

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT UNR

Gründe für den Rückgang des europäischen Laubfroschs in der Schweiz

Essay Grundlagen Naturmanagement 2

von

Mathieu Robin & Tom Hennet

Bachelorstudiengang 2012

UI12

16.9.2013

Dozentin:

Dr. Deborah Scharfy

Zusammenfassung

Der Bestand des Europäischen Laubfroschs (*Hyla arborea*) ist in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Die Art wird daher auf mehreren nationalen Roten Listen der Amphibien in Europa als stark gefährdet aufgeführt. Der Rückgang ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen, so u.a. auf das Aussetzen von Fischen, auf die Verbauung von Lebensräumen, die Wasserverschmutzung oder auf Krankheiten Meier (2004). Eine weitere wichtige Ursache für den Rückgang der Art ist die Fragmentierung der Lebensräume. Als Folge der Urbanisierung der Schweiz wurden viele Laubfroschpopulationen voneinander isoliert. Clauzel et al. (2013) & Pellet et al. (2004) haben die Distanz ermittelt, in der anthropogene Störungen einen nachweisbaren Einfluss auf den Laubfrosch haben. Dazu wurden statistische Modelle entwickelt, mit denen ein maximaler Störungsradius bestimmt werden konnte. Die Modellierungen ergaben, dass bei Verkehrswegen der Störungsradius bei bis zu 500 Metern lag. Das heisst, dass Biotope, welche innerhalb dieser 500 Meter liegen mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr wiederbesiedelt werden. In urbanem Gebiet misst dieser Störungsradius sogar bis zu einem Kilometer. Während sich die Forschungen von Clauzel et al. (2013) & Pellet et al. (2004) auf die Metapopulation als dynamische Struktur konzentriert hatten, untersuchte Andersen (2004) die Auswirkung der Fragmentierung innerhalb der Subpopulationen. Dies geschah mittels genetischer Analysen und einem Fitnessstest. Die Untersuchungen ergaben, dass der Inzuchtlevel in den isolierten Populationen stieg und somit die genetische Variabilität abnahm. Dies hat auch direkte Folgen auf die Fitness der Laubfroschpopulationen. Clauzel und Pellet wollten mit ihrem statistischen Modell auch ein Hilfsmittel für die zukünftige Planung von Wiederbesiedlungen, aber auch beim Bau von Verkehrswegen, entwickeln. Dies, mit dem Ziel, mit einer vorgängigen Analyse des Gebiets einen möglichst grossen Etablierungserfolg, bzw. eine minimale Störung des Laubfroschs zu erreichen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Ergebnisse	2
2.1	Populationsstruktur isolierter Laubfroschpopulationen.....	2
2.2	Einfluss des Verkehrs und der Urbanisierung.....	3
2.3	Einfluss von Eisenbahnlinien auf den Laubfrosch.....	4
3	Diskussion.....	6
	Quellen.....	8
	Bilderverzeichnis	9
	Anhang.....	9

1 Einleitung

Der Europäische Laubfrosch (*Hyla arborea*) ist eine der kleinsten Froscharten der Schweiz. Seine Lebensweise ist sowohl aquatisch wie auch terrestrisch. Deshalb bewohnt er feuchte Habitats wie Schwemmland, Kies- und Lehmgruben sowie Moore und Sümpfe. Im Sommer können Laubfrösche auch in sonnenexponierten Feldern und Wiesen gefunden werden (Pellet & Neet, 2001).

In dicht besiedelten Gebieten wie im Schweizer Mittelland werden diese Lebensräume jedoch immer mehr zurück gedrängt und isoliert (Di Giullio & Nobis, 2008). Während *H.arborea* anfangs des 20. Jahrhundert noch gleichmässig über das ganze Schweizer Mittelland verbreitet war, ist die Gesamtpopulation heute auf mehrere kleinere voneinander isolierte Metapopulationen verstreut (Pellet & Neet, 2001). Als Hauptursache dafür, dass der Europäische Laubfrosch in der Schweiz stark gefährdet ist, gilt der Verlust von Lebensraum (Schmidt & Zumbach, 2005). Bereits 1968 wurde *H.arborea* unter Schutz gestellt (Duelli, 1994 gefunden in Pellet et. al, 2004). Doch kann der Verlust von Lebensraum alleine den Rückgang erklären?

