

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 8 (2005)

Artikel: Bestände des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède) in der Region Basel und der Schweiz : Ökologie, Verbreitung, Gefährdung und Förderung
Autor: Küry, Daniel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-676662>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bestände des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède) in der Region Basel und der Schweiz: Ökologie, Verbreitung, Gefährdung und Förderung

DANIEL KÜRY

Zusammenfassung: Im Rahmen mehrjähriger Arbeiten zur Situation des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède) in der Region Basel und der Nordschweiz wurden 1993 bis 1999 in Teilgebieten Larvenvorkommen inventarisiert. An einem Bestand in Arlesheim (Kanton Basel-Landschaft) wurden zudem Untersuchungen zur Populationszusammensetzung, Lebensweise, Habitatbindung und Gefährdung durchgeführt. Weibliche Tiere waren mit durchschnittlich 24.5 g deutlich schwerer als männliche mit 17 g. Das Gewicht der Weibchen und die Zahl ihrer zwischen Februar und Mai abgesetzten Larven waren kleiner als in Vergleichspopulationen Deutschlands. Ihr durchschnittliches Körpergewicht war jedoch grösser. Die Larvenentwicklungszeit betrug 3 bis 4 Monate für im Frühling abgesetzte Larven. Spät abgesetzte Larven überwinterten. Mit Ausnahme der Ausläufer des Sundgauer Hügellands (Lösshügel Bruderholz und Allschwilerplateau) war der Feuersalamander relativ weit verbreitet. Die meisten Nachweise lagen in einer Höhe zwischen 350 und 450 m ü. M. bei einer Gesamtspanne zwischen 250 und 850 m ü. M.. Die auf der Grundlage eingegangener Meldungen ermittelte Verbreitung in der Nordschweiz bestätigte die Befunde im Amphibienatlas von 1988. Die Bestände dünnen sich im westlichen Jura und westlichen Mittelland deutlich aus. Die Höhenverbreitung liegt zwischen 300 und 1000 m ü. M. mit einem Optimum zwischen 400 und 600 m ü. M.. Die höchstgelegenen Nachweise stammen aus Höhen zwischen 1300 und 1500 m ü. M.. Aufgrund der örtlich zurückgehenden Bestände ist der Feuersalamander sowohl in der Nordschweiz wie in der Region Basel als gefährdet zu betrachten. Habitatanforderungen der Feuersalamander sind ganzjährig Wasser führende, fischfreie Fortpflanzungsgewässer und ein ausreichendes Angebot an Tagesverstecken und Überwinterungsquartieren in der Nähe der Gewässer. Zur Förderung der Feuersalamanderbestände müssen die Habitatanforderungen des Feuersalamanders auch in der Waldentwicklungsplanung und der Siedlungsplanung berücksichtigt werden.

Abstract: Distribution, biology and threat of the fire salamander (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède) were investigated in the surroundings of Basel and in northern Switzerland between 1993 and 1999. The mean weight of female salamanders of a population analysed in Arlesheim (canton Basel-Landschaft) was 24.5 g, that of males amounted to 17 g only. As compared to females of Germany the values measured were distinctly lower, and the number of larvae per female was also lower in Arlesheim. On the other hand, the weight of the larvae at birth was higher as compared to the population in Germany. Most of the larvae were deposited between February and May. The larval period was 3 to 4 months for those born in spring. Those deposited later in the season passed the winter in the larval stage. The fire salamander showed a relatively wide distribution with the exception of the «loess hills» in the west of Basel. Most habitats in the Jura mountains of Basel were between 350 and 450 meters above sea level. Lowest and highest sites found were at 250 and 850 meters respectively. The distribution map for northern Switzerland shows a decreasing density from east to west. Sites were recorded at altitudes between 300 and 1000 meters with an optimum between 400 and 600 meters. The highest sites were found in the Jura mountains between 1300 and 1500 meters. Because of a locally decreasing density the fire salamander has to be considered as threatened in the region of Basel as well as in northern Switzerland. According to the observations made in the present study the most important habitat characteristics for the fire salamander are perennial waters without fish

situated in forests that offer enough hiding places for adults in the neighbourhood of the water where reproduction takes place. The needs of habitats of the fire salamander should be considered in any forest and settlement developmental planning.

Einleitung

Der Feuersalamander ist in insgesamt 10 Unterarten praktisch in ganz Europa verbreitet (Ausnahme: Nordeuropa und Britische Inseln). In der Schweiz ist er auf der Alpennordseite mit dem Gestreiften Feuersalamander (*Salamandra atra* Lacépède) vertreten (Abb. 1). Diese Form kommt von den Pyrenäen über ganz Frankreich und bis in weite Teile Deutschlands vor. Die Tiere in der Südschweiz werden zum Gefleckten Feuersalamander (*S. atra atra* [L.]) gestellt (Grossenbacher 1988). Das Areal dieser Unterart erstreckt sich über Norditalien, Österreich, Südostdeutschland, Tschechien, die Slowakei, Ungarn und den Balkan bis nach Griechenland (Thiesmeier und Günther 1996).

Die feuchte, schwarze Haut der Feuersalamander trägt einen Lackglanz. Die gesamte Körperoberseite ist gelb gemustert. Diese Warntracht macht ihn zu einer unverwechselbaren Tierart. Mit einer Länge von bis zu 22 cm und einem Körpergewicht von maximal 60 bis 70 g ist er der grösste heimische Schwanzlurch (Thiesmeier und Günther 1996, Küry 1997).

Der Feuersalamander kommt hauptsächlich in den Wäldern des Juras und des Mittellands vor. Seine Aktivitätszeit liegt fast ausschliesslich in den Nachtstunden. Nur ausnahmsweise und nach längeren Abschnitten mit vollständig trockener Witterung zeigen sich die Adulttiere auch tagsüber während und nach Niederschlägen.

Der Lebenszyklus der Feuersalamander stellt innerhalb der Amphibien einen Sonderfall dar. Die ersten Phasen des Larvenlebens finden in der Gebärmutter der Weibchen statt. Die Paarung erfolgt zwischen Juli und September an Land: In einem «Tanz» umschlingen sich die beiden Geschlechtspartner. Das Weibchen nimmt dabei einen kurz vorher vom Männchen

abgesetzten Spermatophor aus Gallertmaterial auf. Die Muttertiere gebären einige Monate später kiementragende, ungefähr 2.5 bis 3 cm lange Larven (Abb. 2). Pro weibliches Tier werden zwischen 10 und 70 Larven abgesetzt, wobei der grösste Teil der Weibchen zwischen 20 und 40 Larven entwickelt. Die Larven werden in das nächste zur Verfügung stehende Gewässer abgesetzt. Dabei kann es sich um einen Waldbach, ein stehendes Gewässer oder eine Quelle handeln. In der Verteilung seiner Fortpflanzungsaktivitäten ist der Feuersalamander eine äusserst flexible Art. Larven können praktisch zu jeder Jahreszeit abgesetzt werden. Die meisten Feuersalamander gebären ihre Larven jedoch zwischen Februar und Mai (Brodmann und Grossenbacher 1994, Thiesmeier und Günther 1996, Küry 1997).

Aufgrund seines besonderen Verhaltens und den abweichenden Habitaten (nächtliche Lebensweise und Larvenabsetzen in Waldbächen) fällt er durch die «Maschen» des Erfassungsrahmens gängiger Amphibieninventare, die sich meist auf relativ gut besonnte stehende Gewässer beschränken (Labhardt und Schneider 1981, Bauer 1987, Imbeck 1989, Thiesmeier und Günther 1996). Selbst dort, wo die ungefähre Verbreitung bekannt ist, fehlen Angaben zur Grösse der Bestände und zur Biologie der Art.

Zwischen 1993 und 1999 wurde an Beständen des Feuersalamanders in der Region Basel verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Die vorliegende Publikation ist ein Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen an verschiedenen lokalen Populationen. Diese Untersuchungen zeigten deutlich, dass die Unterart des Gestreiften Feuersalamanders lokal durch eine Vielzahl von Faktoren bedroht ist (Küry 1993, Thiesmeier und Günther 1996).

Im Rahmen einer Langzeituntersuchung wurden Angaben über die Zusammensetzung der



Abb. 1: Erwachsener Feuersalamander der gestreiften Unterart. Das Längsband auf dem Rücken kann mehrfach unterbrochen sein und bildet ein individuelles Muster.



Abb. 2: Larve des Feuersalamanders. Mit den hellen Punkten am Beinansatz können Feuersalamanderlarven gut von Molchlarven unterschieden werden.

