

Berichte aus dem Artenschutzprojekt für die Populationen des hessischen Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*)



Nr. 1

Erfassungsbogen für das Monitoring von Feuersalamander-Larven in verschiedenen Gewässern – eine Anwesenheits-Abwesenheits-Aufnahme

Laura Jung¹, Viktoria Köditz¹, Hans-Peter Ziemek¹

¹Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Biologiedidaktik, Karl-Glöckner-Straße 21c, 35394 Gießen

1. Einleitung

Europäische Feuersalamander (*Salamandra salamandra*, Linnaeus 1758) sind vielfältigen Gefährdungen durch die Tätigkeiten von Menschen ausgesetzt. Dazu gehören die Verluste von Lebensräumen, Gefährdungen durch Straßenverkehr, Klimawandelfolgen und die Gefahr durch Pathogene. Alle Schwanzlurcharten, insbesondere der Feuersalamander, sind seit 2015 in Deutschland akut durch den für sie tödlichen Hautpilz Bsal (*Batrachochytrium salamandrivorans*, Martel et al. 2013) gefährdet. Bei Feuersalamandern endet eine Infektion überwiegend mit dem Tod.

Um die Populationen schützen zu können und zeitnah Infektionsherde des Hautpilzes zu erkennen, ist eine solide Datengrundlage über die Verbreitung des Feuersalamanders notwendig.

Bei Salamandern gilt dabei die Kartierung von Larven als effektivste Methode zum Erfassen der Art. Um flächendeckende, aktuelle Daten zu generieren, war eine leicht anwendbare Methode mit wenig Equipment und geringem Zeitaufwand erforderlich. Der Erfassungsbogen eröffnet nach einer kurzen Schulung eine einfache Möglichkeit, Larven des Feuersalamanders in einem Gewässer nachzuweisen. Zusätzlich werden wichtige Parameter zur Gewässerbeschaffenheit und der Umgebung aufgenommen.

Durch diesen Erfassungsbogen können verschiedene Interessensgruppen unter geringem Aufwand bei der Datenerhebung helfen. Die Ergebnisse dieser Methode zeigen anschließend Anwesenheit oder Abwesenheit von Larven. Bei regelmäßiger Durchführung können Schwankungen oder Einbrüche der Larvenpopulation erfasst werden und mögliche Ursachen näher untersucht werden. Zusätzlich können Daten über die Ökologie der Salamanderlarven generiert werden.

1.1 Biologie und Lebenszyklus des Feuersalamanders

1.1.1 Verbreitung des Feuersalamanders

Der Europäische Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) kommt in weiten Teilen Europas vor. Etwa 10 % der Gesamtverbreitung liegen dabei in Deutschland (Kühnel et al., 2009). In Deutschland liegt ein Verbreitungsschwerpunkt im Westen und Süd-Westen Deutschlands (DGHT e.V., 2018; Thiesmeier, 2004). Dabei liegt Hessen im Zentrum des Verbreitungsschwerpunktes (DGHT e.V., 2018).

1.1.2 Biologie der Larven des Feuersalamanders

Die weiblichen Feuersalamander setzen meist im Frühjahr die vollständig entwickelten Larven in die Gewässer ab. Dabei ragt meist nur das Hinterteil des Weibchens ins Gewässer. Während der Geburt platzt die Eihülle der Larven und die Larven sind sofort selbstständig lebensfähig. Diese Fortpflanzungsform wird als Larviparie bezeichnet. Insgesamt werden pro Weibchen etwa 30 Larven über mehrere Tage schwungweise ins Gewässer abgesetzt (Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016).

Die Weibchen nutzen verschiedene Gewässertypen zum Absetzen der Larven. Überwiegend dienen Quell- und Bachoberläufe häufig im Laub-/ Laubmischwäldern als Larvengewässer. Diese Gewässer bieten meist eine hohe Anzahl an strömungsarmen Bereichen (Kolke) und einen hohen Strukturgehalt durch Totholz, Laub und Steine. Dies bietet den Larven viele Versteckmöglichkeiten. Larven können auch in Tümpeln oder temporären Gewässern (z. B. Pfützen oder Wagenspuren) abgesetzt werden (Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016; Steinfartz et al., 2007).

