

Freilandbeobachtungen über Abortivgebilde und larvale Extremitätenschäden beim Feuersalamander (*Salamandra salamandra terrestris*) mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen vom Verfasser

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über Abortivgebilde und larvale Extremitätenschäden bei Feuersalamanderlarven unter natürlichen Bedingungen berichtet. 30 untersuchte Weibchen setzten durchschnittlich 2,2 Abortivgebilde ab. Dazu gehören unbefruchtete Eier, Missbildungen und nicht lebensfähige Embryonen sowie totgeborene Larven. Im untersuchten Bachlauf wurden regelmäßig Larven und metamorphosierte Jungsalamander mit Extremitätenschäden oder -verlusten aufgefunden. Allerdings konnten diese Beschädigungen erst bei fortgeschrittener Entwicklung beobachtet werden. Die kleinsten Larven hatten zu diesem Zeitpunkt bereits eine durchschnittliche Gesamtlänge von 34 mm. Nach ausführlicher Diskussion werden als Ursache dieser Schädigungen Prädationsversuche von Wasserspitzmäusen (*Neomys fodiens*) angenommen.

Abstract

This is a report on degenerative abortions and larval damages of the limbs in the larvae of the fire salamander under natural conditions. 30 investigated females produced on average 2,2 degenerative abortions. Among these are unfertilized eggs, deformations, not viable embryos, and abortive larvae. Larvae and just metamorphosed animals with damages or losses of the limbs were found regularly in the investigated brook. These damages however could only be found in larvae in advanced stages of development. At this time the smallest larvae were on average already 34 mm long (totallength). Most likely, these injuries were caused by water shrews (*Neomys fodiens*) attempting to prey upon the salamander larvae.

Einleitung

Die Larven des Feuersalamanders besiedeln in Mitteleuropa bevorzugt kleinere, fischfreie Quellbäche. Die carnivoren Larven sind als Top-Räuber gut geeignet, diese Fließwasserbereiche zu charakterisieren, zumal ihre ökoenergetische Einbindung mit den flussabwärts sich anschließenden Fischgemeinschaften zu vergleichen ist (THIESMEIER-HORNBERG 1988). Oberhalb der Forellenregion haben die Salamanderlarven nur wenige natürliche Feinde. Allerdings kann es unter bestimmten Bedingungen zu Kannibalismus kommen (MALKMUS 1974, DEGANI & MENDELSSOHN 1979, DEGANI et al. 1980). Frisch verwandelte Jungsalamander können dagegen, zumindest in Landfallen, von größeren Laufkäfern erbeutet werden (THIESMEIER 1990 b). Missbildungen oder Totgeburten beim Feuersalamander haben wegen ihres regelmäßigen Auftretens schon sehr früh das Interesse und die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen (z.B. SCHULTZE 1905, GROCHMALICKY 1909, KÖRSCHOLT & FRITSCH 1910, KAUFMAN 1913) und werden bis heute beschrieben und diskutiert (BREGULLA 1987, CABELA 1987).

Doch fehlen bisher quantitative Daten, die die verschiedenen Arten der möglichen Abortivgebilde oder Degenerate (unbefruchtete Eier, in der Entwicklung zurückgebliebene Embryonen, Missgeburten oder tote Larven) unter natürlichen Bedingungen belegen. In der vorliegenden Arbeit werden quantitative Daten zur Missbildung von neugeborenen Salamanderlarven vorgelegt. Hinzu kommen Beobachtungen über Beschädigungen oder Verluste von Extremitäten, die weitere Aufschlüsse über Räuber-Beute-Beziehungen der Larven im natürlichen Lebensraum geben können.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Die vorliegenden Ergebnisse wurden im Rahmen einer dreijährigen Freilandstudie zur Ökologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders gewonnen, die im Niederbergischen Land (Nordrhein-Westfalen) zwischen 1985 und 1987 durchgeführt wurde. Wesentliche Aspekte dieser Untersuchungen wurden bereits publiziert oder sind im Druck (THIESMEIER 1987, 1990 a, 1990 b, THIESMEIER & SCHUHMACHER 1990, THIESMEIER-HORNBERG 1988). In diesen Arbeiten finden sich zum Teil ausführliche Beschreibungen über das Untersuchungsgebiet sowie über die Untersuchungsmethoden, so dass an dieser Stelle darauf verzichtet werden kann.