Populationen, die Habitatpräferenzen, die Populationsentwicklung, die Verbreitung und die Bedrohungsfaktoren des Feuersalamanders gewonnen. Ausgehend vom Untersuchungsschwerpunkt im Nordwestschweizer Jura wurde auch die Verbreitung des Feuersalamanders in der gesamten Nordschweiz beurteilt. Mit der Auswertung der Daten aus den verschiedenen Untersuchungen wurde es möglich, die Gefährdungssituation der Feuersalamander zu beurteilen und Massnahmen zu deren Förderung zu formulieren.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Erste Untersuchungen fanden an Feuersalamanderpopulationen in den Gemeinden Riehen und Bettingen im Kanton Basel-Stadt (Küry 1993) sowie in Arlesheim im Kanton Basel-Landschaft (Küry und Plattner 1994) statt. Am Gobenmattbach in Arlesheim wurde mit Hilfe eines 60 Meter langen Fangzauns aus Plastik die Zusammensetzung der Population untersucht. Auf der Aussen- und Innenseite des Zauns waren verschliessbare Plastikeimer als Fallen angebracht. Diese wurden in den Monaten Februar bis Juni der Jahre 1996 bis 1998 geöffnet und jeweils täglich geleert. Bei den gefangenen Tieren wurden Geschlecht, Körperlänge und Gewicht be-

stimmt. Adulttiere dienten zur Durchführung einer Diplomarbeit an der Universität Basel (Kopp und Baur 2000). Zur Ermittlung des Larvenwachstums wurden 1993/1994 auf einem rund 30 Meter langen Bachabschnitt eine möglichst grosse Zahl Larven gefangen und deren Körperlänge bestimmt. Auf verschiedenen nächtlichen Exkursionen wurden die Verteilung und die Habitate adulter Feuersalamander im Wald beobachtet.

An überfahrenen Feuersalamandern aus Arlesheim wurde die Nahrungszusammensetzung durch die Analyse der Mageninhalte untersucht.

Zur Erhebung von Verbreitungsdaten wurde in Gewässern zwischen März und August nach Larven des Feuersalamanders gesucht. Die Nachweise erfolgten rein qualitativ, indem die bewaldeten Abschnitte der Fliessgewässer (Tiefbauamt 1998) beprobt wurden. Ausgehend von der Einmündung in das nächstgrössere Gewässer wurden die Bachläufe gegen die Fliessrichtung abgesprochen. Alle rund 20 Meter erfolgte an strömungsberuhigten Stellen eine Suche nach Feuersalamanderlarven. Beim Nachweis einer Feuersalamanderlarve wurde der Fundort auf einer Karte vermerkt und die Suche abgebrochen. Die vermerkten Fundorte entsprechen also dem tiefstgelegenen Nachweis im jeweiligen Fliessgewässer. Untersuchte Gewässer, die ohne

Nachweis von Feuersalamandern blieben, wurden ebenfalls vermerkt. Sie wurden teilweise im darauffolgenden Jahr noch einmal begangen. Quellen, die ebenfalls als Larvenlebensräume bekannt sind (Zollhöfer 1997), wurden im Rahmen dieser Erhebungen nicht speziell untersucht.

Zusätzlich wurden mit Hilfe von Aufrufen unter Amphibienkennern konkrete Nachweise von Adulttieren und Larven gewonnen. In den Fließgewässern der Gemeinden Arisdorf, Itingen, Lausen, Muttens, Sissach und Ziefen wurden Erhebungen von Mitgliedern der Amphibiengruppe von Pro Natura Baselland ausgeführt.

Die Datenerhebung in den übrigen Gebieten der Schweiz erfolgte mit Hilfe von Aufrufen gemeinsam mit der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz (KARCH). Den Besucherinnen und Besuchern der jährlichen Fachtagung der KARCH wurde ein Informationszettel über das Projekt zusammen mit einem Meldebblatt abgegeben. Zudem wurden alle vorhandenen Nachweise in der Datenbank der KARCH ausgewertet. Ein weiterer Aufruf zur Meldung von Feuersalamanderfunden erfolgte durch die KARCH im Jahr 2003. Die Verbreitungsdaten

wurden in die Datenbank der KARCH integriert und stehen so auch den kantonalen Fachstellen zur Verfügung.

Die statistische Auswertung der Messungen der Körperlängen und Gewichte erfolgte mit dem t-Test im Programm SPSS (SPSS 2002).

Resultate

Zusammensetzung der Population

In den Jahren 1996 bis 1998 wurden mit dem Amphibienzaun insgesamt 231 adulte Feuersalamander gefangen. Bei 214 davon konnte das Geschlecht bestimmt werden. Die übrigen waren noch nicht geschlechtsreif. Dabei handelte es sich bei 179 Tieren (84%) um Weibchen und bei 35 (16%) um Männchen. Die Körperlänge der Weibchen mit im Mittel 15.78 cm und der Männchen mit 15.05 cm unterschieden sich signifikant (t-Test, $t = -3.168$, $p = 0.003$, Abb. 3). Bezüglich des Körpergewichts waren die Werte der laichbereiten Weibchen mit 25.0 g signifikant höher als diejenigen der Männchen mit 17.7 g ($t = -7.942$, $p < 0.0005$, Abb. 4).

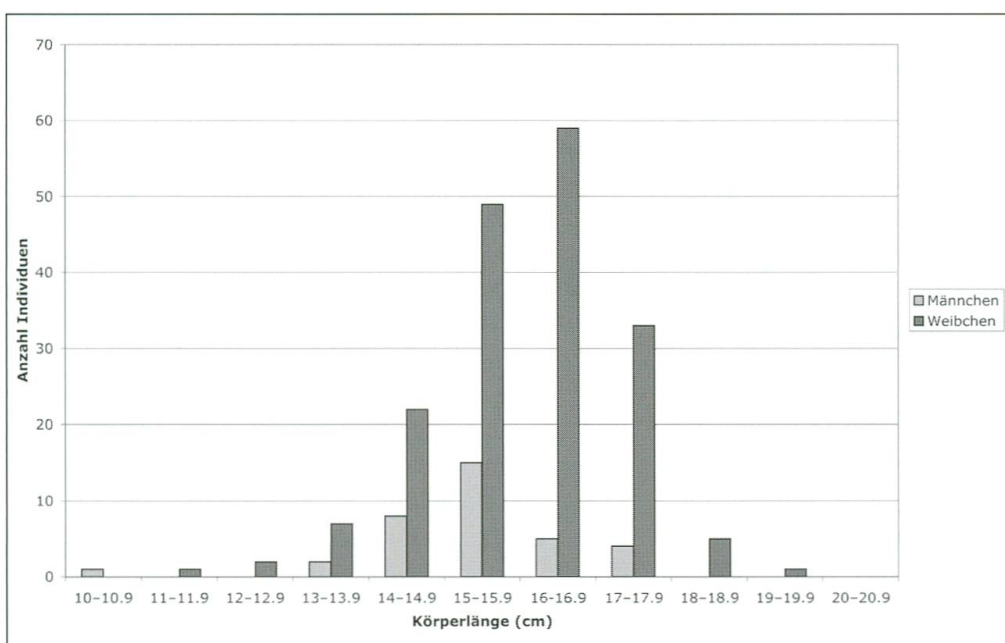


Abb. 3: Körperlänge der 1996 bis 1998 in den Fallen in Arlesheim gefangenen Feuersalamander. Hellgraue Säulen: Männchen, dunkelgraue Säulen: Weibchen.

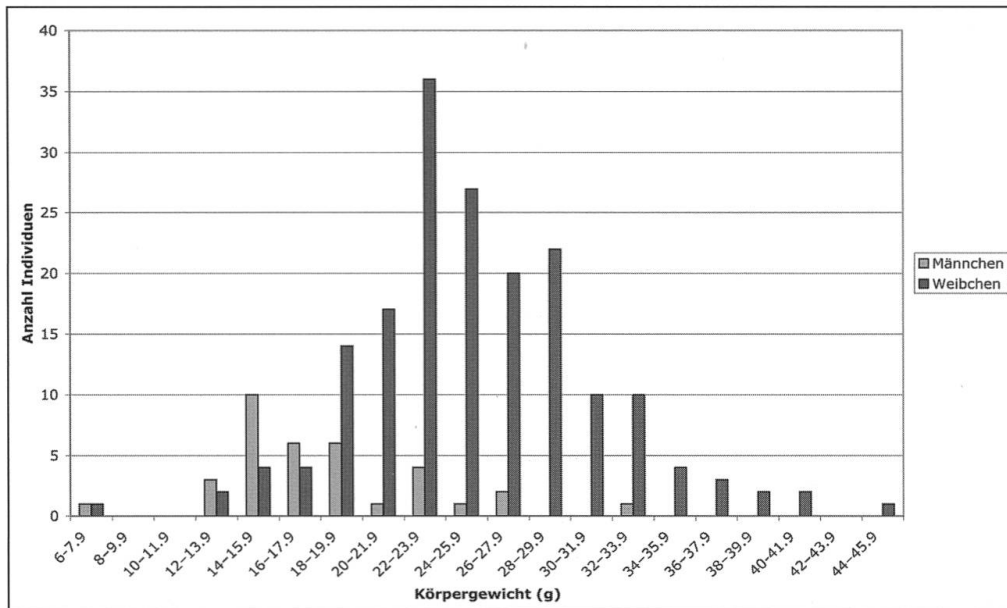


Abb. 4: Körpergewicht der 1996 bis 1998 in den Fallen in Arlesheim gefangenen Feuersalamander. Hellgraue Säulen: Männchen, dunkelgraue Säulen: Weibchen.