Die Larven des Feuersalamanders sind braun bis schwarz gefärbt. Deutlich zu erkennen, und damit von anderen Amphibienlarven zu unterscheiden, sind sie an dem hellen Fleck an jedem

Beinansatz. Seitlich am Kopf befinden sich die Büschelkiemen. Der Schwanz der Larven hat einen Flossensaum. Je älter die Larve ist, desto stärker entwickelt sich das typische schwarz-gelbe Feuersalamandermuster (Freytag, 2002; Seidel et al., 2016)

Die Larven des Feuersalamanders sind leicht zu verwechseln mit Molchlarven. Dabei sind Molchlarven deutlich schwächtiger und haben schmalere Beine. Deren Büschelkiemen sind stärker und größer ausgebildet als die der Feuersalamanderlarven.



Abbildung 1: Teichmolchlarve (Sebastian Thews, 2018).



Abbildung 2: Feuersalamanderlarve (Laura Jung, 2021).

Feuersalamanderlarven sind etwa 2,5 bis 6 cm groß. Je weiter die Metamorphose, also die Umwandlung zum landlebenden Salamander, vorangeschritten ist, desto größer ist meist die Larve. Die Metamorphose dauert je nach Nahrungsverfügbarkeit und Wassertemperatur meist zwei bis vier Monate. Als Nahrungsgrundlage dienen den Larven Bachflohkrebse und Insektenlarven. Bei geringer Nahrungsverfügbarkeit sind die Larven auch kannibalistisch und fressen Artgenossen. Während der Metamorphose bilden sich die Büschelkiemen und der Flossensaum am Schwanz zurück. Die Färbung der Larven gleicht immer mehr der typischen Feuersalamanderfärbung (Thiesmeier 2004, Seidel et al. 2016)

Der Landgang der Larven geschieht meist zwischen Juli und September. Nach dem Landgang leben vor allem junge Feuersalamander häufig in direkter Nähe zum Gewässer. Ab einem Alter von etwa drei Jahren werden Jungtiere geschlechtsreif und zählen dann zu den adulten Feuersalamandern. Meist ist dann das individuelle Rückenmuster vollständig ausgeprägt (Thiesmeier 2004, Seidel et al. 2016).

1.1.3 Biologie der adulten Feuersalamander

Adulte Individuen des Europäischen Feuersalamanders sind an der schwarz-gelben Färbung zu erkennen. Die Haut ist ledrig und der Körperbau ist zylindrisch. Im Vergleich zu anderen Schwanzlurchen wirken Feuersalamander robust und kräftig. Deutlich zu erkennen sind die Ohrdrüsenwülste (Parotiden) am Hinterkopf der adulten Salamander. Entlang des Rückens besitzen Feuersalamander weitere Drüsen, worüber sie Gift absondern können. Dieses Gift dient der Feindabwehr und zur Abwehr von Bakterien auf der Haut der Tiere. Die Haut der Salamander ist, wie bei allen Amphibien, essenziell zum Überleben und von zentraler Bedeutung, denn Wasser- und Elektrolythaushalt sowie ein großer Teil der Atmung funktionieren über die Haut (Seidel et al., 2016).

Adulte Feuersalamander können ca. 14-17 cm lang und durchschnittlich etwa 30-40 g schwer werden. Dabei sind Männchen meist etwas kleiner und leichter als Weibchen. Ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus ist kaum vorhanden. Das Geschlecht kann oft anhand der Kloake, also des Körperausgangs für die Verdauungs-, Geschlechts- und Exkretionsorgane, bestimmt werden. Diese ist bei geschlechtsreifen Männchen verdickt, bei Weibchen hingegen wenig gewölbt. (Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016).