Mittels einer Literaturrecherche soll geklärt werden, welche Faktoren die zum Rückgang des Laubfrosches geführt haben inzwischen bekannt sind. Überdies sollen die Auswirkungen der zunehmenden Fragmentierung des Lebensraums auf die Laubfrösche erläutert werden.

2 Ergebnisse

Um die Fragestellung zu beantworten, wurde eine Literaturrecherche zur Gefährdung des Laubfroschs durchgeführt. Die Ergebnisse werden hier zusammenfassend dargestellt.

2.1 Populationsstruktur isolierter Laubfroschpopulationen

Im Jahr 2004 untersuchte ein Forschungsteam um Andersen et al., (2004) in Dänemark die Auswirkungen des Habitatsverlusts auf kleine Laubfroschpopulationen. Die Arbeit beschreibt, wie in Dänemark und anderen europäischen Ländern Europas die Trockenlegung von Sümpfen und Teichen und der Bau von Strassen zu Lebensraumverlust und Fragmentierung des Lebensraums von *H.arborea* geführt haben. Die Konsequenz seien kleinere, isolierte Populationen, welche zusätzlich durch Inzuchtdepression geschwächt werden könnten.

Das der Arbeit zugrunde liegende Vorgehen war, mittels genetischer Analysen die Populationsstruktur von Laubfröschen in zwei verschiedenen Gebieten in Dänemark zu untersuchen. Es wurden Proben auf der Insel Lolland und von Jütland auf dem dänischen Festland genommen. Beide Gebiete hatten in den letzten Jahren ähnliche, anthropogen verursachte landschaftliche Veränderungen durchlaufen. Die Folgen waren Lebensraumverluste und Bestandesrückgänge von *H.arborea*.

Für die genetische Analyse wurde die DNA von 494 Kaulquappen aus 13 Biotopen auf Lolland und aus zwei Biotopen von Jütland isoliert. Mittels PCR (Poly Chain Reaction) wurden 12 Mikrosatelliten amplifiziert. Die Abweichungen im Hardy-Weinberg Gleichgewicht (HWG) wurde mittels des Statistikprogramms FSTAT ((Goudet, 1995) gefunden in (Andersen et al., 2004)) getestet. Aus Abweichungen des HWG kann auf verminderte genetische Variabilität geschlossen werden. In einer Studie von Reed & Frankham, (2003) gefunden in (Andersen et al., 2004), wird aufgezeigt, dass Gendrifts und Inzucht in kleinen Populationen langfristig eine Verminderung der Anpassungsfähigkeit und der Fitness zur Folge haben können. Insbesondere steigt die Wahrscheinlichkeit von schädlichen Auswirkungen von Inzuchtdepression, Heterozygose (Korruption oder Inaktivierung beider Allele) und Gendrift bei geringer genetischer Variabilität. Das Verhältnis zwischen der genetischen Variation und der Populationsgröße in den einzelnen Teichen wurde mittels eines parameterfreien Spearmanverfahrens ermittelt. Als letztes Kriterium wurde die Fitness der Populationen evaluiert. Dafür wurde Laubfroschlaich aus den Untersuchungsgebieten eingesammelt und in Aquarien aufgezogen. Die geschlüpften Jungtiere wurden gezählt. Eine Woche vor der Metamorphose wurden die Kaulquappen wieder in ihren Ursprungsteichen freigesetzt. Das Verhältnis zwischen den eingesammelten Eiern und den ausgesetzten Kaulquappen wurde als Fitnessfaktor angenommen. Der Fitnessfaktor und die Faktoren der Genvariabilität wurden in Korrelation gesetzt.