Weibchen Gewicht (g)	Anzahl abgesetzter, unversehrter Larven	Abortivgebilde		
		A	B	C
32,32	31	1	0	0
30,81	30	0	0	0
28,04	39	1	4	0
27,74	36	0	0	0
31,00	30	0	4	1
24,34	36	0	1	0
22,72	27	0	1	1
24,98	31	1	1	1
37,21	46	0	1	0
34,16	31	1	0	0
21,94	31	0	0	0
31,83	58	1	0	0
32,78	28	1	1	0
29,40	54	4	1	2

24,10	11	1	0	0
18,65	27	0	0	0
28,78	46	0	2	1
27,00	35	0	2	0
27,79	38	1	0	0
28,85	19	4	2	0
28,19	41	3	1	0
38,23	41	3	0	1
27,82	34	0	0	0
34,16	24	0	0	0
26,18	8	0	1	0
30,35	27	2	0	1
38,29	42	0	0	0
26,91	24	3	0	0
29,61	35	3	4	0
27,42	30	1	0	1

Tabelle 1, oben:

Anzahl der abgesetzten Larven und Abortivgebilde von 30 Weibchen unter kontrollierten Bedingungen während der Laichzeit 1987. A: unbefruchtete Eier; B: Missbildungen und Embryonen, die in einem frühen, nicht lebensfähigen Zustand abgesetzt wurden; C: Totgeborene aber soweit äußerlich erkennbar, voll entwickelte Larven.

Tabelle 2, unten:

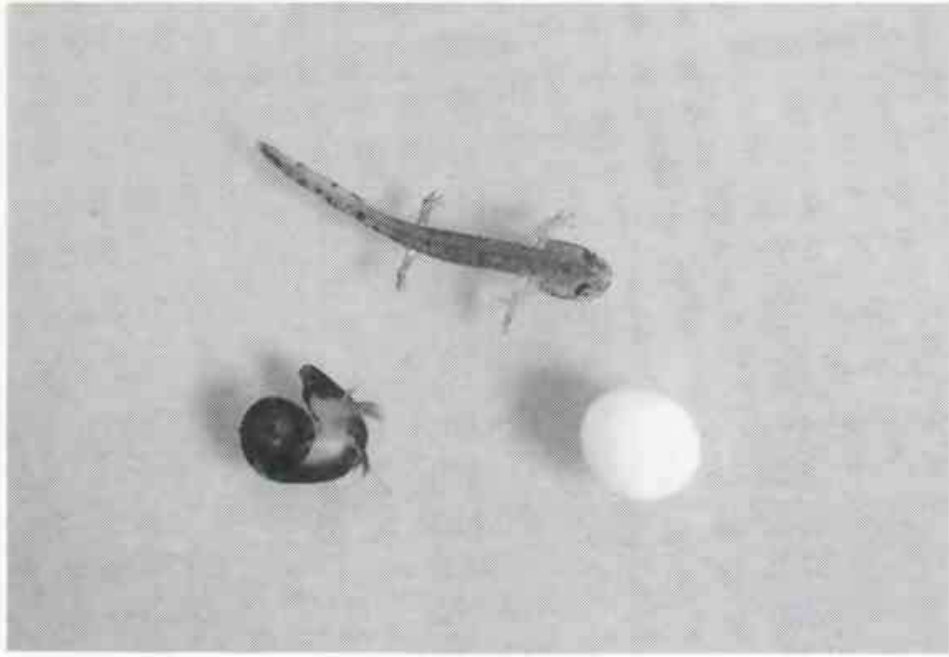
Anzahl der Larven in der Drift 1987 und ihr prozentualer Anteil an der Gesamtdrift, die beschädigte oder fehlende Extremitäten besaßen. Die Zahlen in Klammern geben die Gesamtzahl der driftenden Larven an.