Feuersalamander sind eine Charakterart feuchte Laub- und Mischwälder in mittleren Höhen. Häufig leben Sie in Nähe zu Quellen, Bächen oder Tümpeln. Tagsüber leben Feuersalamander versteckt beispielsweise unter Holz oder in Erd-/ Felsspalten. Als Winterquartiere dienen sämtliche frostsicheren Verstecke z. B. Stollen oder Kleinsäugerbauten. Häufig kommen Feuersalamander auch in Siedlungsnähe vor (Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016).

Die Aktivität von Feuersalamandern ist stark witterungsabhängig. Bei Temperaturen ab etwa 8° C und einer hohen Luftfeuchtigkeit sind Feuersalamander dämmerungs- und nachtaktiv. Vereinzelt sind auch tagsüber Tiere aktiv z. B. bei Regenfällen nach langen Trockenperioden (Seidel et al., 2016).

Die Paarung von adulten Feuersalamandern findet, anders als bei anderen Amphibienarten, an Land statt. Im Zeitraum von April bis September versuchen Männchen sich mit Weibchen zu paaren. Der Paarungsakt verläuft in verschiedenen Phasen. Am Ende setzt das Männchen ein Gallertkegel mit Spermien (Spermatophore) auf dem Boden ab und das Weibchen nimmt diesen mit der Kloake auf. Später erfolgt die innere Befruchtung und die Embryonen entwickeln sich im Mutterleib zu Larven (Seidel et al., 2016).

1.2 Gefährdung des Feuersalamanders

Feuersalamander sind vielfältigen Gefährdungen ausgesetzt. Einige davon sind menschengemacht und können mit gezielten Maßnahmen gemildert oder verhindert werden. In den folgenden Abschnitten werden die Gefährdungsgruppen vorgestellt.

Eine natürliche Gefährdung stellen Fressfeinde dar. Durch die Warnfärbung und das Hautgift des adulten Feuersalamanders sind diese jedoch untergeordnet zu betrachten. Einige Säugetiere, Schlangen und Vögel zählen zu den Fressfeinden. Diese meiden jedoch meist

nach dem ersten Fressversuch den Feuersalamander. (Thiesmeier & Grossenbacher, 2004; Seidel et al., 2016).

Die Feuersalamanderlarven besitzen noch kein Hautgift, weshalb sie viele Fressfeinde besitzen. Zu ihnen zählen Fische, Wasservögel, räuberische Wasserinsekten / -larven und die Feuersalamanderlarven selbst, da diese kannibalistisch sind (Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016).

Die Folgen des Klimawandels treten in Deutschland immer stärker hervor. Trockenperioden dehnen sich über immer längere Zeiträume aus. Dies tritt besonders häufig in den Früh- und Spätsommermonaten ein. Es hat teils starke negative Auswirkungen auf den Feuersalamander. Die adulten Tiere verlassen seltener ihre Tagesverstecke, um nach Beute zu jagen. Dadurch verlieren sie Gewicht, was sich negativ auf die Überwinterung auswirken könnte. Die Larven des Feuersalamanders sind noch stärker von den Folgen des Klimawandels bedroht. Andauernde Trockenperioden führen häufig zum Austrocknen von ganzen Gewässerabschnitten oder verkleinern den Lebensraum der Larven, sodass die Entwicklung verzögert wird. Fällt das Gewässer trocken, bevor die Larven vollständig umgewandelt sind, sterben sie (HLNUG, 2019; Lozán et al., 2016; Thiesmeier, 2004; Seidel et al., 2016).

Eine weitere Folge des Klimawandels sind häufiger auftretende Starkregenereignisse. Dabei werden große Wassermassen in kurzer Zeit in das Gewässer der Larven eingebracht. Besonders Fließgewässer verändern sich dabei massiv. Es bilden sich starke Strömungen, die die Larven bachabwärts verdriften können. Dabei können die Larven sterben oder in Gewässerabschnitte verdriftet werden, in denen Fischbestände vorkommen. Dadurch ist ihre Überlebenschance stark eingeschränkt (Reinhardt et al., 2018). Nach Einstufung des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zählt der Feuersalamander zu den klimasensitiven Arten und potenziellen Verlierern des Klimawandels (HMUKLV, 2015).