Fortpflanzung und Larvenstadium

Das Larvenabsetzen als gut erfassbarer Termin für die Fortpflanzungsphase lag in den Untersuchungsjahren zwischen dem 25. Februar und dem 21. Juni. Die Hauptaktivitätszeit im Frühling dauerte von den ersten wärmeren Tagen im Februar oder März bis etwa Mitte Mai. Die anwandernden Weibchen des Jahres 1997 setzten im Mittel 22.6 Larven ab, bei einer Spanne zwischen 8 und 38. Bei Feuersalamanderweibchen aus Arlesheim dauerte es oft mehrere Tage, bis alle Larven geboren waren (Kopp und Baur 2000).

Die Larven wiesen zu Beginn eine Körperlänge von 2.5 bis 3.0 cm bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 0.23 g auf. Bis Anfang Juli waren die ersten Larven bis auf eine Länge von rund 5 cm und über 1 g herangewachsen (Abb. 5 sowie Kopp und Baur 2000). Die Metamorphose begann. Die maximale Körperlänge beim Einsetzen der Metamorphose betrug 6.2 cm. In einigen Gewässern der Region Basel konnten bereits im Frühling fast ausgewachsene Larven beobachtet werden. Diese müssen bereits in der 2. Hälfte des Vorjahres abgesetzt worden sein (Abb. 5).

Die Larvenhabitate lagen mehrheitlich in Bachoberläufen, die sich im Wald oder in relativ

geringer Distanz zu Waldbeständen befinden. Tagsüber waren die Larven oft versteckt, beispielsweise unter Laubansammlungen oder unter Steinen im strömungsarmen Uferbereich (Baumgartner et al. 1999). Die in der 2. Hälfte der Untersuchungsperiode (Juli und August) angetroffenen grösseren Larven wurden mehrheitlich an Stellen mit nur geringer Strömung wie Vertiefungen oder Aufweitungen der Bachläufe beobachtet. Die Larven halten sich nach der Geburt in unmittelbarer Nähe der Absetzstelle auf. Später werden sie durch die Strömung bachabwärts verdriftet (Thiesmeier und Schuhmacher 1990). Daneben sind aber Feuersalamanderlarven auch regelmässig in stehenden Waldgewässern zu finden. Hier halten sie sich teilweise unter dem Falllaub auf dem Gewässergrund auf. Sie können aber teilweise auch im Bereich von Algenwatten beobachtet werden (Abb. 6).

Die Metamorphose der meisten Larven fand in den Gewässern von Arlesheim von Anfang Juli bis etwa Ende September statt (vgl. Abb. 5).

Habitate

Wie bereits aus der Lage der Larvenhabitate ersichtlich wird, bewohnt der Feuersalamander bevorzugt Laubwälder. Die adulten Feuersalamander sind ausgesprochen nachtaktiv. Tags-

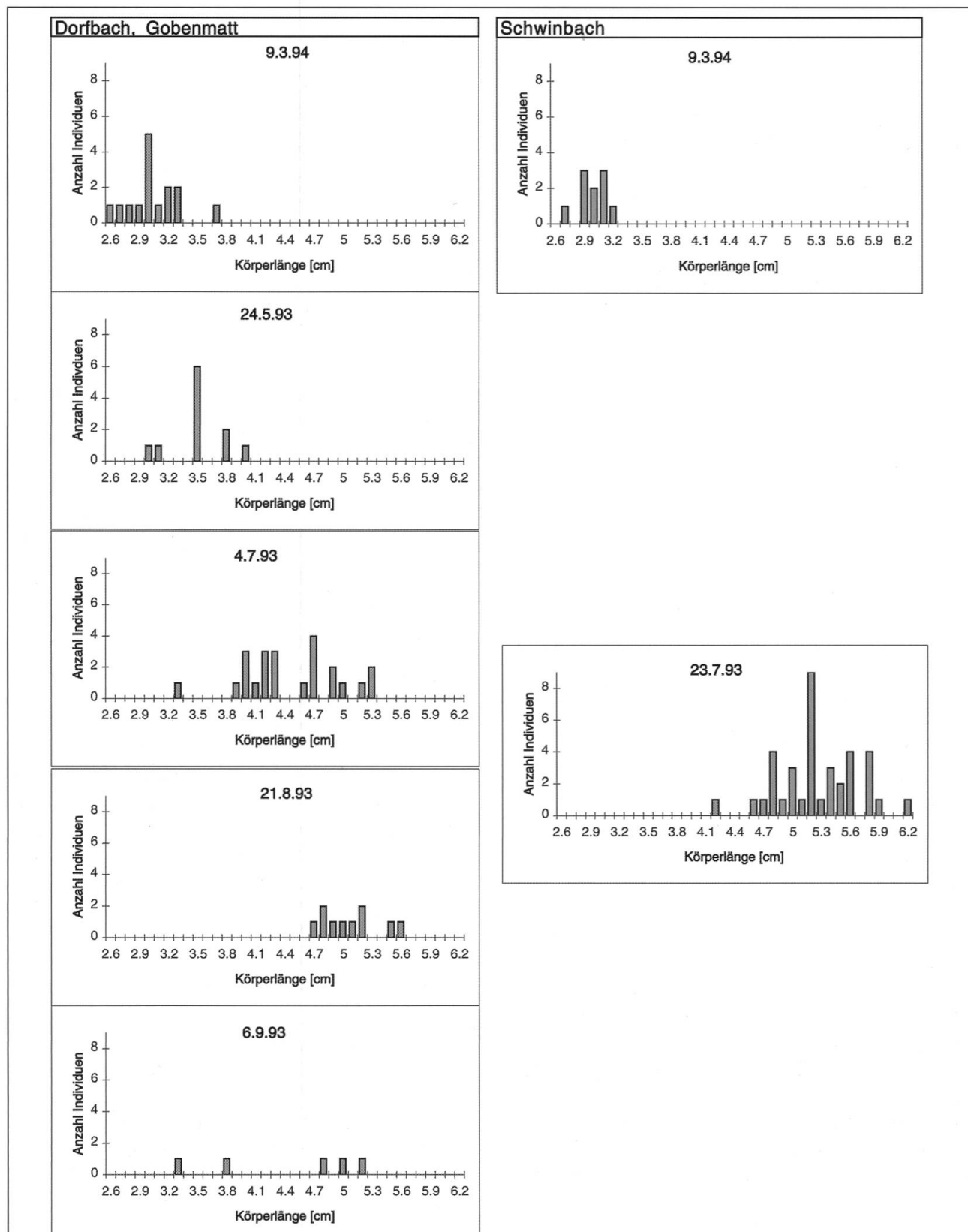


Abb. 5: Jahreszeitliche Änderung der Körperlänge von Feuersalamanderlarven im Gobenmattbach (links) und im Schwinbach (rechts) in Arlesheim. In den Jahren 1993 und 1994 wurde jeweils eine Bachstrecke von rund 30 Metern abgesammelt.

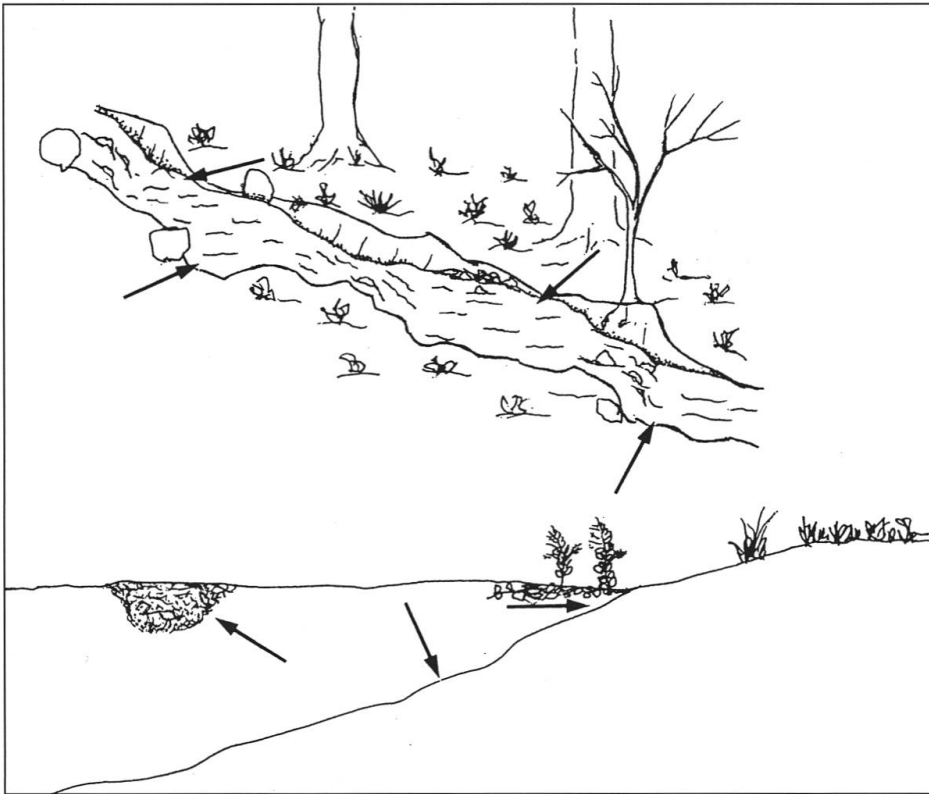


Abb. 6: Larvenhabitate des Feuersalamanders in Wald-bächen (oben) und stehenden Gewässern (unten). Die Pfeile markieren die bevorzugten Aufenthaltsorte der Larven wie zum Beispiel flottierende Sprosssteile von Uferpflanzen oder Algenwatten (unten).

