

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie  
**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel  
**Band:** 53 (2012)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Landschaftsstruktur und Genfluss bei Amphibien und Reptilien im Elsass : Einfluss des Strassennetzes auf den Individuenaustausch zwischen Populationen

**Autor:** Ursenbacher, Sylvain / Meyer, Evelyn

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088212>

#### **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:** 15.01.2026

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

# Landschaftsstruktur und Genfluss bei Amphibien und Reptilien im Elsass

Einfluss des Strassennetzes auf den Individuenaustausch zwischen Populationen

Sylvain Ursenbacher und Evelyn Meyer

## Zusammenfassung

*Die fortschreitende Industrialisierung führte im Elsass zu einer starken Ausdehnung des Strassennetzes. Ebenso wurden grosse, vorher naturbelassene Flächen in Weinbaugebiete und Ackerland umgewandelt. Dies bedeutete für die meisten Arten eine Fragmentierung ihrer Habitate. Dieser Artikel befasst sich mit den Auswirkungen der Lebensraumfragmentierung auf die Populationen der Schlingnatter und der Wechselkröte. Die beiden Arten unterscheiden sich in den Ergebnissen. In den untersuchten Populationen der Schlingnatter konnte keine genetische Differenzierung festgestellt werden. Bei der Wechselkröte wurden hingegen drei unterscheidbare Gruppen von Populationen gefunden. Trotzdem scheint das Strassennetz, entgegen zahlreicher früherer Studien bei verschiedenen Tierarten, keinen oder einen sehr geringen Einfluss auf den Austausch von Individuen zwischen Teilpopulationen dieser beiden Arten zu haben.*

## 1 Einleitung

Die Zunahme der Bevölkerung seit dem Mittelalter hatte die Rodung zahlreicher Flächen und eine starke Entwicklung der Verkehrswege zur Folge. Während der letzten 100 Jahre hat diese Entwicklung rapide zugenommen und behindert so bei vielen Arten die Wanderung der Tiere. So leben heute viele Arten nur noch in kleinen, weit verstreuten Teilen ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes. Die Zerstückelung und Reduktion der Flächen der ursprünglichen Lebensräume gehören zu den Hauptursachen für das Aussterben von Populationen oder sogar Arten (Tilman et al. 1994). Zusätzlich behindern Strassen und andere Verkehrswege den individuellen Austausch

---

Adresse der Autoren: Dr. Sylvain Ursenbacher, Evelyn Meyer, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU), Universität Basel, St. Johanns-Vorstadt 10, CH-4056 Basel; E-Mail: [s.ursenbacher@unibas.ch](mailto:s.ursenbacher@unibas.ch), [evelyn.meyer@unibas.ch](mailto:evelyn.meyer@unibas.ch)

zwischen den einzelnen Teilpopulationen stark (Carr & Fahrig 2001; Eigenbrod et al. 2008). Diese Problematik führt zum reduzierten Genaustausch zwischen isolierten Populationen und die Nicht-Besiedlung von geeigneten Habitaten. Diese Kombination aus Habitatsverlust und Fragmentierung der Lebensräume ist demzufolge der Hauptgrund für die Abnahme der Biodiversität (Fahrig 2003).

## 2 Habitatfragmentierung

In isolierten Populationen kann eine Reduktion oder das Fehlen von Genaustausch zum lokalen Aussterben führen. Kleine, isolierte Populationen haben eine grosse Tendenz, ihre genetische Vielfalt zu verlieren, indem sich verwandte Individuen verpaaren oder durch genetische Zufallsergebnisse wie Drift. Die genetische Diversität ist für Arten aber notwendig, damit die Tiere sich an Veränderungen der Umwelt anpassen können (z. B. Auftreten von neuen Räubern oder Parasiten, Veränderung der Landschaft) und um schädliche Genmutationen oder negative Folgen von Inzucht zu vermeiden. Zahlreiche Studien bei wilden oder in Gefangenschaft gehaltenen Populationen haben gezeigt, dass eine Reduktion der genetischen Vielfalt das Risiko des Aussterbens erhöht (Saccheri et al. 1998; Frankham et al. 2002). Es ist folglich wichtig, die genetische Vielfalt einer bedrohten Art in isolierten Populationen zu untersuchen. Dafür werden sehr variable Genmarker (wie Mikrosatelliten, die unter anderem auch bei Vaterschaftsanalysen beim Menschen und in der Forensik eingesetzt werden) benutzt, um so den Genaustausch zwischen Populationen zu erfassen und damit die Zahl der ausgetauschten Individuen schätzen zu können. Diese Methode hat den Vorteil, dass zeitaufwändige Monitorings mittels Fang-Wiederfang oder Telemetrie nicht nötig sind, um individuelle Wanderungen untersuchen zu können. Gentechnische Methoden ermöglichen genaue Aussagen über Genaustausch, da es bei den anderen Methoden schwierig ist zu beurteilen, ob einwandernde Individuen sich auch fortpflanzen und so Einfluss auf den Genpool nehmen. Zudem lässt eine Kombination der Bewertung der genetischen Vielfalt einer Population und Informationen über Landschaften (z. B. durch GIS), bezeichnet als "Landscape Genetics", eine Einschätzung zu, welchen Einfluss Landschaftselemente (z. B. Straßen, Autobahnen, Flüsse, Wälder, Ackerflächen) auf die Ausbreitungsfähigkeit einer untersuchten Art haben. Dank diesen Vorteilen wird diese Methode in Zukunft mehr und mehr von im Naturschutz tätigen Forschenden angewandt werden.