Woche	Anzahl	%
12.	- (2)	-
13.	- (43)	-
14.	- (4)	-
15.	- (75)	-
16.	- (26)	-
17.	- (91)	-
18.	- (71)	-
19.	1 (30)	0,3
20.	1 (50)	0,2
21.	20 (62)	32
22.	5 (37)	14
23.	18 (72)	25
24.	11 (37)	30
25.	12 (21)	57
26.	14 (24)	58
27.	7 (15)	47

Ergebnisse und Diskussion Abortivgebilde

Bei den oben aufgeführten Untersuchungen setzten 30 Weibchen unter kontrollierten Bedingungen im Freiland ihre Larven ab. Auf diese Weise konnten auch quantitative Aussagen über die verschiedenen Abortivgebilde gesammelt werden. In Tab. 1 sind die Ergebnisse zusammen mit dem Gewicht der Weibchen und der Anzahl der abgesetzten Larven aufgeführt. Die untersuchten 30 Tiere setzten insgesamt 66 derartige Gebilde ab (31 unbefruchtete Eier, 26 Missbildungen und 9 totgeborene Larven), was einem Durchschnitt von 2,2 Abortivgebilden pro Weibchen entspricht.

In der Abb. 1 sind eine unversehrte Larve, ein unbefruchtetes Ei und eine stark missgebildete Larve im Vergleich abgebildet. In der Literatur wird immer wieder von solchen Funden berichtet, doch sind sie im Freiland wegen ihrer geringen Überlebenschancen selten zu finden. Bei Sektionen fand GROCHMALICKY (1909) unter 21 trächtigen Weibchen nur drei Tiere, die keine Abortivgebilde in den Uteri enthielten, und SCHULTZE (1905) fand in 12 Weibchen durchschnittlich 1,9 Degenerate pro Tier, was den vorliegenden Ergebnissen sehr nahe kommt. Missbildungen stellen demnach beim Feuersalamander keine Besonderheiten dar. Sie treten vielmehr regelmäßig auf. Die Ursachen für die Entstehung dieser Gebilde können nach den verschiedenen Autoren unterschiedlich sein. So können sowohl chemisch, physikalisch und trophisch bedingte Entwicklungsstörungen die Ursache



Abbildungen von oben nach unten:

Abb. 1: Neugeborene unversehrte Larve, Missbildung und unbefruchtetes Ei.

Abb. 2: Salamanderlarven mit Beschädigungen oder Verlusten der Extremitäten.

Abb. 3: Larve von *Cordulegaster boltoni*, die eine überwältigte Salamanderlarve schon weitgehend verzehrt hat.

sein als auch mechanischer Druck der dicht zusammengedrängten Embryonen in den Uteri (CABELA 1987). Bei den untersuchten 30 Weibchen fand sich ein leichter Trend zu vermehrten Abortivgebilden im Zusammenhang mit hohen oder sehr hohen Larvenzahlen. Von 11 Tieren, die zwischen 3 und 7 Degenerate produzierten (Durchschnitt bei allen Weibchen: 2,2 Degenerate) wurden im Durchschnitt 35,2 Larven abgesetzt (Durchschnitt bei den 30 Weibchen: 33,03 Larven).

Larvale Extremitätenschäden

In dem untersuchten Bachlauf wurden während der dreijährigen Untersuchungszeit regelmäßig Larven und metamorphosierte Jungtiere gefunden, die Schäden oder Verluste an ihren Extremitäten aufwiesen (Abb. 2). Diese zum Teil erheblichen Verstümmelungen konnten im Durchschnitt bei 36% aller metamorphosierten Jungsalamander während der drei Jahre festgestellt werden. 1987 wurden die Larven, die in den Driftnetzen gefunden wurden, auf diese Beschädigungen hin genauer überprüft. In der Tab. 2 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Auffallend ist, dass die Beschädigungen erst verstärkt in der 21. Woche (Mitte Mai) auftauchen, zu einem Zeitpunkt, an dem die Larven schon eine Durchschnittslänge von 34,0 mm erreicht haben. Diese Befunde widersprechen eindeutig den Spekulationen von GÜDEL (1984), der ähnliche Beobachtungen aus dem Wuppertaler Raum mit embryologischen Störungen in Verbindung bringt.