über gelingen Beobachtungen jeweils nur bei feuchter und regnerischer Witterung sowie im Zusammenhang mit Bauarbeiten an Mauern oder Schächten, die als Tagesverstecke oder Winterquartiere dienen. Eine gute Beobachtungswahrscheinlichkeit für weibliche Tiere bildet auch die Zeit des Larvenabsetzens von Februar bis Mai (Klewen 1985).

Die Suche nach Überwinterungsquartieren oder Tagesverstecken in Höhlen des Untersuchungsgebiets Gobenmatt/Ermitage in Arlesheim blieb erfolglos, obwohl Vorkommen aus Höhlen beispielsweise in Ettingen bekannt sind (Bitterli 1996). Schächte im gleichen Waldgebiet dienen über kürzere Zeit als Tagesverstecke, doch scheinen sie nicht die Anforderungen eines Überwinterungsquartiers zu erfüllen. In Versteckmöglichkeiten unter liegendem Totholz wurden nur äusserst selten Feuersalamander gefunden. Im Basler Jura scheinen die natürlichen Verstecke mehrheitlich in für Menschen nicht begehbaren Erdhöhlen und Löchern zu liegen (Baue von Kleinsäugern, Spalten entlang von Baumwurzeln).

Tagesverstecke und Überwinterungsquartiere können sich jedoch auch im Siedlungsgebiet befinden. Dort sind Beispiele aus Treppenabgängen zu Kellern von Einfamilienhäusern bekannt (Küry und Plattner 1994). Nachweise aus Lichtschächten zeigen die Bedeutung dieser Bauwerke als Fallen für Amphibien. Sowohl im Wald als auch in Privatgärten gelangen immer wieder Funde unter Holzbeigen, wo in Bodennähe eine ausreichende Feuchtigkeit vorhanden ist.

Nahrungszusammensetzung

Die Untersuchung von Verdauungstrakten einiger tot aufgefundener Salamander erlaubte die Übersicht über ihre Nahrung im Gebiet von Arlesheim (Tab. 1). Schnecken, verschiedene epigäisch (auf dem Waldboden) lebende Vertreter der Insekten, Hundertfüsser und Tausendfüsser dominierten. Vereinzelt wurden auch pflanzliche Bestandteile der Laubschicht mit aufgenommen. Von einzelnen Tieren wurden teilweise ergiebige Nahrungsquellen gefunden. So enthielt der Darm von Tier D Überreste von 7 Ohrwürmern.

<i>Funddatum:</i>	29.5.93	9.3.94	9.3.94	30.3.94
<i>Tiere:</i>	A	B	C	D
Schnecken (Gastropoda)				
Gehäuseschnecken				2
<i>Trichia villosa</i>	1			
Nacktschnecke		1		
Tausendfüsser (Myriapoda)				
Hundertfüsser				
<i>Lithobius</i> sp.	3			
Doppelfüsser	(1)			3
Krebstiere (Crustacea)				
Asseln		1		
Spinnentiere (Araneae)				
Spinnen			1	
Insekten (Insecta)				
Käfer/Laufkäfer				
<i>Badister</i> sp. (La.)	1			
Ohrwürmer				
Forficulidae				7
Zweiflügler				
Fliegen				1
pflanzliche Nahrungsteile		div.	div.	
Buchenknospen	div.			
Laubbestandteile	div.			

Tab. 1: Nahrungsbestandteile verschiedener Feuersalamander aufgrund von Untersuchungen ihres Verdauungstraktes. Die Zahlen geben die Anzahl der gefundenen Beutetiere wieder.

Verbreitung

In der Zeit zwischen 1995 und 1999 gingen insgesamt 259 Meldungen resp. Nachweise ein. Davon stammten 174 aus der Region Basel und 85 Vorkommen aus den übrigen Gebieten der Nordschweiz. In Rahmen eigener Begehungen wurden 111 Gewässerstrecken in der Region Basel untersucht. Von diesen kamen in 79 (71%)

Feuersalamanderlarven vor, während 29% der untersuchten Strecken ohne Nachweis blieben.

Das Verbreitungsgebiet des Feuersalamanders in der Region Basel erstreckt sich von den tiefer gelegenen Talflanken des Dinkelbergs und des Tafeljuras bis in die höchsten Lagen des Faltenjuras (Abb. 7). Im Basler Jura ist praktisch jedes bewaldete Seitental mit einem kleineren Bachlauf von Feuersalamandern besiedelt. Dies

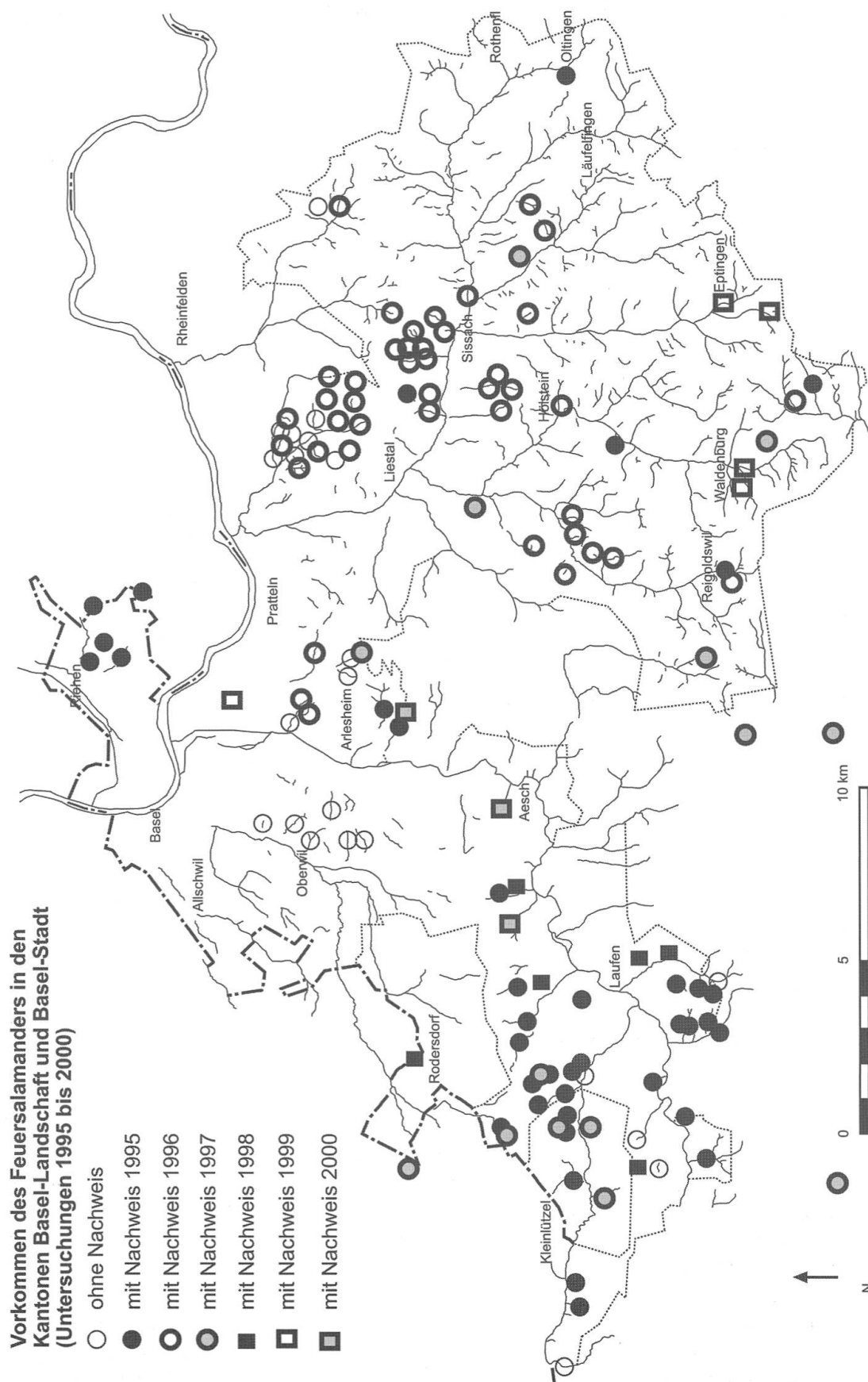


Abb. 7: Verbreitung des Feuersalamanders im Gewässernetz der Region Basel (Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt sowie Umgebung). In der Karte sind sowohl eigene Begehungen als auch Fundmeldungen Dritter berücksichtigt.

