



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
Main Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2013

Transportieren Enten Fische in natürlicherweise fischfreie Amphibienlaichgebiete?

Schmidt, Benedikt R

Abstract: Wenn sich Fische, deren Herkunft nicht klar ist, in natürlicherweise fischfreien Amphibienlaichgewässern befinden, wird oft der Eintrag über Enten postuliert. In diesem Artikel wird dargestellt, welche Beweise es für diese These gibt. Es zeigt sich, dass es für einzelne Aspekte der Verbreitung von Fischen durch die Luft Hinweise gibt, aber keine schlüssigen Studien, welche die Ausbreitung von Fischen durch Enten belegen. Andere Erklärungen für die Ausbreitung von Fischen sind wesentlich plausibler als die Ausbreitung durch Enten.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-81606>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Schmidt, Benedikt R (2013). Transportieren Enten Fische in natürlicherweise fischfreie Amphibienlaichgebiete? *Zeitschrift für Feldherpetologie*, 20(2):137-144.

Transportieren Enten Fische in natürlicherweise fischfreie Amphibienlaichgebiete?

BENEDIKT R. SCHMIDT^{1,2}

¹KARCH, Passage Maximilien-de-Meuron 6, CH-2000 Neuchâtel, Schweiz

²Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190,
CH-8057 Zürich, Schweiz, benedikt.schmidt@unine.ch

Do ducks act as vectors for the colonization of amphibian breeding sites by fish?

Fish are often found in ponds that fish cannot colonize by themselves. A common explanation is that ducks may act as vectors because fish eggs may stick to their feet and ducks may therefore transport fish eggs and may facilitate colonization of ponds by fish. Here I review the evidence for the »duck transport fish« hypothesis. While there is some evidence that ducks might act as vectors and that fish eggs may survive transport, there is no evidence for the duck-mediated colonization of ponds by fish. Other explanations (i.e. vectors such as humans) are much more likely than ducks.

Key words: Duck, fish, colonization, dispersal, pond, waterbird.

Zusammenfassung

Wenn sich Fische, deren Herkunft nicht klar ist, in natürlicherweise fischfreien Amphibienlaichgewässern befinden, wird oft der Eintrag über Enten postuliert. In diesem Artikel wird dargestellt, welche Beweise es für diese These gibt. Es zeigt sich, dass es für einzelne Aspekte der Verbreitung von Fischen durch die Luft Hinweise gibt, aber keine schlüssigen Studien, welche die Ausbreitung von Fischen durch Enten belegen. Andere Erklärungen für die Ausbreitung von Fischen sind wesentlich plausibler als die Ausbreitung durch Enten.

Schlüsselbegriffe: Enten, Fische, Kolonisierung, Ausbreitung, Weiher, natürlicherweise fischfreie Gewässer, Wasservögel.

Einleitung

Die ökologische Theorie beschreibt zwei Arten von ökologischen Nischen (CHASE 2011). Die »fundamentale Nische« beschreibt den Bereich von Umweltbedingungen (z. B. Temperatur, pH oder Salinität), in denen eine Art leben kann und das Populationswachstum positiv ist. Die »realisierte Nische« ist ein Teilbereich der fundamentalen Nische und beschreibt, wo die Art effektiv lebt. Die realisierte Nische ist kleiner als die fundamentale Nische, weil Interaktionen zwischen Arten verhindern, dass eine Art überall dort lebt, wo es die abiotischen Umweltbedingungen erlauben würden. Ein gut bekanntes Beispiel für eine solche Interaktion zwischen Arten ist die Prädation. Fressfeinde können dazu führen, dass eine Art an einem Ort nicht leben kann.

In der Herpetologie ist das Phänomen gut bekannt, denn Fische sind Fressfeinde, die verhindern können, dass Amphibien in einem Weiher leben, obwohl dieser geeignet wäre (WERNER & MCPEEK 1994, KNAPP et al. 2005, VREDENBURG 2004). Die fundamentale Nische wäre der Weiher mit seinen abiotischen Eigenschaften und die realisierte Nische der fischfreie Weiher.