Die Autoren konnten in 10 von 13 Populationen auf Lolland eine verminderte genetische Variabilität nachweisen. Dies begründen sie mit der starken Fragmentierung der Habitats auf Lolland. Weiter konnte ein Anstieg im Inzuchtlevel nachgewiesen werden, welches in einigen Populationen zu einer Verringerung der Vitalität geführt hat.

2.2 Einfluss des Verkehrs und der Urbanisierung

Pellet (2004) veröffentlichte eine Publikation, welche bekannte, anthropogen verursachte Störungen der Laubfrosch-Populationen der Schweiz in ein Computermodell einfließen liess. In Bezug auf eine ältere Publikation ((Pellet & Neet 2001 gefunden in (Pellet et al., 2004)) wird die früher zusammenhängende Metapopulation als nun fragmentierte und isolierte Subpopulationen beschrieben. Die Isolation und Zerstörung der Habitats von *H. arborea* erfolgte hauptsächlich durch anthropogene Landmodifikationen während des letzten Jahrhunderts. Durch die Trockenlegung von Sümpfen und der Intensivierung der Landwirtschaft wurde der Laubfrosch stark zurückgedrängt. Der Forschungsschwerpunkt der Publikation liegt auf einem weiteren wichtigen Störfaktor. Der Urbanisierung und der Zerschneidung des Mittellands durch ein immer dichter werdendes Verkehrsnetz.

Das Ziel der Arbeit war, ein Werkzeug zu schaffen, mit dessen Hilfe optimale Standorte zur Wiederbesiedlung des Laubfroschs ausfindig gemacht werden können. Falls grundsätzlich die Möglichkeit einer Neuschaffung von Biotopen besteht, soll dazu die geeignetsten Standorte identifiziert werden. Die Methode verwendet sogenannte „circular buffers“, radiär um einen besetzten oder möglichen Teich angelegte Flächenabschnitte. Mittels computerbasierter Parametrisierung wurde das Untersuchungsgebiet in einem Radius von 100m bis 2'000m in 20 Radien um ein potentielles Biotop unterteilt. Obwohl Laubfrösche grosse Distanzen zurücklegen können, wurde der äussere Radius auf 2km limitiert. Die Fragestellung war, über welche Distanzen Störungen die Präsenz des Laubfroschs beeinflussen. Dazu wurden insgesamt 76 Teiche in der Westschweiz untersucht, welche potentiell als Habitats in Frage kamen. Davon waren 26 tatsächlich besetzt. Mittels 14 möglichen Einflussfaktoren, u.a. die Häufigkeit von Flüssen, Seen, Felsen, und mögliche menschlichen Störfaktoren wie Verkehr, Eisenbahnstrecken, Autobahnen, Nebenstrassen sowie urbanisierten Gebieten, wurde die Qualität jedes Radianten berechnet.

Die Auswertung ergab einen signifikanten negativen Einfluss von Strassen, je nach Frequentierung und Dichte des Strassennetzes in einem Radius von 100-400m um ein potentielles Biotop. Einen noch stärkeren negativen Einfluss auf die Anwesenheit von Laubfröschen in einem Radius von einem Kilometer zeigten urbanisierte Gebiete.

Nach Pellet (2004) haben demnach sowohl der Verkehr sowie urbanisiertes Gebiet einen negativen Einfluss auf die Anwesenheit von *H. arborea*, und zwar über den unmittelbar sichtbaren anthropogen modifizierten Landschaftsbereich hinaus.