Der Verkehr stellt eine große Gefährdung für alle Amphibien dar. Speziell der Feuersalamander ist dieser Gefahr das ganze Jahr ausgesetzt. Er quert Straßen nicht nur bei der Wanderung zu den Laichgewässern, wie Kröten und Frösche. Die Tiere halten sich gern auf befestigten Wegen auf, um Beute zu jagen. Adulte Feuersalamander besitzen keinen Fluchreflex. Sie nehmen bei Gefahr eine Drohhaltung ein und sondern Gift ab. Dadurch werden sie häufig von PKWs und Fahrrädern überfahren (Kühnel et al., 2009; Seidel et al., 2016).

Auch ohne den direkten Kontakt mit einem Reifen können sie an den Folgen eines vorbeifahrenden Verkehrsmittels sterben. Bei einer Geschwindigkeit von über 30 km/h wird der Luftdruck, der beim Fahren unter oder neben dem PKW entsteht, ruckartig so groß, dass innere Verletzungen hervorgerufen werden. Dieses Phänomen wird als Barotrauma bezeichnet. An den Verletzungen verenden die Tiere qualvoll.

Die Gefährdung des Verkehrs geht einher mit der Zerschneidung des Lebensraums des Feuersalamanders. Immer mehr Habitate werden durch den Straßenbau voneinander getrennt. Durch Bauprojekte werden ganze Habitate zerstört. Die Anlage von Monokulturwäldern und die Verwendung von Pestiziden und Insektiziden an Waldrandgebieten können den Feuersalamander zusätzlich gefährden. (Haber, 2014; HLU, 2014; Seidel et al., 2016).

Auch die Fortpflanzung des Feuersalamanders wird durch menschliche Einflüsse gefährdet. Durch Begradigung, Verrohrung und Verbau von Fließgewässern entfällt der natürliche Lebensraum der Larven. Die Fließgeschwindigkeit erhöht sich und es finden sich keine Kolke im Gewässer. Auch die Weibchen finden an diesen Gewässern keine Einstiegsmöglichkeit, um die Larven im Wasser abzusetzen. In einige Gewässer wird zudem weiterhin Abwasser eingeleitet, was die Wasserqualität verschlechtert. Auch das wirkt sich negativ auf die Larvenentwicklung aus, da sie saubere Gewässer benötigen (Lüderitz & Jüpner, 2009; Thiesmeier, 2004).

Eine große Gefahr für alle Amphibienarten stellt die Ausbreitung von Pathogenen, also neu auftretenden Infektionskrankheiten (Emerging infectious diseases – EID) dar (Daszak et al., 2000; Fisher et al., 2012; Seidel et al., 2016).

Eine derzeit sehr starke Gefährdung geht von dem Chytridpilz Bsal (*Batrachochytrium salamandrivorans*) aus. Dieser stammt vermutlich aus Asien und wurde durch den Tierhandel nach Europa gebracht (Martel et al., 2014; Laking et al., 2017). Erstmals entdeckt und beschrieben wurde der Hautpilz 2013 (Martel et al., 2013). Seit 2015 ist der Pilz offiziell in Deutschland angelangt und breitet sich im Freiland immer weiter aus. Neben Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz sind auch in Bayern erste Funde bekannt (Martel et al., 2014; Stegen et al., 2017; Dalbeck et al., 2018; Schulz et al., 2018; Thein et al., 2020).