Prädatoren sind zusammen mit der Hydroperiode ein wichtiger Faktor, der es erlaubt, stehende Gewässer in drei Kategorien einzuteilen (WELLBORN et al. 1996): Permanente Gewässer mit Fischen, permanente Gewässer ohne Fische und temporäre Gewässer (ohne Fische). Temporäre Gewässer sind oft frei von Prädatoren, während Wirbellose wie etwa die Larven der Großlibellen die dominanten Prädatoren im Gewässertyp »permanent und fischfrei« sind. Die Kategorien lassen sich zweifellos noch feiner unterteilen (»temporäres Gewässer«: SNODGRASS et al. 2000, VAN BUSKIRK 2003; »permanent ohne Fische«: HECNAR & M'CLOSKEY 1997, HARTEL et al. 2007) aber dennoch lassen sich die Mitglieder zahlreicher Artengruppen der aquatischen Fauna entlang dieses aus Hydroperiode und Prädatoren gebildeten Gradienten einteilen (WELLBORN et al. 1996). Dies gilt insbesondere auch für die Amphibien (WERNER & MCPEEK 1994, SMITH & VAN BUSKIRK 1995, SKELLY 1996, SNODGRASS et al. 2000, VAN BUSKIRK 2003). Von einigen Ausnahmen wie Erdkröte (*Bufo bufo*) oder Amerikanischer Ochsenfrosch (*Lithobates catesbeianus*) abgesehen, bevorzugen Amphibien eindeutig temporäre Gewässer und permanente Gewässer ohne Fische (VAN BUSKIRK 2003).

Diese Einteilung der stehenden Gewässer in drei Kategorien macht klar, dass es natürlicherweise fischfreie Gewässer gibt und dass fischfreie Gewässer für die Mehrzahl der Amphibienarten ideal sind.

Wann kann ein Gewässer fischfrei sein? Dafür gibt es grundsätzlich zwei Mechanismen: Die Eigenschaften des Gewässers verhindern das Aufkommen von Fischpopulationen, oder das Gewässer kann von Fischen nicht kolonisiert werden. Trocknet das Gewässer regelmäßig aus, so kann sich keine Fischpopulation etablieren (WELLBORN et al. 1996). In kälteren Gegenden kann es auch sein, dass das Gefrieren der Gewässer dazu führt, dass Fische eliminiert werden (EATON et al. 2005). Fische können stehende Gewässer nur dann natürlicherweise kolonisieren, wenn diese an ein Fließgewässernetz angebunden sind. Es muss nicht zwingend ein permanenter Anschluss sein. Oft reicht es, wenn das stehende Gewässer bei Hochwasser Kontakt mit dem Fließgewässer hat (PETER 1986, SCHEFFEL 2007, CLAUSNITZER 2010). PETER (1986) vertritt die Ansicht, dass heute eine Unterscheidung von Fischgewässern und Nichtfischgewässern (»fischleere Gewässer«) nicht mehr möglich sei, weil der Mensch so stark in die Gewässer eingegriffen habe. Fischbesatz findet selbst in abgelegenen alpinen Gewässern seit Jahrhunderten statt (MIRÓ & VENTURA 2013).

Oft stellt der Feldherpetologe Fische in stehenden Gewässern fest, die ganz klar von Fischen nicht selbständig besiedelt werden konnten. Es taucht in diesem Fall die Frage nach der Art und Weise auf, wie die Fische ins Gewässer gelangt sind. Oft ist es so, dass die Fische von Menschen aus unterschiedlichsten Gründen ins Gewässer eingesetzt wurden.

Oft hört man aber die These, dass die Fische von Enten ins Gewässer gebracht worden seien. GREEN & ELMBERG (2013) zitieren WALLACE (1876) als erste Publikation zu die-

ser Behauptung. Auch in der nordamerikanischen Literatur ist die Aussage zu finden (z. B. RAY et al. 2004). Was ist dran an der »Enten-Hypothese«? Dieser Frage soll in diesem Beitrag nachgegangen werden.

Können Enten Fische in Gewässer transportieren?

Wenn Enten Fische transportieren würden, dann den Laich. RIEHL (1991) erwähnt, dass der Transport von Fischen denkbar, aber wohl unwahrscheinlich sei.