Die Methode der konzentrischen Analyse unterstützt die Ausscheidung passender Schutzgebiete. In Kombination mit der Identifikation von Verbreitungskorridoren ist es ein nützliches Tool, um bei Neugestaltung von Feuchtgebieten die Besiedelungschancen durch den Laubfrosch zu optimieren. (Pellet et al., 2004)

2.3 Einfluss von Eisenbahnlinien auf den Laubfrosch

Eine weitere Arbeit zu diesem Thema wurde von einem Team der University of Franche-Comté unter der Leitung von Clauzel (2013) publiziert. Sie befasst sich mit dem Einfluss von High-speed railways (HSR) auf das lokale Vorkommen von *H. arborea*. Die Studie wurde im Ognon-Tal in Franche-Comté/Frankreich durchgeführt, nachdem 2011 eine Hochgeschwindigkeitsstrecke für die bessere Vernetzung zwischen dem Osten Frankreichs und Paris gebaut wurde. Das Ognon-Tal grenzt im Kanton Neuenburg an die Schweiz an. Die Autoren führen als Erstes die Ausdehnung urbaner Gebiete sowie die Intensivierung der Landwirtschaft als generelle Gründe für den Rückgang des Laubfroschs an. Für besonders problematisch halten sie lineare technische Verkehrsinfrastrukturen wie Autobahnen und Zugstrecken, die für Amphibien unüberwindbar sind. Der Bau solcher Infrastrukturen führt neben dem direkten Habitatverlust auch zu einer Zerschneidung und Isolierung von Metapopulationen. Die isolierten Subpopulationen sind stärker vom Aussterben bedroht. Durch die Isolation können eigentlich passende Habitate nach Erlöschen einer lokalen Subpopulation nicht von selbst wiederbesiedelt werden.

Clauzel et al. 2013 untersuchten mittels Grafik-basierter Analysemethoden in Kombination mit Verbreitungskarten die Entfernung, in welcher High-speed railways (HSR) einen negativen Einfluss auf den Laubfrosch haben. Diese Methode ermöglicht es in einer vorgängigen Untersuchung zu klären, welche Gebiete bei einem Eisenbahnbau gefährdet sind. Die Ergebnisse sollen anschliessend als Entscheidungshilfe bei der Ausarbeitung von Schutzkonzepten auf regionaler Basis verwendet werden.

Die Methode stützt sich auf ein Computermodell, welches mittels 13 Landschaftskategorien eine Fläche von 4600km² abdeckt. Dabei wurde jeder Landschaftstyp hinsichtlich der Eigenschaft, die Bewegungsfreiheit der Laubfrösche einzuschränken, in Klassen eingeteilt. Im Untersuchungsgebiet wurden 57 Teiche ausgewählt, welche mindestens einen Abstand von 5 Kilometer zueinander hatten und von denen die Hälfte in einem Streifen von 2.5 Kilometer zu beiden Seiten des HSR lagen. Für jeden Teich wurde die Anwesenheit von Laubfröschen vor und nach dem Bau der HSR erfasst. Die Datensätze wurden in Korrelation gesetzt. Das eingesetzte Modell ermöglichte es, Veränderungen durch den Eisenbahnbau als Wahrscheinlichkeit der

Anwesenheit von *H. arborea* auszudrücken. Damit konnte die Distanz zur HSR ermittelt werden, in der eine zuvor hypothetische Störung nachweisbar wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass innerhalb der ersten 500m entlang der HSR die Störung erwartungsgemäss am höchsten ist. Dort verteilt sich die Störungsintensität entlang der Strecke aber ungleichmässig. Im Osten zeigte sich ein Rückgang der Wahrscheinlichkeit einer Anwesenheit des Laubfroschs von 60% bis 99%. Im Westen hingegen bewegte sich diese im Bereich von 20% bis 70%. Der negative Einfluss sinkt anschliessend bis zu einer Distanz von 3500m, dort beträgt der Rückgang weniger als 10%.

Die Autoren schlussfolgern aus den Modellen, dass der Bau von linearen Strukturen wie High-speed Railways auf die Laubfroschpopulationen einen starken negativen Einfluss hat. So überschreitet die Distanz, über welche die HSR Störungen auf die Laubfroschpopulationen ausübt oft deren maximalen Wanderradius. Erlischt ein Vorkommen, kann er nicht wiederbesiedelt werden. Weiter unterstreichen die Autoren die alarmierende Problematik des errechneten, starken Rückgangs der Laubfroschpopulationen von bis zu 90% entlang der HSR im Ognon- Tal.