Als Ursache dieser Auffälligkeiten kommen nur Versuche von Prädation durch Fressfeinde oder Kannibalismus in Frage. Mechanische Beschädigungen, z.B. während der Abdrift bei Hochwasser, sind als Ursache unwahrscheinlich, da anzunehmen ist, dass kleinere Larven eher von Hochwassereinflüssen beschädigt werden müssten als größere, widerstandsfähigere Tiere. Über Kannibalismus bei Salamanderlarven unter natürlichen Bedingungen gibt es nur sehr wenige Berichte (DEGANI & MENDELSSOHN 1979, DEGANI et al. 1980). Eigene Beobachtungen in Versuchsaquarien und einer Fließrinne ergaben, dass Kannibalismus nur sehr selten auftrat. So gab es z.B. während der gesamten Versuchsdauer mit mehreren Dutzend Salamanderlarven in der Fließrinne (siehe hierzu THIESMEIER & SCHUHMACHER 1990) keinen Fall von Kannibalismus, obwohl die Tiere zeitweilig nicht gefüttert wurden. Nur bei hoher Larvendichte und in Verbindung mit fehlenden oder nur geringen Futtergaben kam es zur Prädation unter den Salamanderlarven in den Versuchsanlagen. Auch die Freilandbeobachtungen von DEGANI & MENDELSSOHN (1979) und DEGANI et al. (1980) ergaben, dass Kannibalismus vermehrt nur bei hohen Larvendichten verbunden mit einem geringen Futterangebot auftrat.

Allerdings konnte bei den eigenen Versuchen niemals beobachtet werden, dass sich die Larven gegenseitig die Extremitäten beschädigten. Beobachtungen aus einem stadtnahen Tümpel in Bochum, die allerdings nicht im Zusammenhang mit den geschilderten Versuchen standen, gaben ebenfalls aufschlussreiche Hinweise: Der Tümpel, in den Larven des Feuersalamanders aus einem höhergelegenen Bach eingespült werden, kann in den Monaten April und Mai Larvendichten von mehreren hundert Individuen auf 8 m² bis 10 m² aufweisen. Bei regelmäßigen Untersuchungen über mehrere Jahre wurde nicht eine Larve gefunden, die Beschädigungen oder Verluste an Extremitäten zeigte. Stichprobenartige Magenuntersuchungen erbrachten in diesem Fall auch keinen Hinweis auf Kannibalismus. Die Tiere ernährten sich in der Hauptsache von verschiedenen Zweiflügler-Larven (vor allem Chironomidae und Ceratopogonidae), Weichtiere (Gattung *Pisidium*) und Larven der Geburtshelferkröte, *Alytes obstetricans* (THIESMEIER unpub!).

Die aufgeführten Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass nur ein Räuber für die häufigen Extremitätenschäden verantwortlich sein kann. In Aquarierversuchen mit Libellen-Larven (*Cordulegaster boltoni*) konnte festgestellt werden, dass größere Libellen (über 60 mm Gesamtlänge), wenn ihnen kein anderes Futter angeboten wurde, alle zwei Tage eine mittelgroße Salamanderlarve von ca. 40 mm Länge erbeuteten und fraßen (Abb. 3). Allerdings waren diese Angriffe immer erfolgreich, und es konnte kein Fall beobachtet werden, in dem die Libellenlarve nur eine Extremität oder einen Teil davon erbeutete. Auch scheint der Fangapparat der Odonaten-Larven für dieses spezielle Beuteergreifen nicht geeignet zu sein, da die extraintestinale Verdauung der Tiere vor allem auf die Weichteile des Körpers der Beute abzielt.

Als möglicher Räuber, der für die Extremitätenschäden in Frage kommt, bleibt daher im Untersuchungsgebiet nur die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) übrig, die regelmäßig in den Landfallen gefunden wurde. Von ihr ist bekannt, dass sich die Nahrung zu einem beträchtlichen Anteil aus Amphibien zusammensetzen kann (z.B. WOLK 1976), obwohl Salamandra-Larven nicht ausdrücklich erwähnt werden. NIETHAMMER (schriftl. Mitt.) hält es aber für durchaus denkbar, daß *Neomys fodiens* als Prädator für Salamanderlarven in Frage kommt, und weist darauf hin, dass die meisten Untersuchungen zur Nahrung der Wasserspitzmaus aus Gewässern stammen, die keine Salamanderlarven beherbergen. Umgekehrt weisen Salamanderlarven aus Lebensräumen, die keine Wasserspitzmäuse aufweisen, auch keine Extremitätenverluste oder Beschädigungen auf, wie das Beispiel des Bochumer Tümpels zeigt; hier konnte bisher *Neomys fodiens* nicht nachgewiesen werden. Auch das Auftreten der Schäden erst in zunehmendem Alter passt in diese Argumentation hinein. Kleinere Larven werden noch ohne Schwierigkeiten erbeutet und gefressen, auch wenn sie nur an den Extremitäten erfasst werden. Erst größere und damit widerstandsfähigere Larven können sich nach Ergreifen durch die Wasserspitzmaus, allerdings nur auf Kosten ihrer Gliedmaßen oder Teilen davon, wieder losreißen. Das enorme Regenerationsvermögen ersetzt allerdings die beschädigten Teile innerhalb weniger Monate.

