dem Gosner-Stadium 25 das Limit der Größenordnung der Beute, die die Fische noch bewältigen können (gape limited predator). Allerdings fallen die Larven deshalb keineswegs aus dem Beutespektrum des Stichlings. Sie werden weiterhin unentwegt verfolgt und gewissermaßen nur noch partiell konsumiert, indem ihnen regenerierbare Körperteile abgebissen werden.

Es liegen bisher keine Untersuchungen vor, die darüber Auskunft geben, ob oder wie sich diese Verletzungen von Schwanz und Gliedmaßen auf die weitere Entwicklung der Grasfroschlarven auswirken. Die wenigen Publikationen zu dieser Thematik – allerdings bezogen auf andere Anurenarten – zeigen, dass der Verlust an Schwanzsubstanz artspezifisch unterschiedlich beantwortet wird. Kaum erkennbare Folgen wurden bei Larven nordamerikanischer Frösche (*Rana catesbeiana*, *Rana sphenocephala*) eruiert (Wilbur & Semlitsch 1990). Untersuchungen durch Figiel & Semlitsch (1991) und Semlitsch (1990) an Larven von *Hyla chrysoscelis* zeigten, dass erst bei einem Verlust von 75 % Schwanzsubstanz und die dadurch ausgelöste Fortbewegungsbeeinträchtigung sich die Prädationsrate durch Krebse und Libellenlarven erhöhte. Bei Larven der Unke *Bombina orientalis* führten Schwanzverletzungen zu einer Verlängerung der Larvalperiode und geringerer Größe der metamorphosierenden Tiere (Parichy & Kaplan 1992).

In der von mir untersuchten Population der Grasfroschlarven dürften folgende Erscheinungen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Verletzungen stehen: die sehr unterschiedliche, zum Teil extrem lange Entwicklungszeit der Larven und die etwas unter dem Durchschnitt liegende Größe der metamorphosierenden Tiere. Schlüpmann & Günther (1996) subsummieren in einer Tabelle 15 aus verschiedenen europäischen Ländern stammende Angaben zur Entwicklungsdauer von der Eiablage bis zur Metamorphose. Diese beansprucht danach nur selten >110 Tage. In unserem Fall lag sie zwischen 110 und 190 Tagen. Das Gros der Larven (ca. 60 %) metamorphosierte nach 125–135 Tagen, Einzeltiere erst nach 180–190 Tagen.

Die Entwicklungsverzögerung und das individuell sehr unterschiedliche Erreichen des Metamorphosestadiums ist vermutlich auf die enorm hohe Verletzungsrate, auf den individuell unterschiedlichen Schweregrad und die Häufigkeit der Läsionen, sowie auf die kontinuierliche Stresssituation (Crowdingeffekt; Verknappung der Nahrungsressourcen durch Reduktion des Aktionsradius in den Flachzonen; Attacken der Stichlinge), der die Larven unterworfen waren, zurückzuführen. Unter den geschilderten Bedingungen muss während der zweiten Hälfte der Larvalzeit für Regenerationsabläufe zusätzlich Energie investiert werden (vgl. Hadorn 1961). Die Möglichkeit der Energiezufuhr

durch Nahrungsaufnahme wird aber aus oben genannten Gründen eingeschränkt.

42 frisch metamorphosierte Schlüpflinge maßen durchschnittlich 12,6 mm (min. 10,6 mm, max. 14,7 mm). In einem nicht mit Stichlingen besetzten Nachbargewässer hatten die Schlüpflinge eine durchschnittliche Länge von 12,9 mm. Der Unterschied erscheint gering, doch wirkten viele der Schlüpflinge aus dem mit Stichlingen besetzten Teich weniger voluminös und teilweise abgemagert. Ob dadurch ihre Vitalität eingeschränkt war, ob sie dadurch Prädatoren an Land häufiger zum Opfer fielen oder Fekundität verzögert eintrat (vgl. Lima & Dill 1990), ist unbekannt und dürfte auch schwer zu ermitteln sein.

Literatur

Augert, D. & P. Joly (1994): Dispersal of *Rana temporaria* tadpoles in large fishponds. - Alytes 12: 31-40

Breuer, P. (1992): Amphibien und Fische - Ergebnisse experimenteller Freilandunteruchungen. - Fauna und Flora Rheinland-Pfalz, Beiheft 6: 117-133

Breuer, P. & B. Viertel (1990): Zur Ökologie von Erdkrötenlarven (*Bufo bufo*) und Grasfroschlarven (*Rana temporaria*). - Acta Biol. Benrodis, Düsseldorf 2: 225-244

Clausnitzer, H.J. (1983): Zum gemeinsamen Vorkommen von Amphibien und Fischen. - Salamandra 19: 158-162

Figiel, C.R. & R.D. Semlitsch (1991): Effects of nonlethal injury and habitat complexity on predation in tadpole populations. - Canadian J. Zool. 69: 830-834

Glandt, D. (1983):Experimentelle Untersuchungen zum Beute-Räuber-Verhältnis zwischen Stichlingen, *Gasterosteus aculeatus* (L.) (Teleostei), und Grasfroschlarven, *Rana temporaria* L. (Amphibia). - Zool.Anz. 211: 277-284

Glandt, D. (1984): Laborexperimente zum Beute-Räuber-Verhältnis zwischen Dreistacheligem Stichling, *Gasterosteus aculeatus* L. (Teleostei), und Erdkrötenlarven, *Bufo bufo* L. (Amphibia). - Zool. Anz. 213: 12-16

Griffiths, R.A. & J. Denton (1993): Interspecific associations in tadpoles. - Anim. Behav. 44: 1153-1157

Hadorn, E. (1961): Experimentelle Entwicklungsforschung an Amphibien. - Springer-Verl. Berlin, Göttingen, Heidelberg, 102 S.

Heusser, H. & H.U. Schlumpf (1971): Elritzen fressen gezielt Kaulquappen. - DATZ 24: 29-32

LIMA, S.L. & L.M. DILL (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. - Canadian J. Zool. 68: 619-640

LORENZ, K. (1977): Die Rückseite des Spiegels - Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. - Piper; München, 318 S.

MALKMUS, R. (2007): Zur Verbreitung der Amphibien, Reptilien und Libellen in den Ostalpen (4. Nachtrag). - Nachr. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg 1o8: 55-67

PARICHY, D.M. & R.H. KAPLAN (1992): Developmental consequences of tail injury on larvae of the Oriental fire-bellied toad, *Bombina orientalis*. - Copeia 1992: 129-137

SCHLÜPMANN, M. & R. GÜNTHER (1996): Grasfrosch - *Rana temporaria* LINNAEUS, 1758.- In: GÜNTHER, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. - Gustav Fischer, Jena: 412-454

SEMLITSCH, R.D. (1990): Effects of body size, sibship, and tail injury on the susceptibility of tadpoles to dragonfly predation. - Canadian J. Zool. 68: 1027-1030

WILBUR, H.M. & R.D. SEMLITSCH (1990): Ecological consequences of tail injury in Rana tadpoles. - Copeia 1990: 18-24

Anschrift des Verfassers:

Rudolf Malkmus, Schulstraße 4, 97859 Wiesthal

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: 109_2008

Autor(en)/Author(s): Malkmus Rudolf

Artikel/Article: Der Stichling (Gasterosteus aculeatus) als Prädator von Larven des Grasfrosches {Rana temporaria) 35-42