Der Pilz zerstört die Haut des Feuersalamanders. Typisch sind Läsionen und Geschwüre auf der Haut. Dadurch verliert die Haut ihre Funktionen und es treten häufig Sekundärinfektionen auf. Adulte Feuersalamander verenden in der Regel nach wenigen Tagen bis Wochen (Martel et al., 2013; Martel et al., 2014; Stegen et al., 2017)

1.3 Desinfektionsanleitung

Um Pathogene nicht von einem Standort zu einem anderen zu verschleppen, ist es wichtig eine vollumfängliche Desinfektion der Materialien durchzuführen. Vor und nach dem Aufenthalt in einem Untersuchungsgebiet müssen alle verwendeten Materialien und das Schuhwerk zunächst mit Wasser und Bürste von grobem Schmutz befreit werden. Das verwendete Wasser wird anschließend vor Ort entsorgt und die Materialien lässt man kurz trocknen.

Im nächsten Schritt sollten alle Materialien mit einem benetzenden Film aus 70%igem Ethanol besprüht werden. Die Materialien müssen mindestens drei Minuten antrocknen, anschließend sollte alles an der Luft durchtrocknen. Auch die Hände sollten nach der Feldarbeit desinfiziert werden.

Wegwerfmaterialien sollten in einem Beutel gesammelt und im Restmüll entsorgt werden. Falls das Auto oder Fahrrad abseits von befestigten Wegen genutzt wurde, sollten die Reifen bestenfalls vor einem Gebietswechsel von Erde und Schlamm befreit werden.

2. Kurzerfassungsbogen

2.1 Gewässerauswahl

Für die Erfassung eignen sich sämtliche Gewässer in Wäldern, aber auch siedlungsnah. Da Feuersalamander sehr flexibel in ihrer Lebensraumwahl sind, kann die Erfassung an verschiedenen Gewässern durchgeführt werden. Neben Quellen und Bachoberläufen können auch Tümpel oder temporäre Gewässer als Lebensraum der Larven dienen und mit diesem Bogen erfasst werden.

2.2 Material

Für diese Erfassungsmethode wird mindestens eine bearbeitende Person benötigt. Als Hilfsmittel für eine vollständige Erfassung dienen Taschenlampe oder Handstrahler, Maßband, Thermometer, Mobiltelefon oder GPS-Gerät und gegebenenfalls ein Klickzähler.

Die zusätzliche Lichtquelle erleichtert das Auffinden der Larven deutlich auch während des Tages. Mit dem Maßband kann die zurückgelegte Strecke erfasst werden. Mit dem Thermometer wird zuerst die Luft- und dann die Bachtemperatur gemessen. Mit dem Mobiltelefon können die Koordinaten erfasst und der Zeitverlauf dokumentiert werden.

2.3 Methode

Bei dieser Methode wird ein geeigneter Bachabschnitt ausgewählt, welcher gut entlang des Bachverlaufs begehbar ist. Innerhalb **15 Minuten** werden bachaufwärts alle erkennbaren Larven einmal gezählt. Im Anschluss werden die zusätzlichen Parameter aufgenommen. Die Erfassung sollte bestenfalls bei Tag durchgeführt werden. Jeder Bach sollte mindestens einmal erfasst werden, darf aber auch in einem beliebigen Rhythmus erneut erfasst werden.

Vor und nach jeder Kartierung sollte das Schuhwerk mit einer Bürste von grobem Schmutz befreit und mit 70%igem Ethanol desinfiziert werden (siehe Kapitel 1.3).

2.4 Kurzerfassungsbogen



Allgemeine Angaben

Name, Vorname: _____

E-Mail / Telefon: _____

Datum: _____ Lufttemperatur [°C]: _____

Uhrzeit: _____ Wassertemperatur [°C]: _____

Ergebnis

Zurückgelegte Strecke/beobachtete Strecke entlang des Gewässers (ca.): _____

Anzahl Larven: _____

Andere Gewässerorganismen: _____

Andere Amphibienarten: _____

Gebiet

Koordinaten (Gauss-Krüger/WGS84)

Gebietsname: _____ Latitude: _____

Gemeinde/Ort: _____ Longitude: _____

Gewässerumfeld:

Laubwald Mischwald Nadelwald Gebüsch/Hecken Grünland Siedlung

Struktur des Gewässerumfelds (ca. 250 m Radius):

strukturreich mäßig Struktur kaum Struktur

Gewässer

Gewässername: _____

Gewässertyp (Bach, Quelle etc.): _____

Gewässertiefe [cm]: _____

Anzahl strömungsarmer Bereiche/Kolke: _____

Struktur im Gewässer (z. B. Totholz): strukturreich mäßig Struktur kaum Struktur

Beschattung des Gewässers: schattig halbschattig besont

Bemerkungen:

3. Rechtliche Grundlagen

Feuersalamander zählen zu den wild lebenden Tieren. Nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) § 39 (1) Satz 1 ist es demnach verboten die Tiere zu beunruhigen, zu fangen, zu verletzen oder zu töten. Dies gilt sowohl für Larven als auch für adulte Feuersalamander. Für die Erfassung ist es nicht notwendig und nicht gewünscht, die Larven aus den Gewässern zu entnehmen. Das Betreten der Gewässer ist im Rahmen der Erfassung nicht erforderlich und sollte nach BNatSchG § (1) Satz 3 zum Schutz vor Beeinträchtigung unterlassen werden.

Für die Erfassung ist es nicht gestattet Naturräume zu betreten, die durch einen Schutzgebietsstatus geschützt sind und dort das Betreten (Abseits der Wege) untersagt ist oder es durch das Betreten zu einer Störung führen kann (z. B. Naturschutzgebiete, Nationalparks) (BNatSchG § 23 und § 24). Die Erfassung sollte nicht zu Nachtzeiten durchgeführt werden, denn nach Hessischem Jagdgesetz (HJagdG) § 23 (11) ist es verboten zur Nachtzeit die befestigten Wege im Wald zu verlassen

4. Literaturverzeichnis

Dalbeck, L., Düssel-Siebert, H., Kerres, A., Kirst, K., Koch, A., Lötters, S., Ohlhoff, D., Sabino-Pinto, J., Preißler, K., Schulte, U., Schulz, V., Steinfartz, S., Veith, M., Vences, M., Wagner, N. & Wegge, J. (2018). Die Salamanderpest und ihr Erreger *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal): aktueller Stand in Deutschland. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, 25, 1–22.

Daszak, P., Cunningham, A. A. & Hyatt, A. D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife - threats to biodiversity and human health. *Science* (New York, N.Y.), 287(5452), 443–449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>.

Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde. (2018). Verbreitungsatlas der Amphibien und Reptilien Deutschlands, auf Grundlage der Daten der Länderfachbehörden, Facharbeitskreise und NABU Landesfachausschüsse der Bundesländer sowie des Bundesamtes für Naturschutz.: Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) [Zuletzt geprüft am 09.04.2022]. [http://www.feldherpetologie.de/atlas/maps.php?art=Feuersalamander%20\(Salamandra%20salamandra\)&zeitschnitt=1900-2018&raster=mtbq](http://www.feldherpetologie.de/atlas/maps.php?art=Feuersalamander%20(Salamandra%20salamandra)&zeitschnitt=1900-2018&raster=mtbq)

Fisher, M. C., Henk, D. A., Briggs, C. J., Brownstein, J. S., Madoff, L. C., McCraw, S. L. & Gurr, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature*, 484(7393), 186–194. <https://doi.org/10.1038/nature10947>

Freytag, G. E. (2002). Feuersalamander und Alpensalamander (3. Aufl.). Die neue Brehm-Bücherei Reprint: Bd. 142. Westarp-Wiss.