GREEN & ELMBERG (2013) haben in einer umfassenden Übersichtsarbeit die Ökosystemdienstleistungen der Wasservögel zusammen gestellt. Eine der Dienstleistungen ist die Verbreitung von Samen, Wirbellosen und nicht-pathogenen Mikroben. Die Verbreitung von Samen gilt sogar als eine der wichtigsten Ökosystemdienstleistungen der Wasservögel (SEKERCIOGLU 2006). Es ist klar, dass Wasservögel, und dort insbesondere Enten, wichtige Vektoren zahlreicher Pflanzen- und Tiergruppen sind, die sich nicht über Land ausbreiten können und zu groß sind, um vom Wind transportiert zu werden (GREEN & ELMBERG 2013). Zu beachten ist allerdings, dass der Transport meist geschieht, während sich die Organismen im Verdauungstrakt der Enten befinden (GREEN & ELMBERG 2013). Es ist allgemein bekannt, dass Samen von Pflanzen die Passage durch den Verdauungstrakt von Vögeln unbeschadet überleben können. Interessanterweise können auch Wirbellose die Passage überleben und dies nicht nur, wenn Dauerstadien betroffen sind. Experimentelle Studien zeigen, dass Land- und Wasserschnecken die Passage überleben können. In der Arbeit von VAN LEEUWEN et al. (2012) hat allerdings nur eine (die Gemeine Wattschnecke, *Hydrobia (Peringia) ulvae*) von vier Schneckenarten bis zu fünf Stunden im Verdauungstrakt überlebt (die anderen untersuchten Arten waren die Neuseeländische Deckelschnecke, *Potamopyrgus antipodarum*, die Schnauzenschnecke, *Bithynia leachii*, und Riemen-Tellerschnecke, *Bathymphalus contortus*). In dieser Zeit könnte eine Ente allerdings 300 km weit geflogen sein (VAN LEEUWEN et al. 2012)! WADA et al. (2013) haben Landschnecken an Vögel verfüttert und beobachtet, dass etwa eine von sieben Schnecken überlebt hat.

GREEN & ELMBERG (2013) kommen zu dem Schluss, dass die Verbreitung aquatischer Organismen durch Wasservögel stattfindet, es aber nahezu unmöglich sei, die Bedeutung exakt zu quantifizieren. GREEN & ELMBERG (2013) weisen auch explizit darauf hin, dass die Rolle von Wasservögeln bei der Ausbreitung von Fischen und Amphibien, wie erstmals von WALLACE (1876) postuliert, noch unerforscht sei. Interessant ist, dass auch in Arbeiten mit dem Titel »Zur Verbreitung einheimischer Süßwasserfische durch die Luft« (SCHMIDT et al. 1991) zu lesen ist, dass die Verbreitung von Fischen durch Enten nur vermutet, nicht aber nachgewiesen wurde. Das erstaunt, denn »Enten« sind eine oft gehörte Antwort, wenn die Herkunft von Fischen in Amphibienlaichgebieten diskutiert wird (z. B. CLAUSNITZER 2010).

Es ist eine anspruchsvolle Aufgabe, den Nachweis zu erbringen, dass Enten Fischlaich in ein natürlicherweise fischfreies Gewässer transportiert haben und sich dann eine Fischpopulation etabliert hat (sofern Enten Fischen die Kolonisierung von Gewässern ermöglichen, müsste die oben postulierte Definition von »natürlicherweise fischfreiem Gewässer« überdacht werden). Für die weitere Erörterung gehe ich, wie Fischökolo-

gen auch (SCHMIDT et al. 1991), davon aus, dass ein Transport von Fischlaich im Verdauungstrakt der Enten unwahrscheinlich ist. Der Nachweis müsste mindestens verschiedene Elemente umfassen:

1. Enten nutzen Gewässer, in denen Fische vorkommen.
2. Enten nutzen die Gewässer, wenn die Fische laichen.
3. Enten nutzen die Mikrohabitate der Gewässer, in denen die Fische laichen.
4. Enten kommen physisch in direkten Kontakt mit Fischlaich, und der Fischlaich bleibt an Füßen oder am Gefieder kleben.
5. Der Fischlaich bleibt während des Starts und des Flugs kleben.
6. Die Ente fliegt in ein natürlicherweise fischfreies Gewässer.
7. Der Fischlaich überlebt den Flug.
8. Der Fischlaich löst sich im neuen Gewässer von der Ente.
9. Aus dem Fischlaich entwickeln sich Fische und eine Population.
10. Die Punkte 1 bis 9 müssen für alle Arten gelten, deren Auftreten in Amphibienlaichgewässern nicht erklärt werden kann.