Die meisten Studien über das Ausbreitungsverhalten und über die Bedeutung von Korridoren, welche die natürliche Ausbreitung erhalten oder fördern sollen, wurden bei grossen Wirbeltieren durchgeführt. Die kleinen Wirbeltiere, wie die Reptilien und Amphibien, haben erst später Beachtung gefunden, als sie zu Tausenden auf den Straßen überfahren wurden. In diesem Zusammenhang wurden zahlreiche Tunnels, die unter den Straßen durchführen, gebaut, um das Überleben der Tiere zu garantieren. Die jährliche Wanderung der Amphibien zu ihren Laichplätzen nahmen viele Forscher zum Anlass, Studien über die Wanderungen und die Verbreitung dieser Tiergruppe durchzuführen. Dabei wurden auch genetische Methoden angewendet. Im Gegensatz dazu sind Studien über Reptilien selten. Erst in neuerer Zeit wurden auch in dieser Tiergruppe Verbreitungsstudien durchgeführt. Diese Untersuchungen zeigten einen Widerspruch zwischen den beobachtenden Verbreitungsstudien (z. B. mit der Fang-Wiederfang-Methode) und den Studien über die genetische Differenzierung zwischen Populationen.

### 3 Untersuchungsgebiet: Region Elsass

Das Elsass ist eine französische Region mit einer der höchsten Bevölkerungsdichten (224 Einwohner/km<sup>2</sup>, im Vergleich zum Durchschnitt Frankreichs von 112 und der Schweiz von 191 Einwohnern/km<sup>2</sup>). Die Region hat zudem einen hohen Industrialisierungsstandard und ein hoch entwickeltes Strassen- und Bahnnetz. Betrachtet man diese Faktoren, kann das Elsass mit Teilen des schweizerischen Mittellands verglichen werden. Biogeografisch betrachtet, hat die Region einen starken kontinentalen Einfluss, weil sie durch mehrere Arten aus dem zentralen und östlichen Europa (z. B. die Wechselkröte *Bufo viridis*) sowie Arten von der Atlantischen Küste (z.B. die Kreuzkröte *Bufo calamita*) besiedelt ist. Demzufolge besitzt das Elsass eine interessante Kombination an Arten und beherbergt auch in Frankreich oder der Schweiz seltene Arten.

### 4 Ergebnisse

Dieser Artikel fasst zwei naturschutzbiologische Studien über die Schlingnatter (*Vacher* 2010) und die Wechselkröte (*Gérard* 2011) im Elsass zusammen. Die Schlingnatter kommt häufig vor und lebt in vielen verschiedenen Habitaten, von den trockenen Hügelausläufern der Vogesen bis zum Flussufer des Rheins. Die Wechselkröte ist eine Pionierart und kommt in Sekundär-Habitaten wie Kiesgruben oder in Becken am Stadtrand vor.

#### 4.1 Die Schlingnatter (*Coronella austriaca*)

Die Schlingnatter (Abb. 1) ist eine kleine (max. 60 cm), ungiftige Schlange, die sich hauptsächlich von Eidechsen ernährt. Die Art hat ein weites Verbreitungsgebiet (von Frankreich bis zum Kaspiischen Meer), lebt aber sehr verborgen, sodass man ihr Auftreten oft unterschätzt. Im Elsass kommt sie hauptsächlich auf kalkreichen Hügelausläufern und in Auenwäldern vor. Die Kenntnisse über ihre Ausbreitungsfähigkeit sind begrenzt. Es wird angenommen, dass Individuen Distanzen von nur wenigen hundert Metern zurücklegen. Trotzdem wurden einige Individuen bei Wanderungen von einigen Kilometern beobachtet (*Völkl & Käsewieter* 2003).