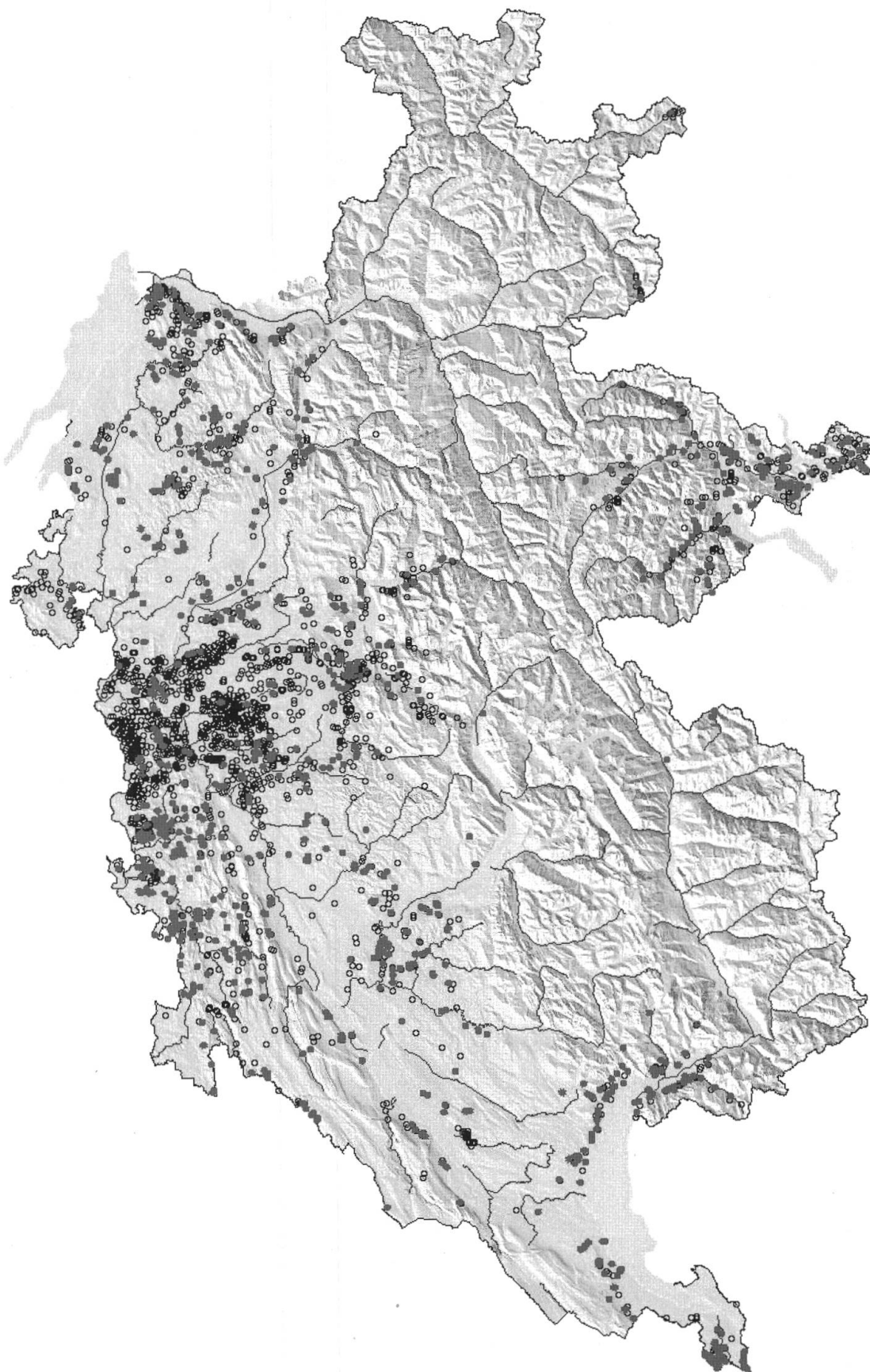


Abb. 8: Verbreitung des Feuersalamanders in der Schweiz aufgrund der Datenbank der KARCH (Herbst 2004). Ein Vergleich der Nachweise vor 1995 (schwarze Kreise) und nach 1994 (grau ausgefüllte Kreise) zeigt die Neufunde nach den Aufrufen zur Meldung von Vorkommen.

gilt sowohl für die kleinen Seitentäler der Hauptgewässer Rhein oder Birs als auch für die kleineren und steileren Einzugsgebiete der Jurahöhen. In Bachläufen der Talsohle wurden nur ausnahmsweise Feuersalamanderlarven gefunden.

Auf der Bruderholzebene und dem Allschwiler Plateau scheinen die Feuersalamander nur in geringer Dichte vorzukommen. In Teilen dieser Landschaft dürfte der Feuersalamander aktuell fehlen. So erfolgte an den Seitengewässern des unteren Birsigtals bei Begehungen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren kein Nachweis (Abb. 7).

Unter den 85 gemeldeten Vorkommen waren neben vielen zu erwartenden Einzelfunden auch Daten flächendeckender Erhebungen in einer Gemeinde oder mehrjähriger Untersuchungen eines Feuchtgebiets. Die Daten sind zum grossen Teil als zufällige Beobachtungen einzustufen. Teilweise sind es auch Daten, die im Rahmen gewässerökologischer Untersuchungen beispielsweise im Rahmen der Generellen Entwässerungsplanung (GEP) angefallen sind. Bei anderen Meldungen handelt es sich um Bestätigungen bereits bekannter Vorkommen.

Gesamthaft betrachtet zeigt die Auswertung der aktuellen Daten der KARCH einen Verbrei-

tungsschwerpunkt in der nördlichen Zentralschweiz (Abb. 8). Aus dem Basler, Solothurner und Aargauer Jura liegen viele Nachweise in hoher Dichte vor. Die Nachweise im Bereich der westlichen Juragebiete aber auch aus dem westlichen Mittelland nahmen zwar stark zu, blieben aber insgesamt immer noch spärlich.

Höhenverbreitung

Die Nachweise von Feuersalamandern in der Region Basel stammten aus Lagen zwischen 250 und 850 m ü. M. mit einem Schwerpunkt zwischen 300 und 600 m ü. M. (Abb. 9). Insgesamt 75 Nachweise (43%) in der Region Basel lagen in einer Höhe von 350 bis 450 m ü. M.. Zwischen 300 und 600 m ü. M. wurden 158 Funde (91%) lokalisiert. Ein zweiter Anstieg zwischen 750 und 850 m ist deutlich kleiner, doch wurden hier auch insgesamt weniger Begehungen durchgeführt als in den tieferen Lagen.

Die Daten zur Höhenverbreitung für die gesamte Schweiz weisen auf ein Verbreitungsoptimum zwischen 300 und 1000 m ü. M. hin. Es zeichnet sich ebenfalls eine deutliche Spitze zwischen 400 und 600 m ü. M. ab (Grossenbacher 1988). Die höchstgelegenen Meldungen (1300 bis 1500 m ü. M.) stammen aus dem Ge-

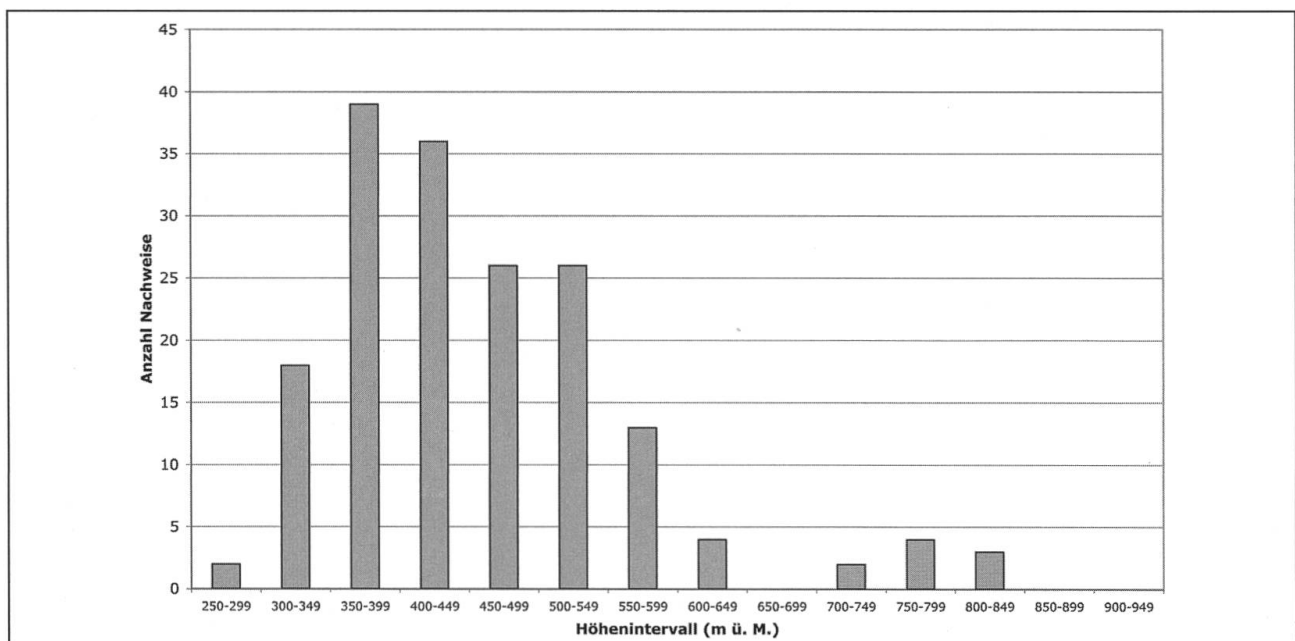


Abb. 9: Zahl der Feuersalamandernachweise im Basler Jura und deren Abhängigkeit von der Meereshöhe. Die Darstellung basiert auf Larvennachweisen und Sichtbeobachtungen 1995 – 1999.