Die Punkte 1, 2 und 3 können als gegeben betrachtet werden. Schwieriger wird es bereits mit Punkt 4. Während es plausibel ist, dass Enten mit Fischlaich in direkten Kontakt kommen, gibt es fast keine Berichte, dass an Enten klebender Fischlaich gefunden wurde. Zahlreiche Fischarten heften ihren Laich an Wasserpflanzen und anderes Substrat (beispielsweise Hecht, *Esox lucius*, Karpfen, *Cyprinus carpio*, Moderslieschen, *Leucaspis delineatus*; RIEHL 1991). RIEHL (1991) berichtet über an den Füßen von Wasservögeln klebenden Hechtlaich. RIEHL (1991) berichtet, dass »Hunderte« von Wasservögeln untersucht worden seien, und bei nur drei Stockenten (*Anas platyrhynchos*) wurden sieben, neun und sechs an den Füßen klebende Hechteier gefunden. Vier der sechs Eier entwickelten sich im Aquarium zu lebensfähigen Jungfischen. Weitere Berichte über an Wasservögeln klebenden Fischlaich scheint es nicht zu geben, SCHMIDT et al. (1991) berichten aber, dass sie für ihre Versuche Eier der Plötze (= Rotaugen, *Rutilus rutilus*) verwendeten, die an Fichtenzweigen angeklebt gefunden wurden. Bei RIEHL (1991) wäre interessant zu wissen, wo die Beobachtung gemacht wurde: In einem Gewässer mit laichenden Hechten oder in einem Gewässer ohne Hechte (d. h. vor oder nach dem Transport)? Daher lässt sich Punkt 5, wie gut und wie lange der Laich an den Enten haftet, nicht klären.

Punkt 6 scheint plausibel. Es darf allerdings nicht unerwähnt bleiben, dass lange nicht alle Entenarten einigermaßen regelmäßig auf Amphibienlaichgewässern zu beobachten sind. Zu Punkt 7 gibt es Untersuchungen (siehe auch SCHEFFEL 2007). Fischeier können außerhalb des Wassers überleben, solange sie feucht bleiben. SCHMIDT et al. (1991) führten Experimente im Luftkanal durch und stellten fest, dass Eier von Hecht (*Esox lucius*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und Plötze bis zu maximal 120 min im Luftstrom überleben können. Die meisten Eier waren allerdings schon nach der halben Dauer tot. Dennoch könnte dies für den Flug einer Ente in ein anderes Gewässer reichen. Punkt 8 erscheint plausibel. Sofern der Laich überlebt, sollten sich die Jungfische entwickeln können (Punkt 9). Allerdings ist die Mortalität von Jungfischen hoch. Damit sich eine Population mit Männchen und Weibchen etablieren kann, braucht es

also relativ viel Laich. Zu Beginn wären die Populationen noch klein und hätten daher wegen demographischer Stochastizität ein hohes Aussterberisiko. Zu Punkt 10 ist zu erwähnen, dass nur für die wenigsten Fischarten Daten zu Teilaspekten 1 bis 9 zur Verfügung stehen.

Diskussion

Dass Enten oder andere Wasservögel Fischlaich transportieren und so Fischen die Kolonisierung von fischfreien Gewässern ermöglichen, ist eine oft gehörte Erklärung für das nicht erklärbare Auftreten von Fischen in Amphibienlaichgewässern. Schaut man in der Literatur nach Beweisen für diese These, so stellt man fest, dass es für den Transport keine Beweise gibt. Nur für einzelne Aspekte des Transports wie Kleben von Eiern an den Füßen von Wasservögeln oder für die Austrocknungsresistenz von Fischeiern gibt es gute Belege (RIEHL 1991, SCHMIDT et al. 1991).

Die Aussagekraft der wichtigen Arbeiten von RIEHL (1991) und SCHMIDT et al. (1991) muss allerdings relativiert werden. RIEHL (1991) kommt zum Schluss: »Somit konnte zum ersten Mal nachgewiesen werden, dass Stockenten befruchtete Hechteier, festgeheftet an den Füßen, transportieren und dadurch verbreiten. Damit wird ein ähnlicher Transport klebender Eier von anderen Teleosteer-Arten wahrscheinlich.« Dies ist eine klare Überinterpretation der Resultate. Das Resultat ist: Es gibt Enten, an denen befruchtete Hechteier kleben, und die Eier können sich zu Jungfischen entwickeln. Da nicht klar ist, wo die Enten gefangen wurden (im Gewässer, wo die Hechte abgelaicht haben oder nach dem Transport), legt RIEHL (1991) keine Beweise für den Transport vor. SCHMIDT et al. (1991) stellen fest, dass der Laich etwa 30 min überlebt – die Enten müssen also schnell von einem Gewässer ins nächste fliegen.