Die genetischen Analysen, durchgeführt bei im Elsass gefangenen Tieren, lassen aber auf ein anderes Verhalten schließen. Die Individuen, die an 12 verschiedenen Orten (Abb. 2) verteilt auf die Region gesammelt wurden, zeigten eine geringe genetische Differenzierung (*Vacher* 2010). Zusätzliche Analysen lassen vermuten, dass tatsächlich alle Individuen zu einer Population gehören, obwohl sie mehr als 80 km auseinander leben. Folglich findet ein Genaustausch zwischen einzelnen Teilpopulationen immer noch statt, obwohl vermeintliche Barrieren wie Strassen und Ackerflächen dazwischen liegen. Im Elsass scheinen einige Individuen weite Strecken zurückzulegen und so zu einem Genaustausch zwischen den verschiedenen Teilpopulationen beizutragen.

Interessanterweise stehen diese Ergebnisse im Widerspruch zu früheren Beobachtungen (*Pernetta* et al. 2011), welche in Großbritannien durchgeführt wurden. Dort besiedelt die Schlingnatter Heidelandschaften, die von kultivierten Nadelwäldern umgeben sind. In diesem durch den Menschen weniger beeinflussten Lebensraum zeigten sich zwischen Populationen markante genetische Unterschiede und Isolationen, obwohl die Distanz zwischen den Sammelgebieten zehn Mal kleiner ist als im untersuchten Gebiet im Elsass. Die Verschiedenheit der Lebensräume in den beiden Gebieten und der Mangel an geeigneten Verbindungen (z. B. Steinmauern, Hecken) können möglicherweise die ausgeprägten Unterschiede erklären. Diese Diskrepanz zeigt, dass es



Abb. 1 Die Schlingnatter (*Coronella austriaca*) ist eine kleine, ungiftige Schlange, die an einigen Stellen im Elsass vorkommt. Im Gegensatz zu früheren Studien zeigt diese Art im Elsass eine hohe Fähigkeit, Gene zwischen Populationen auszutauschen. Es ist daher anzunehmen, dass einige Tiere grosse Distanzen zurücklegen.  
Foto: Sylvain Ursenbacher

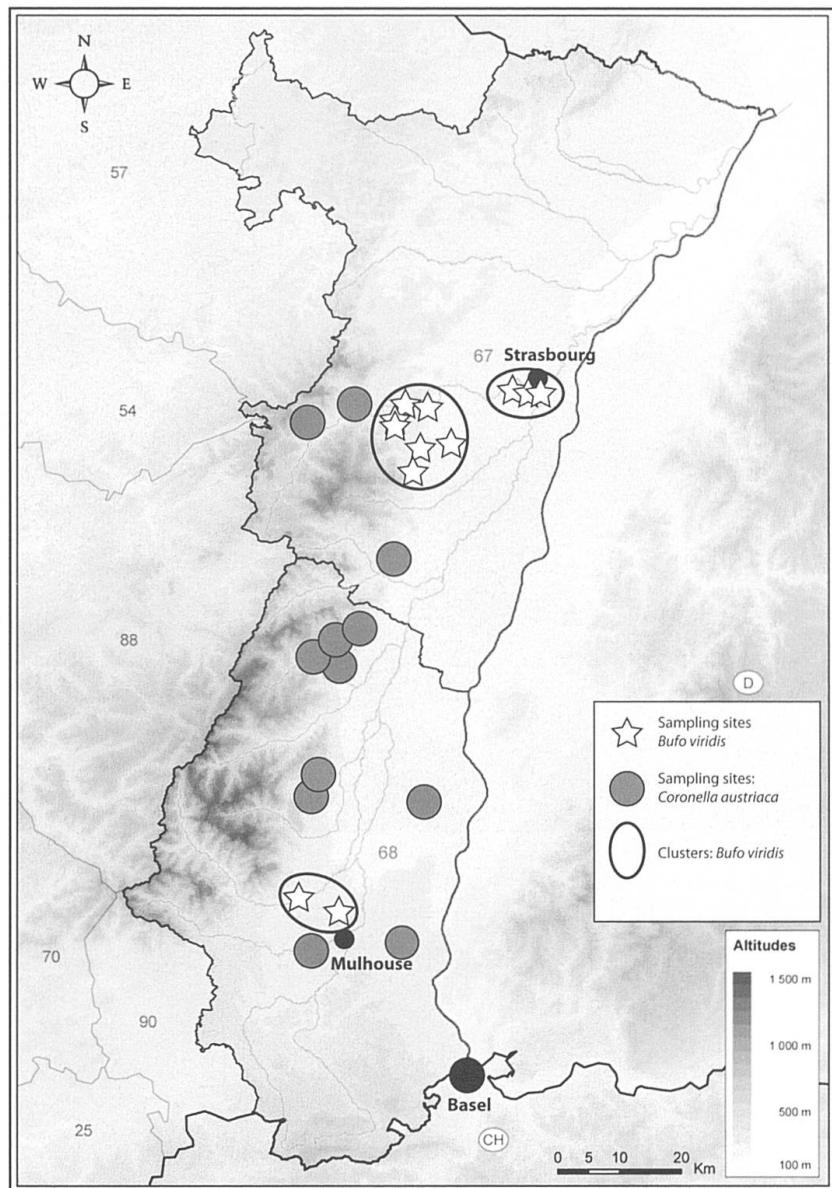
wichtig und interessant ist, populationsgenetische Studien in unterschiedlichen und verschiedenartigen Gebieten durchzuführen, weil möglicherweise das Verhalten der Schlangen auch durch kleine Landschaftselemente beeinflusst wird.