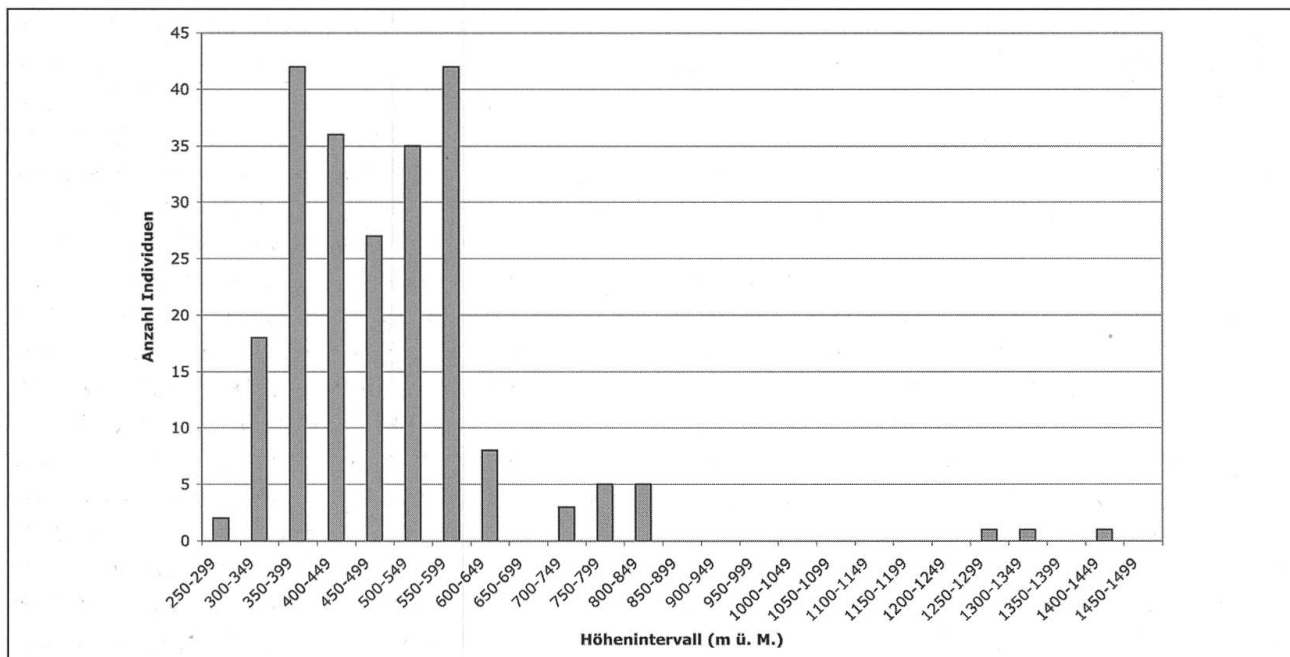


Abb. 10: Höhenverteilung der Feuersalamandernachweise und -meldungen der Jahre 1995 – 1999 aus der ganzen Schweiz. Basis: Datengrundlage Datenbank KARCH, Stand 1999.

biet des Chasserals (Abb. 10). Die während der Bearbeitungszeit gesammelten Daten aus den anderen Gebieten der Schweiz und den Ergebnisse der Basler Region bestätigen die bekannten Befunde über die Höhenverbreitung.

Diskussion

Das zugunsten der Weibchen verschobene Geschlechterverhältnis bei der Untersuchung in Arlesheim ist auf die Lage des Fangzauns am Gewässerufer und die Untersuchungszeit im Frühling zurückzuführen. Die Weibchen wandern in dieser Zeit deutlich weiter (Klewen 1985) und scheinen auf diese Weise das Fortpflanzungsgewässer zu finden. Über die Gesamtpopulation dürfte das Geschlechterverhältnis etwa 1:1 betragen (Joly 1968).

Das Körpergewicht der absetzbereiten Weibchen war in Arlesheim mit 25.0 rund 4 g geringer als bei der von Thiesmeier (1988) untersuchten Population. Unterschiede dieser Grösse zwischen verschiedenen Populationen sind keine Ausnahme wie Joly (1968) anhand des minimalen Körpergewichts bei Geschlechtsreife gezeigt hat. Als Grund für die starke Varianz der Bio-

masse lokaler Populationen kann mindestens teilweise das Nahrungsangebot angesehen werden (Joly 1968). Die mittlere Körperlänge hingegen war bei beiden Populationen praktisch identisch. Die Weibchen waren, auch wenn der durchschnittliche Anteil der ungeborenen Larven von rund 5 g (Kopp und Baur 2000) abgezogen wird, im Schnitt schwerer als die Männchen. Bezüglich der Körperlänge waren die Geschlechterunterschiede viel geringer.

Die Termine des Larvenabsetzens waren vergleichbar mit denjenigen anderer Populationen in Deutschland (Thiesmeier 1988). Der Beginn der Aktivität absetzbereiter Weibchen beginnt in der Regel, sobald eine Temperatur von 2°C überschritten ist und eine Luftfeuchtigkeit von über 80% vorherrscht (Klewen 1985, Thiesmeier 1988).

Während in der Population von Thiesmeier (1988) pro Weibchen durchschnittlich 33.0 Larven abgesetzt wurden, waren es in Arlesheim nur 22.6. Gleichzeitig war aber die mittlere Biomasse bei der Geburt in Arlesheim mit 0.23 g im Vergleich zu 0.169 g deutlich höher. Das Gewicht bei der Metamorphose war in beiden Populationen wieder vergleichbar. Kopp und Baur (2000) zeigten in der Feuersalamanderpopula-

tion in Arlesheim, dass die bei der Geburt grössten Larven die kürzeste Larvenentwicklungszeit aufweisen. Es scheint sich beim höheren Geburtsgewicht um eine Anpassung an ungünstige Umweltbedingungen wie das Austrocknen der Gewässer zu handeln. Die Larven können ihre Entwicklungszeit abkürzen und sind im August, wenn viele Abschnitte der Jurabäche regelmässig austrocknen, bereits zum Landleben übergegangen. Da die Grösse bei der Metamorphose wieder normal ist, sind trotz verkürzter Entwicklung die Überlebenschancen in den ersten Wochen nach der Metamorphose nicht vermindert.

Aufgrund der Erhebungen der Larvenbestände scheint die Entwicklungszeit der Larven im untersuchten Bachoberlauf von Arlesheim zwischen 3 und 4 Monaten zu liegen. Dies gilt jedoch nur für einen Larvenabsetztermin bis Juni oder Juli. Die später abgesetzten Larven scheinen zu überwintern, was ihre Entwicklungszeit auf rund 7 Monate verlängert (Abb. 11). Die unter wärmeren Laborbedingungen (14 bis 19°C) aufgezogenen Larven zeigten eine Larvenentwicklungszeit zwischen 1.9 bis 4.1 Monaten bei einem Durchschnitt von 2.4 Monaten (Kopp und Baur 2000).

Der Feuersalamander kann aufgrund der Erhebungen in der Region Basel als typische Art der Laubwälder von der Ebene bis in die Jurahöhen bezeichnet werden. Das Fehlen in den Talsohlen scheint darauf hinzudeuten, dass der Feuersalamander ursprünglich keine enge Beziehung zu den Auen besass, sondern in den Laubwäldern der Talhängen lebte.

Die Nahrung der adulten Feuersalamander setzt sich aus Vertretern der epigäischen Fauna der Laubstreuschicht der Wälder zusammen. Dabei scheinen sie recht pragmatisch zu sein und ohne Präferenzen die Beute gemäss ihrer Verfügbarkeit aufzunehmen (Joly 1968).

Erstaunlich ist das vollständige Fehlen von Nachweisen in den Bächen des Bruderholzplateaus. Mit topografischen Unterschieden kann dieses Ausbleiben nicht erklärt werden. Eine mögliche Hypothese zur Begründung sind jedoch Unterschiede im Angebot an Versteckmöglichkeiten für Adultiere. Diese sind zweifellos in der Juralandschaft grösser als im Lössgebiet des Sundgaus. Klare Aussagen könnte hier aber nur eine vergleichende Studie zwischen potenziellen Kleinlebensräumen beider Landschaften liefern. Die Verbreitung des Feuersalamanders im Elsass (Matz 1964, Sell et al. 1998) konzentriert sich auf die Wälder der Vogesen. Aus der Ebene sind nur wenige Nachweise bekannt. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass sich die Bestände im Sundgauer Hügelland stark ausdünnen und sich in dicht besiedelten Gebieten wie dem unteren Birsigtal zu wenig geeignete Habitate befinden.