Weiter ist zu beachten, dass gemäß RIEHL (1991) »Hunderte« von Wasservögeln untersucht wurden, und nur bei dreien wurden insgesamt 22 Hechteier gefunden. Da die Wasservögel auf Parasiten untersucht wurden, wurden sie vermutlich sehr genau kontrolliert. Von sechs ins Aquarium überführten an Entenfüßen klebenden Hechteiern entwickelten sich vier. Daraus lässt sich schließen, dass Fischeier an Entenfüßen kleben können und daher Transport und Entwicklung denkbar sind. Gleich wichtig scheint mir aber die Erkenntnis, dass dies ein seltenes Phänomen ist. Für viele andere Fischarten, die oft in Amphibiengewässern auftreten (Karpfen, *Cyprinus carpio*, Mollerlieschen, *Leucaspis delineatus*, Schleie, *Tinca tinca*, Karausche, *Carassius carassius*, Goldfisch, *Carassius auratus*, Dreistachliger Stichling, *Gasterosteus aculeatus*; MEINICH 2008, CLAUSNITZER 2010, , eig. Beob.), gibt es keine Berichte über das Kleben an Entenfüßen. Die Aussage von GREEN & ELMBERG (2013), dass die Bedeutung der Wasservögel bei der Ausbreitung von Fischen noch zu wenig erforscht sei, ist richtig.

Es scheint, als ob Fischereibiologen die wenigen Hinweise auf den Transport von Fischeiern durch Enten gerne als Beweise akzeptieren. Dies könnte damit zusammenhängen, dass Fischereibiologen auch vorschlagen, Fische in für Amphibien vorgesehene Gewässer einzusetzen mit dem Hinweis, dass Fische nicht so schlimm seien für Amphibien (SCHMIDT 1984; zu beachten ist hier, dass auch für Amphibien »harmlose« Fischarten Kaulquappen fressen: LEU et al. 2009). Aber auch in der »amphibienfreund-

lichen« Literatur werden Studien ungenau zitiert. CLAUSNITZER (2010) beispielsweise zitiert SCHMIDT et al. (1991) als Beweis, dass Enten Fische transportieren können. Dies trägt dazu bei, dass die »Enten-Hypothese« von vielen geglaubt und weiter gegeben wird.

Das Fazit der kritischen Lektüre der spärlichen Literatur zu dem Thema lautet, dass ein Transport von Fischeiern durch Enten nicht unmöglich ist. Somit ist auch nicht ausgeschlossen, dass Fische durch den Transport mit Enten Gewässer besiedeln können, die nicht an ein Gewässernetz angebunden sind. SCHEFFEL (2007) liegt aber wohl richtig, wenn er schreibt, dass Wasservögel nur in Ausnahmefällen verantwortlich seien für die Besiedlung von Amphibienlaichgewässern durch Fische und dass andere Faktoren, vor allem die Ausbreitung durch den Menschen, viel wichtiger und häufiger seien.

CLAUSNITZER (2010) schreibt, dass Fische besonders in für Menschen (nicht Enten!) leicht erreichbaren Gewässern auftraten, während abgelegene Gewässer, auch große, auch während 25 Jahren fischfrei blieben. COPP et al. (2005, 2010) kommen in ihrer Untersuchung des Vorkommens von Fischen zum selben Schluss. COPP et al. (2005, 2010) haben die Verbreitung von »unerwarteten einheimischen« und nicht einheimischen Fischen kartiert und untersucht, welche Faktoren das Vorkommen der Fische am besten erklären. Die wichtigsten Faktoren waren die Distanz eines Weihers zur nächsten Straße und zur nächsten Siedlung (COPP et al. 2005). Für nicht einheimische Fischarten waren die Faktoren Anzahl Menschen und Anzahl der Gartencenter im Umfeld der Gewässer sowie die Anzahl der Fischzuchtanstalten entscheidend. Diese robusten Analysen zeigen, dass der Mensch der entscheidende Faktor bei der Ausbreitung der Fische ist.