Gleichzeitig werden die Möglichkeiten aufgeführt, welche die Modellierung von Gefährdungskarten mittels Grafik-basierter Analysemethoden in Kombination mit Verbreitungskarten eröffnen. Das Modell kann demnach helfen, bei der Planung von linearen Strukturen jene Variante auszuwählen, welche den geringsten negativen Einfluss auf die lokalen Populationen hat. Weiter kann das Modell dazu dienen, möglichst passende Standorte für Ausgleichsbiotope zu evaluieren. (Clauzel et al., 2013)

3 Diskussion

Die besprochenen Arbeiten zeigen, dass überwiegend anthropogene Faktoren für den kontinuierlichen Rückgang der Laubfroschpopulationen verantwortlich sind. Verschiedene Faktoren spielen dabei eine Rolle: Siehe Abb. 1.

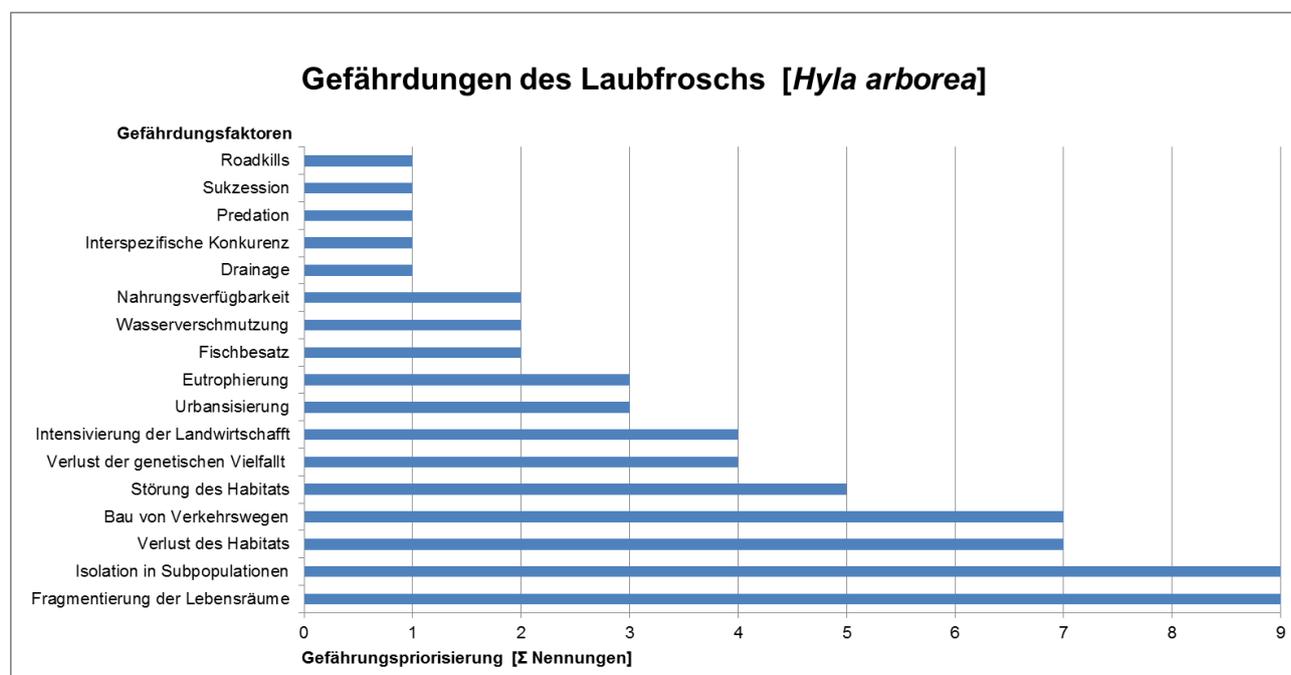


Abb. 1: Mittels Literaturrecherchen wurden verschiedene Faktoren, welche den Laubfrosch gefährden, priorisiert. Die gefundene Literatur wurde ausgewertet und die Gefährdungsfaktoren aufgelistet. Die Nennung eines Faktors pro Publikation ergab den Wert 1. Bei einer expliziten Nennung als primären Gefährdungsfaktor wurde die Priorität verdoppelt. Die einzelnen Faktoren wurden priorisiert, in dem die Anzahl der Nennungen über alle Publikationen hinweg summiert wurde (Andersen et al., 2004; Broquet, Jaquiere, & Perrin, 2009; Clauzel et al., 2013; Luquet, 2013; Pellet, Schmidt, Grossenbacher, Perrin, & Fivaz, 2006; Pellet, Guisan, & Perrin, 2004).

Dass die unmittelbare Veränderung des Lebensraums des Laubfroschs zu seinem Verschwinden führt, ist seit den 1980er Jahren bekannt (Meier, 2004). Zwar sind die bestehenden Laubfroschhabitate in der Schweiz gesetzlich relativ gut geschützt. Indirekten Störungen durch den Menschen sind allerdings schwieriger zu evaluieren.