Die Konzentration der Nachweise in der zentralen Nordschweiz muss unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden: Die höchste Untersuchungsdichte für Amphibien und für den Feuersalamander im Speziellen dürfte in den Kantonen Aargau, Baselland, Luzern und Solothurn liegen. Hier wurden systematische Erhebungen im Rahmen von Studien oder kantonalen Amphibieninventaren durchgeführt. Die Nachweise vor und nach 1995 (Abb. 4) oder Reaktionen im Kan-

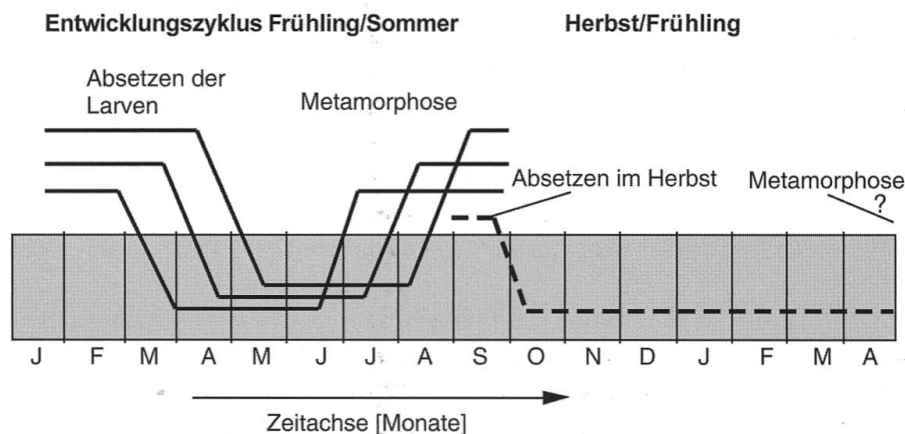


Abb. 11: Schematische Darstellung der möglichen Entwicklungszyklen des Feuersalamanders. Der grösste Teil der Population durchläuft die Larvenphase im Frühling/Sommer (ausgezogene Linie). Die Entwicklungszeit der überwinterten Larven (gestrichelte Linie) verlängert sich dagegen auf ca. 7 Monate. Der Lebensabschnitt im Wasser ist durch das graue Raster wiedergegeben.

ton Glarus auf einen Aufruf der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz (KARCH) im Jahr 2003 illustrieren die Abhängigkeit der Nachweise vom Untersuchungsaufwand deutlich (KARCH 2004). Unmittelbar nach den gesamtschweizerischen Aufrufen zur Meldung von Feuersalamanderfunden kamen aber aus den Gebieten mit eher lockerer oder fehlender Besiedlung ebenfalls nur spärliche Neumeldungen. Dies bestätigt die von Grossenbacher (1988) beschriebenen Verbreitungsgrenzen oder -lücken im westlichen Jura und Mittelland, im Wallis sowie im Churer Rheintal. Die Ursachen dieser Verbreitungslücken bleiben fraglich.

Die Höhenverbreitung im Jura deckt sich mit Ausnahme der höchstgelegenen Vorkommen mit der Verbreitung der Buchenwaldtypen im Jura (Moor 1962). Die Grenze der Höhenverbreitung bei rund 1200 m kann einerseits damit erklärt werden, dass die Gewässer dort seltener werden. Andererseits ist der Flächenanteil über 1200 m im Jura gering. Die Feuersalamandermeldungen aus dem Gebiet des Chasseral in einer Höhe von 1300 bis 1500 m zeigen, dass der Feuersalamander auch etwas höher steigen kann. Eine genaue Suche im Bereich der höchsten Gipfel des Nordjuras wäre deshalb aufschlussreich.

Gefährdungstatus in der Region Basel und in der Schweiz

In der Region Basel ist der Feuersalamander nicht flächendeckend bedroht. Gleichzeitig muss aber das Fehlen von Nachweisen im Gebiet des Bruderholzes alarmieren. Im geologisch vergleichbaren Gebiet des Plateaus zwischen Allschwil und Biel-Benken sind hingegen Feuersalamandervorkommen bekannt, doch bisher nur aus den Gebieten des Allschwilerwaldes (Baur et al. 1999) und dem Gebiet von Leymen in Frankreich (eigene Beobachtungen). Das Fehlen früherer Angaben verunmöglicht die Entscheidung, ob es sich um eine dünnere Besiedlung in diesem Gebiet oder um einen Rückgang handelt.

Obwohl in den übrigen Gebieten (Tafel- und Kettenjura) der Feuersalamander relativ weit verbreitet ist, wird im Kanton Basel-Landschaft von lokalen Fachleuten ein Rückgang des Feuer-

salamanders vermutet (Imbeck 1989, Küry und Plattner 1994).

Eine Kontrolle von über 100 bekannten schweizerischen Feuersalamandervorkommen ergab in den Jahren 2003 und 2004, dass nur noch an rund 75% der Standorte ein Nachweis gelang (KARCH 2004). Die Art dürfte deshalb in der geplanten Überarbeitung der Roten Listen der Amphibien der Schweiz weiterhin als gefährdet eingestuft werden (Schmidt persönliche Mitteilung).

Das Fehlen von früheren Untersuchungen aus verschiedenen Teilgebieten der Region Basel erschwert die Einschätzung der Gefährdung. Verschiedene Faktoren können dabei lokal zu einer Beeinträchtigung der Lebensbedingungen für den Feuersalamander führen. Deren wichtigste sind die folgenden: Bau und Ausbau von nachts stark befahrenen Strassen; Ausdehnung des Siedlungsgebiets bis in Waldnähe; Veränderung von Kleinstrukturen wie Trockenmauern, Wasserfassungen, Brunnstuben, Holzbeigen in Gärten sowie das Entfernen potenzieller Verstecke in Kellerabgängen; Fassung von bisher unverbauten Quellen; Veränderung der Baumartenzusammensetzung im Wald; Beeinträchtigung der Larvenhabitate durch Veränderung der Ufer von stehenden Gewässern, Verbauungen im Uferbereich oder auf der Sohle sowie chemische Belastungen oder Änderungen im Abflussregime der Bachläufe; Frassdruck durch Fische in den Larvengewässern.

Aufgrund der gesamtschweizerischen Befunde und der vielschichtigen Gefährdungssituation ist der Feuersalamander in der Region Basel als gefährdet zu betrachten. In den Lössgebieten des Leimentals ist die Bedrohung besonders ausgeprägt. Es scheint demnach sinnvoll, Massnahmen zur Förderung der Feuersalamanderbestände zu ergreifen.

Massnahmen zur Förderung des Feuersalamanders

Habitatanforderungen des Feuersalamanders

Das Habitat einer Tierart umfasst in der Regel verschiedene Teilräume einer Landschaft, die im

Laufe des Lebenszyklus in unterschiedlicher Art und Weise genutzt werden. Der Bachlauf muss als Lebensraum für Larven die folgenden Voraussetzungen erfüllen: Er führt auf bedeutenden Strecken zwischen Februar und August dauerhaft Wasser und ist ohne eingedolte Abschnitte. Er befindet sich teilweise im Wald oder in Waldnähe. Seine Struktur ist naturnah, das heisst der Bachlauf weist einen Wechsel zwischen Stillen («pools») und Schnellen («riffles») auf. In einer Distanz von weniger als 100 Meter befinden sich Versteckmöglichkeiten für Adulttiere. Im Bachlauf kommen als Nahrungsgrundlage Kleintiere verschiedener Arten des Makrozoobenthos in ausreichender Dichte vor. Im Abschnitt des Fliessgewässers kommen keine Fische vor. Am Gewässer findet keine intensive Nutzung wie Erholungsaktivitäten, Wasserentnahmen usw. statt. Quellen in Bachnähe sind nicht gefasst.

Die erfolgreiche Fortpflanzung in stehenden Gewässern ist von einer Reihe von Faktoren abhängig: Die Weiher oder Tümpel befinden sich im Wald oder in Waldnähe. Das Ufer ist flach und locker von Uferpflanzen bestanden. Die Wasserführung zwischen Februar und August ist gewährleistet. Die vorhandene Struktur bietet den Larven genügend Versteckmöglichkeiten.

Die Anforderungen an die Habitate der Adulttiere lassen sich wie folgt zusammenfassen: Es sind ausreichend frostsichere Tagesverstecke vorhanden, die nicht in der Nähe von stark befahrenen Strassen liegen. Es ist eine ausreichende Zahl frostsicherer Überwinterungsquartiere vorhanden, von denen aus das Fortpflanzungsgewässer ohne das Überqueren einer Strasse erreichbar ist. Das Klima und Mikroklima bieten in der Vegetationszeit ausreichend feuchte Verhältnisse, die die nächtliche Nahrungssuche ermöglichen.