Nach eigener Erfahrung müssen aus Sicht von Fischern und Anglern Gewässer ohne Fische unbedingt mit Fischen besetzt werden (eig. Beob.; siehe dazu auch SCHMIDT 1984). Der Fischereibiologe PETER (1986) nennt natürlicherweise fischfreie Gewässer »fischleer«: Die Wortwahl impliziert, dass dem Gewässer etwas fehlt. Hinzu kommen auch Aquarianer und Besitzer von Gartenteichen, die ihrer Fische überdrüssig sind und sie loswerden wollen. Auch diese Personen setzen Fische in Amphibiengewässer ein. Oft steckt keine böse Absicht dahinter, aber die Konsequenzen für Amphibien können fatal sein (KNAPP et al. 2001, KATS & FERRER 2003). Dies dürfte der Grund sein, weshalb CLAUSNITZER (2010) empfiehlt, Jagdpächter und angrenzende Grundeigentümer über Sinn und Zweck eines neu angelegten Gewässers zu informieren.

Dass Enten Fische in natürlicherweise fischfreie und für den Amphibienschutz bestimmte Gewässer transportieren, ist nicht belegt. Das zeigt die vorliegende Arbeit und dies ist auch die Schlussfolgerung von GREEN & ELMBERG (2013). Es gibt einige Hinweise, dass der Transport von Fischeiern durch Vögel denkbar ist. Es dürfte aber dennoch ein sehr seltenes Phänomen sein (SCHEFFEL 2007). Wenn Fische in Gewässern gefunden werden, die sie nicht selber besiedeln können, so ist das Einbringen durch den Menschen die weitaus plausibelste Erklärung – meiner Meinung nach auch für Fälle, bei denen »Fische nachweislich nicht ausgesetzt wurden« (RIEHL 1991), denn viele Menschen setzen aus diversen Motiven Fische in Gewässer ein.

Bemerkung

Die Interpretation von Studien ist nie neutral, sondern immer durch Wertvorstellungen und Interessen beeinflusst. In diesem Sinne möchte ich festhalten, dass mir der Schutz der Amphibien ein wichtiges Anliegen ist.

Dank

Dank geht an M. HACHTEL und B. THIESMEIER für die Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

- CHASE, J. M. (2011): Ecological niche theory. In: SCHEINER, S. M. & M. R. WILLIG (eds.): The Theory of Ecology: 93–108. – Chicago (The University of Chicago Press).
- CLAUSNITZER, H.-J. (2010): Amphibien, Fische und Amphibienschutzgewässer. – Rana 11: 28–36.
- COPP, G. H., K. J. WESLEY & L. VILIZZI (2005): Pathways of ornamental and aquarium fish introductions into urban ponds of Epping Forest (London, England): the human vector. – Journal of Applied Ichthyology 21: 263–274.
- COPP, G. H., L. VILIZZI & R. E. GOZLAN (2010): The demography of introduction pathways, propagule pressure and occurrences of non-native freshwater fish in England. – Aquatic Conservation 20: 595–601.
- EATON, B. R., W. M. TONN, C. A. PASZKOWSKI, A. J. DANYLCHUK & S. M. BOSS (2005): Indirect effects of fish winterkills on amphibian populations in boreal lakes. – Canadian Journal of Zoology 83: 1532–1539.
- GREEN, A. J. & J. ELMBERG (2013): Ecosystem services provided by waterbirds. – Biological Reviews, im Druck, doi: 10.1111/brv.12045.
- HARTEL, T., S. NEMES, D. COGĂLNICEANU, K. ÖLLERER, O. SCHWEIGERM, C.-I. MOGA & L. DEMETER (2007): The effect of fish and aquatic habitat complexity on amphibians. – Hydrobiologia 583: 173–182.
- HECNAR, S. J. & R. T. M'CLOSKEY (1997): The effects of predatory fish on amphibian species richness and distribution. – Biological Conservation 79: 123–131.
- KATS, L. B. & R. P. FERRER (2003): Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. – Diversity and Distributions 9: 99–110.
- KNAPP, R. A., P. S. CORN & D. E. SCHINDLER (2001): The introduction of nonnative fish into wilderness lakes: good intentions, conflicting mandates and unintended consequences. – Ecosystems 4: 275–278.
- KNAPP, R. A., C. P. HAWKINS, J. LADAU & J. G. MCCLODY (2005): Fauna of Yosemite National Park lakes has low resistance but high resilience to fish introductions. – Ecological Applications 15: 835–847.
- LEU, T., B. LÜSCHER, S. ZUMBACH & B. R. SCHMIDT (2009): Small fish (*Leucaspis delineatus*) that are often released into garden ponds and amphibian breeding sites prey on eggs and tadpoles of the common frog (*Rana temporaria*). – Amphibia-Reptilia 30: 290–293.
- MEINICH, L. (2008): A study of the impact of fish on the distribution of amphibians in an agricultural region. – Masterarbeit Universität Neuchâtel, Schweiz, unveröff.
- MIRÓ, A. & M. VENTURA (2013): Historical use, fishing management and lake characteristics explain the presence of non-native trout in Pyrenean lakes: implications for conservation. – Biological Conservation 167: 17–24.
- PETER, A. (1986): Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfischgewässern. – Bern (Bundesamt für Umweltschutz).
- RAY, H. L., A. M. RAY & A. J. REBERTUS (2004): Rapid establishment of fish in isolated peatland beaver ponds. – Wetlands 24: 399–405.