Haber, W. (2014). *Landwirtschaft und Naturschutz*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim. <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10851647>

- HLNUG (Hg.). (2019). Extreme Wetterereignisse in Hessen: Klimawandel in Hessen [Sonderheft]. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie.
- HMU KL V (2015). Tiere, Pflanzen, Lebensräume: Leitfaden zur Umsetzung von Ziel I und II der Hessischen Biodiversitätsstrategie in den Landkreisen und kreisfreien Städten. https://biologischevielfalt.hessen.de/files/downloads/HBS_Leitfaden%20zur%20Hessen-Liste_II.pdf (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz).
- Kühnel, K.-D., Geiger, A., Laufer, H., Podloucky, R. & Schlüpmann, M. (2009). Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Deutschlands. In H. Haupt, G. Ludwig, H. Gruttke, M. Binot-Hafke, C. Otto & A. Pauly (Hg.), Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. (70. Aufl., Bd. 1, S. 259–288). Bundesamt für Naturschutz: Naturschutz und biologische Vielfalt.
- Laking, A. E., Ngo, H. N., Pasmans, F., an Martel & Nguyen, T. T. (2017). Batrachochytrium salamandrivorans is the predominant chytrid fungus in Vietnamese salamanders. Scientific reports, 7, 44443. <https://doi.org/10.1038/srep44443>
- Lozán, J. L., Breckle, S.-W., Müller, R. & Rachor, E. (Hg.). (2016). *Warnsignal Klima: die Biodiversität: Unter Berücksichtigung von Habitatveränderungen, Umweltverschmutzung und Globalisierung : wissenschaftliche Fakten : mit 224 Abbildungen, 10 Tabellen und 6 Tafeln*. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- Lüderitz, V. & Jüpner, R. (2009). Renaturierung von Fließgewässern. In S. Zerbe & G. Wiegleb (Hg.), *Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa* (S. 95–124). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Martel, A., Spitzen-van der Sluijs, A., Blooi, M., Bert, W., Ducatelle, R., Fisher, M. C., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F. & Pasmans, F. (2013). Batrachochytrium salamandrivorans sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110(38), 15325–15329. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307356110>
- Martel, A., Blooi, M., Adriaensen, C., van Rooij, P., Beukema, W., Fisher, M. C., Farrer, R. A., Schmidt, B. R., Tobler, U., Goka, K., Lips, K. R., Muletz, C., Zamudio, K. R., Bosch, J., Lötters, S., Wombwell, E., Garner, T. W. J., Cunningham, A. A., Spitzen-van der Sluijs, A., . . . Pasmans, F. (2014). Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. Science (New York, N.Y.), 346(6209), 630–631. <https://doi.org/10.1126/science.1258268>
- Reinhardt, T., Baldauf, L., Ilić, M. & Fink, P. (2018). Cast away: drift as the main determinant for larval survival in western fire salamanders (*Salamandra salamandra*) in headwater streams. *Journal of Zoology*, 306(3), 171–179.
- Thiesmeier, B. (2004). *Der Feuersalamander* (Bd. 4). Laurenti.
- Thiesmeier, B. & Grossenbacher, K. (2004). *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758): Feuersalamander. In B. Thiesmeier & K. Grossenbacher (Hg.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas: Schwanzlurche IIB*.

- Schulz, V., Steinfartz, S., Geiger, A., Preißler, K., Sabino-Pinto, J., Krisch, M., Wagner, N. & Schlüpmann, M. (2018). Ausbreitung der Salamanderpest in Nordrhein-Westfalen: Aktueller Kenntnisstand. *Natur in NRW*, 4, 26–30.
- Stegen, G., Pasmans, F., Schmidt, B. R., Rouffaer, L. O., van Praet, S., Schaub, M., Canessa, S., Laudelout, A., Kinet, T., Adriaensen, C., Haesebrouck, F., Bert, W., Bossuyt, F. & an Martel (2017). Drivers of salamander extirpation mediated by *Batrachochytrium salamandrivorans*. *Nature*, 544(7650), 353–356. <https://doi.org/10.1038/nature22059>
- Seidel, U. & Gerhardt, P. (2016). Die Gattung *Salamandra*: Geschichte, Biologie, Systematik, Zucht. *Frankfurter Beiträge zur Naturkunde: Band 63*. Edition Chimaira.
- Steinfartz, S., Weitere, M. & Tautz, D. (2007). Tracing the first step to speciation: ecological and genetic differentiation of a salamander population in a small forest. *Molecular ecology*, 16(21), 4550–4561. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03490.x>