Massnahmen zur Förderung der Bestände in der Region Basel

Die Massnahmen zur Förderung der Feuersalamander betreffen in erster Priorität die Gebiete des Sundgauer Hügellands. Für das Bruderholz und das Allschwilerplateau wird eine Bestandesanalyse vorgeschlagen. Im Rahmen von momentan laufenden Projekten wie Aufwertungen na-

turnaher Bereiche im Allschwilerwald oder Biotopvernetzung für die Amphibien der stehenden Gewässer im Landwirtschaftsgebiet soll auch der Feuersalamander in die Betrachtungen einbezogen werden. Die im Rahmen dieser Projekte vorgesehenen Massnahmen sollen auch bezüglich ihres Nutzens für die Feuersalamanderbestände geprüft und gegebenenfalls optimiert werden.

Den oben geschilderten Anforderungen des Feuersalamanders an die Landschaft ist im Rahmen der verschiedenen Planungsvorhaben angemessen Rechnung zu tragen. Dies betrifft vor allem die Waldentwicklungsplanung, die Landschaftsplanung in den Gemeinden, die Siedlungsplanung und die Generelle Entwässerungsplanung.

Da der Feuersalamander eine populäre Amphibienart ist, kann die Bevölkerung motiviert werden, ihre Privatgärten naturnah zu gestalten und die Art mit dem Einbringen von Verstecken und Unterschlüpfen zu fördern. In Gebieten, wo durch intensive Erholungsnutzung eine Bedrohung der Bestände stattfindet, kann der Feuersalamander ebenfalls als Sympathieträger für einen angepassten Umgang mit den Gewässern sowie Wäldern und Gärten verwendet werden.

Allgemeine Massnahmen

Der Feuersalamander ist zusammen mit dem Alpensalamander diejenige Art, deren Verbreitung und Bestandessituation in der Nordschweiz am schlechtesten bekannt ist. Aufgrund der unzureichenden Daten und der zurückgehenden Bestandestendenz in vielen Gebieten ist deshalb die weitere Verbesserung des Kenntnisstandes eine vorrangig zu ergreifende Massnahme.

Populationen in Siedlungen sind besonders empfindlich auf bauliche Veränderungen und Eingriffe. Im Rahmen der Siedlungsplanung müssen die Vorkommen erfasst und geschützt werden. Die Abtrennung solcher Gebiete durch den Bau von Strassen führt zu einer Verkleinerung und Zerstückelung des Lebensraums mit umfangreichen Folgen, die im Extremfall zum Aussterben einer Population führen können. Die Bevölkerung in Quartieren mit Salamanderpopulationen soll zur Rücksichtnahme bei Unter-

halt und Pflege ihrer Gebäude und Gärten aufgerufen werden.

Bekannte Larvengewässer, auch Quellen, müssen erhalten werden. Eine zusätzliche Entnahme von Wasser aus Bächen, in denen sich der Feuersalamander fortpflanzt, muss vor allem im Jura verhindert werden. Auf den Bau von Strassen durch Waldgebiete mit Salamandervorkommen soll verzichtet werden. Bestehende Strassen an Amphibienzugstellen sind mit funktionierenden Amphibiendurchlässen auszurüsten. Die Erholungsnutzung in Waldgebieten ist so planen, dass wichtige Fortpflanzungsgebiete für Salamander erhalten bleiben. Auf grossflächige Kahlschläge im Wald und die Pflanzung von Forsten mit standortfremden Baumarten speziell Nadelhölzer ist zu verzichten. Ein Fischbesatz in Oberläufen von Waldbächen soll vermieden werden.

Dank

Der Autor dankt den Mitgliedern der Amphibiengruppe von Pro Natura Baselland sowie den beteiligten Herpetologinnen und Herpetologen aus verschiedenen Teilen der Schweiz für ihre Unterstützung bei der Feldarbeit. Maja Kopp half mit beim Leeren der Fallen in Arlesheim. Silvia Zumbach und Benedikt Schmidt von der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz (KARCH) sowie Simon Capt vom Centre Suisse de cartographie de la faune (CSCF) stellten die Verbreitungsdaten zur Verfügung. Die Untersuchung wurde vom Lotteriefonds der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, dem Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL), der Gemeinde Riehen und der Kober-Schwabe-Stiftung in Arlesheim finanziell unterstützt.

Literatur

- Bauer, S. (1987): Verbreitung und Situation der Amphibien und Reptilien in Baden-Württemberg, Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg 41(5–6): 71–155.
- Baumgartner, N., A. Waringer & J. Waringer (1999): Hydraulic microdistribution patterns of larval fire salamanders (*Salamandra salamandra salamandra*) in the Weidlingbach near Vienna (Austria), *Freshwater Biology* 41(1): 31–41.
- Baur, B., C. Gilgen, M. Lack, T. Herde, H.-P. Rusterholz, K. Stingelin, D. Dell, P. Alig, C. Lesslauer & M. Sutter (1999): Der Allschwiler Wald, Allschwiler Schrift Nr. 11, Allschwil.
- Bitterli, T. (1996): Höhlen der Region Basel – Laufen. Speläologisches Inventar der Schweiz, Band III. Basel.
- Brodmann, P. & K. Grossenbacher (1994): Unsere Amphibien. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel Nr. 4, Basel.
- Grossenbacher, K. (1988): Verbreitungsatlas der Amphibien der Schweiz, Documenta Faunistica Helvetica Nr. 7, Centre Suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel.
- Imbeck, P. (Hrsg.) (1989): Natur aktuell. Situation der Natur im Kanton BL 1988. Grundlagen für ein Naturschutz- und Landschaftsschutzkonzept. Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- Joly, J. (1968): Données écologiques sur la salamandre tachetée, *Salamandra salamandra* (L.), Annales des Sciences Naturelles, Zoologie: 12e Série, Tome X: 301–366.
- KARCH 2004: Herpetologisches Informationsbulletin. Aktivitäten auf nationaler Ebene, Feuer- und Alpensalamander, Centre Suisse de cartographie de la faune, Nachrichten 27: 56–57.
- Klewen, R. (1985): Untersuchungen zur Ökologie und Populationsbiologie des Feuersalamanders an einer isolierten Population im Kreise Paderborn, Abhandlungen des Westfälischen Museums für Naturkunde 47(1): 3–51.
- Kopp, M. & B. Baur (2000): Intra- and inter-litter variation in life-history traits in a population of fire salamanders (*Salamandra salamandra terrestris*), *Journal of Zoology* 250: 231–236.
- Küry, D. (1993): Feuersalamander und Quelljungfern im Gebiet um St. Chrischona. In: Stiftung Z'Rieche (Hrsg.), z'Rieche 1993, Ein heimatliches Jahrbuch, Riehen, S. 138–149.
- Küry, D. (1997): Der Feuersalamander. Lebensweise und Schutzmöglichkeiten. Merkblatt Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz (KARCH), Bern.
- Küry, D. & H. Plattner (1994): Feuersalamander Arlesheim 1993/94, Vorkommen, Gefährdung und Schutz. Kober-Schwabe-Stiftung, Arlesheim.
- Labhardt, F. & C. Schneider (1981): Überblick über die Amphibienbestände in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt, Tätigkeitsberichte der Naturforschenden Gesellschaft Baselland 31: 185–223.
- Matz, G. (1964): Sur la biologie et la répartition de la salamandre et de quelques amphibiens rares en Alsace, Bulletin de l'Association philomatique d'Alsace et de Lorraine 11(6): 326–331.
- Moor, M. (1962): Einführung in die Vegetationskunde

- der Umgebung Basels. Lehrmittelverlag Kanton Basel-Stadt, Basel.
- Sell, Y., J.-P. Berchtold, H. Callot, M. Hoff, J.-C. Gall & J.-M. Walter (1998): L'Alsace et les Vosges. Géologie, milieux naturels, flore et faune. Delachaux et Niestlé, Lausanne.
- SPSS (2002): SPSS Version 11, SPSS Inc. Chicago.
- Thiesmeier, B. (1988): Zur Ökologie und Populationsdynamik des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788) im Niederrheinischen Land unter besonderer Berücksichtigung der Larvalphase. Dissertation Universität-Gesamthochschule Essen, Essen.
- Thiesmeier, B. & H. Schuhmacher (1990): Causes of larval drift of the fire salamander, *Salamandra salamandra terrestris*, and its effect on population dynamics, *Oecologia* 82: 259–263.
- Thiesmeier, B. & R. Günther (1996): Feuersalamander. In: Günther R. (Hrsg.), *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*. Fischer-Verlag, Stuttgart, S. 82–104.
- Tiefbauamt Basel-Landschaft (Hrsg.) (1998): Gewässerverzeichnis. Liestal, 4. Auflage.
- Zollhöfer, J. M. (1997): Quellen die unbekannten Biotope: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe Band 6, Zürich.

Dr. Daniel Kury
Life Science AG
Greifengasse 7
CH-4058 Basel