Diese Problematik wurde von Clauzel (2013) und Pellet (2004) erkannt und aufgegriffen. Gestützt auf computerbasierte Analysetools konnten Modelle entwickelt werden, mit deren Hilfe die Intensität und Distanz von Störungen zu ermittelt werden konnten. Die Tools können als wertvolle Entscheidungshilfen bei zukünftigen Schutzbemühungen für den Laubfrosch beigezogen werden, um möglichst effiziente Lösungen anzubieten.

Auch Anderson geht auf diese Problematik ein. Die Fragmentierung des Lebensraums und die daraus resultierende Isolation können langfristig zum Erlöschen von kleinen Populationen führen. Die Verminderung der Fitness aufgrund geringerer Genvariabilität in kleinen und isolierten

Populationen ist in Dänemark bereits zu beobachten. Diese Erscheinung lässt sich vermutlich auch auf die Schweiz übertragen, haben beide Länder doch ähnliche landschaftliche Veränderungen durchlaufen (Andersen et al., 2004; Broquet et al., 2009)

Bei künftigen Schutzprojekten muss somit stärker auf die Vernetzung der involvierten Habitate geachtet werden. Bei isolierten, kleinen Subpopulationen ist die Neuschaffung von Biotopen unbedingt vorzusehen, um die Konnektivität aufrecht zu erhalten oder wieder herzustellen.

Die Problematik der Isolation von Laubfroschpopulationen griffen auch Broquet (2009) auf und schilderten die Situation wie folgt „The preservation of well-connected population networks is undoubtedly critical for the long-term persistence (...) in local tree-frog populations“.

Bei konsequenter Umsetzung der Schutzbemühungen muss bei Bauprojekten wie Strassen und Zugstrecken, aber auch bei der Ausscheidung von Siedlungszonen mit Mehrkosten und Einschränkungen gerechnet werden. Der dadurch generierte ökologische Mehrwert wäre allerdings erheblich, würden diese Massnahmen doch zur Neuschaffung und Vernetzung von wertvollen Habitaten führen.

Hinsichtlich künftiger Untersuchungen besteht Forschungsbedarf, über Effekte von Massnahmen zur Störungsreduktion wie Schallschutzwände oder Tunnels sowie über die Funktionalität von Wildkorridoren auf den Laubfrosch und andere Amphibienarten.