- RIEHL, R. (1991): Können einheimische Fische anhand ihrer Eier durch Wasservögel verbreitet werden? – Zeitschrift für Fischkunde 1: 79–83.
- SCHIEFFEL, H.-J. (2007): Wie können Fische isolierte Kleingewässer außerhalb von Überschwemmungsgebieten erreichen und welcher Einfluss besteht auf Amphibienbestände? – Eine Literaturstudie. – Rana 8: 22–25.
- SCHMIDT, G. W. (1984): Fische in geschützten Gewässern? – Theoretische Überlegungen und praktische Hinweise zur Fischbesiedlung von künstlichen Gewässern in Naturschutzgebieten sowie von Teichen für den Fischartenschutz und für die Fütterung fischfressender Vögel. – Natur und Landschaft 59: 487–491.
- SCHMIDT, G. W., M. MIGLIARINA & G. FELDHAUS (1991): Zur Verbreitung einheimischer Süßwasserfische durch die Luft. – Fischökologie Aktuell 5: 8–10.
- SEKERCIOGLU, C. H. (2006): Increasing awareness of avian ecological function. – Trends in Ecology & Evolution 21: 464–471.
- SKELLY, D. K. (1996): Pond drying, predators, and the distribution of *Pseudacris* tadpoles. – Copeia 1996: 599–605.
- SMITH, D. C. & J. VAN BUSKIRK (1995): Phenotypic design, plasticity, and ecological performance in two tadpole species. – American Naturalist 145: 211–233.
- SNODGRASS, J. W., A. L. BRYAN JR. & J. BURGER (2000): Development of expectations of larval amphibian assemblage structure in southeastern depression wetlands. – Ecological Applications 10: 1219–1229.
- VAN BUSKIRK, J. (2003): Habitat partitioning in European and North American pond-breeding frogs and toads. – Diversity and Distributions 9: 399–410.
- VAN LEEUWEN, C. H. A., G. VAN DER VELDE, B. VAN LITH & M. KLAASSEN (2012): Experimental quantification of long distance dispersal potential of aquatic snails in the gut of migratory birds. – PLoS One 7: e32292, doi:10.1371/journal.pone.0032292.
- VREDENBURG, V. T. (2004): Reversing introduced species effects: experimental removal of introduced fish leads to rapid recovery of a declining frog. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A. 101: 7646–7650.
- WELLBORN, G. A., D. K. SKELLY & E. E. WERNER (1996): Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. – Annual Review of Ecology and Systematics 27: 337–363.
- WALLACE, A. R. (1876): The Geographical Distribution of Animals with a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface. – London (Macmillan).
- WADA, S., K. KAWAKAMI & S. CHIBA (2012): Snails can survive passage through a bird's digestive system. – Journal of Biogeography 39: 69–73.
- WERNER, E. E. & M. A. MCPEEK (1994): Direct and indirect effects of predators on two anuran species along an environmental gradient. – Ecology 75: 1368–1382.

Eingangsdatum: 1.8.2013