Literatur:

- BREGULLA, D. (1987): Fund einer anencephalen und teilalbinotischen Feuersalamander-Larve *Salamandra salamandra* (LINNAEUS, 1758) (Caudata: Salamandridae). - *Salamandra*, Bonn, 23 (1): 65-67.
- CABELA, A. (1987): Fund einer teilalbinotischen und cyclopischen Feuersalamanderlarve. - ÖGH-Nachrichten, Wien, 10/11: 19-27.
- DEGANI, G & H. MENDELSSOHN (1980): Seasonal activity of adult and juvenile *Salamandra salamandra* at the southern limit of their distribution. - *Brit. J. Herpetol.*, London, 6: 79-81.
- DEGANI, G., GOLDENBERG, S. & M.R. WARBURG (1980): Cannibalistic phenomena in *Salamandra salamandra* larvae in certain water bodies and under experimental conditions. - *Hydrobiologia* 75: 123-128.

GROCHMALICKY, J. (1909): Über Mißbildungen von Salamanderlarven im Mutterleib.- Roux' Arch. Entwickl.Mech. Organismen, Berlin, 28: 181-209.
GUEDEL, J. (1984): Mißbildungen bei Salamander-Larven in Wuppertal.- herpetofauna, Weinstadt, 6 (30): 25-28.
KAUFMAN, L. (1913): Ober die Degenerationserscheinungen während der intraurinen Entwicklung bei Salamandra maculosa.- Roux' Arch. Entwickl.-Mech. Organismen, Berlin, 37: 37-84.
KORSCHULT, E. & C. FRITSCH (1910): Über eine Mißbildung der Larve von Salamandra maculosa.- Roux' Arch. Entwickl.-Mech. Organismen, Berlin, 30: 291-316.
MALKMUS, R. (1974): Kannibalismus bei der Larve des Feuersalamanders.- Nachr. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg, 82: 39-44.
SCHULTZE, O. (1905): Ober partiell albinotische und mikrophtalmische Larven von Salamandra maculata.- Z. wiss. Zool., 82: 472-493.
THIESMEIER-HORNBERG, B. (1988): Zur Ökologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders (Salamandra salamandra terrestris LACEPEDE, 1788) im Niederbergischen Land unter besonderer Berücksichtigung der Larvalphase.- Diss. Univ. GH Essen, 182 S.

THIESMEIER, B. (1987): Observations on stream drift in larvae of Salamandra salamandra terrestris LACEPEDE, 1788.Proc. Fourth Ord. Gen. Meet. S.E.H., Nijmegen 1987: 403-406.
-- (1990 a): Untersuchungen zur Phänologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders (Salamandra salamandra terrestris LACEPEDE, 1788) im Niederbergischen Land (BRD).- Zool. Jb. Syst., Jena, 117: 331-353.
-- (1990 b): Laufkäfer (Carabidae) erbeuten frisch metamorphosierte Feuersalamander (Salamandra salamandra terrestris) in Landfallen.- Salamandra, Bonn, 26 (2/3): 218-220.
-- & H. SCHUHMACHER (1990): Causes of larval drift of the fire salamander, Salamandra salamandra terrestris, and its effects on population dynamics.- Oecologia, Berlin, 82: 259-263.
WOLK, K. (1976): The winter food of the European water shrew.- Acta Theriol. 21: 117-129. **Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Dr. BURKHARD**

THIESMEIER, Universität GH Essen, Institut für Ökologie, Abteilung Hydrobiologie, Universitätsstr., 5 D-4300 Essen