Quellen

- Andersen, L., Fog, K., & Damgaard, C. (2004). Habitat fragmentation causes bottlenecks and inbreeding in the european tree frog (*Hyla arborea*). *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, (271), 1293-1302. doi:DOI 10.1098/rspb.2004.2720
- Broquet, T., Jaquiere, J., & Perrin, N. (2009). Opportunity for sexual selection and effective population size in the lek-breeding european treefrog (*Hyla arborea*). *Evolution*, 63-3, 674-638. doi:10.1111/j.1558-5646.2008.00586.x
- Clauzel, C., Giardet, X., & Foltéte, J. (2013). Impact assessment of a high-speed railway line on species distribution: Application to the european tree frog (*Hyla arborea*) in franche-comté. *Journal of Environmental Management*, 127, 125-134. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.018>
- Di Giulio, M., & Nobis, M. (2008). Landschaftszerschneidung und biodiversität: Barrieren oder ausbreitungswege. *Forum Für Wissen*, , 23-30.
- Duelli, P. (1994). Liste rouge des espèces animales menacées de suisse. *Office Fédéral De L'environnement Des Forêts Et Du Paysage*,
- Goudet, J. (1995). FSTAT: A computer program to calculate F statistic. *Heredity*, 86, 485-486.
- Luquet, E. (2013). Within- and among-population impact of genetic erosion on adult fitness-related traits in the european tree frog *Hyla arborea*. *Heredity*, 110, 347-354. doi:10.1038/hdy.2012.110
- Meier, C. (Ed.). (2004). *Aktionsplan laubfrosch (Hyla arborea)*. Zürich: Baudirektion Kanton Zürich.
- Pellet, J., Schmidt, B., Grossenbacher, K., Perrin, N., & Fivaz, F. (2006). Density, climate and varying return points: An analysis of long-term population fluctuations in the threatened european tree frog. *Oecologia*, 149, 65-71. doi:DOI 10.1007/s00442-006-0432-1

Pellet, J., Guisan, A., & Perrin, N. (2004). A concentric analysis of the impact of urbanization on the threatened european tree frog in an agricultural landscape. *Conservation Biologie*, 18, , 1599-1606.

Pellet, J., & Neet, C. (2001). La rainette verte (*Hyla arborea; anura*) dans le canton de vaud: Un état des lieux. *Société Vaudois Des Sciences Naturelles*, 87.4, 287-303.

Pellet, J., Perrin, N., & Hoehn, S. (2004). Multiscale determinants of tree frog (*hyla arborea* L.) calling ponds in western switzerland. *Biodiversity and Conservation*, 13, , 2227-2235.

Reed, D. H., & Frankham, R. (2003). Correalion between fitness and genetic diversity. *Conservation Biologie*, 17, 230-237.

Schmidt, B., & Zumbach, S. (2005). Rote liste der gefährdeten arten der schweiz.

Bilderverzeichnis

Abbildung 1: Mittels Literaturrecherchen wurden verschiedene Faktoren, welche den Laubfrosch gefährden, priorisiert.6

Anhang

	A Concentric Analysis of the Inbreeding	Enbreeding in <i>Hyla arborea</i> causes bottlenecks	Impact assessment of high-speed raylways	Densety, climate and varing retur noints:	Multiscale determinats of the Treefrog in calling ponds	Opoprtnuity for sexual selection and effective populatio	Within and among population impact of genetic eroison on adult fitness	Summe
Fragmentierung der Lebensräume	2	2	1		1	1	2	9
Isolation in kleine Subpopulationen	1	2	2	1	1		2	9
Verlust des Habitats	2	1	1	1	2			7
Bau von Verkehrswegen	1	2	2		2			7
Störung des Habitats	1	1	2		1			5
Verlust der genetischen Vielfalt	1	1	1			1		4
Intensivierung der Landwirtschaft	1		2	1				4
Urbansisierung	1		2					3
Eutrophierung	1	1			1			3
Fischbesatz	1	1						2
Wasserverschmutzung	1				1			2
Nahrungsverfügbarkeit					2			2
Drainage	1							1
Interspezifische Konkurrenz	1							1
Predation					1			1
Sukzession					1			1
Roadkills			1					1

Zusammenstellung der Gefährdungsfaktoren begründet auf Publikationen. Siehe Bildunterschrift