#### 4.2 Die Wechselkröte (*Bufo viridis*)

Die Wechselkröte ist eine kleine, gräuliche Kröte mit zahlreichen grünen bis dunkelbraunen Flecken auf dem Rücken (Abb. 3). Ihr Vorkommen erstreckt sich von Zentral- und Osteuropa bis Frankreich, allerdings nur bis zum Elsass und Lothringen. Die Art kam bis ins Jahr 2000 auch im Tessin und im Graubünden (Val Poschiavo) vor, gilt aber heute in der Schweiz als ausgestorben. Die Wechselkröte wird als Pionierart betrachtet und hat somit die ausgeprägte Fähigkeit, sich auszubreiten und neu entstandene, geeignete Lebensräume zu besiedeln. Trotzdem reagieren Amphibien im allgemeinen empfindlich auf die Zerschneidung ihres Lebensraumes (Carr & Fahrig 2001; Eigenbrod et al. 2008).

Die im Elsass durchgeföhrten genetischen Analysen lassen bei der Wechselkröte auf das Vorhandensein von drei verschiedenen Populationen schliessen (Abb. 2): eine im südlichen Teil in der Nähe von Mulhouse, eine im zentralen Teil südwestlich von Strasbourg und eine in der Nähe von Strasbourg (je zwei bis sieben Teilpopulationen) (Gérard 2011). Zwischen den drei Vorkommen dürfte nur noch ein begrenzter Genaustausch vorkommen. Bei dieser Art hat die Distanz zwischen den Populationen einen grossen Einfluss auf die genetische Vielfalt und ist somit eine wichtige Erklärung für das Bestehen von drei unabhängigen genetischen Gruppen (Populationen). Dies gilt

Abb. 2 Orte der Probenentnahmen für die genetischen Untersuchungen, entsprechend den Hauptpopulationen der Schlingnatter (*Coronella austriaca* – dunkle Kreise) und der Wechselkröte (*Bufo viridis* – weiße Sterne).



insbesonders für die Population nördlich von Mulhouse und die beiden anderen Populationen, liegen sie doch geografisch ungefähr 80 km auseinander. Die Analyse der genetischen Autokorrelation weist darauf hin, dass die Individuen bis zu einer Distanz von ca. 7.5 km näher untereinander verwandt sind als weiter entfernte Kröten. Interessanterweise scheint die Anzahl der Straßen zwischen Teichen und Tümpeln keinen Einfluss auf die genetische Differenzierung innerhalb der Populationen zu haben. Dies lässt vermuten, dass die Kröten Straßen und sogar Autobahnen (mit Hilfe von Wanderkanälen) überqueren können. Die Analysen zeigen, dass genügend Individuen diese Barrieren überwinden können, damit keine genetische Isolation zwischen Teilstämmen entsteht. Zahlreiche Kröten werden aber weiterhin durch den Straßenverkehr getötet.



Abb. 3 Bei der Wechselkröte (*Bufo viridis*) wurden im Elsass drei genetisch verschiedene Populationen gefunden. Die Bildung der Gruppen wird weniger durch das Strassennetz beeinflusst als durch die grosse Distanz und das Fehlen geeigneter Lebensräume dazwischen.

Foto: Jean-Pierre Vacher

## 5 Fazit

Als stark entwickelte Region besitzt das Elsass ein gut ausgebautes Strassennetz. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass der Strassenverkehr für etliche Tierarten einen starken Einfluss auf die Mortalität (z. B. bei Amphibien (Fahrig et al. 1995; Hels and Buchwald 2001)) oder auf den Genaustausch zwischen Populationen (Holderegger & Di Giulio 2010) haben. Die Ergebnisse der Studien zeigten, dass das beobachtete Fehlen einer genetischen Struktur bei der Schlingnatter und die begrenzte genetische Struktur bei der Wechselkröte nur zum Teil durch das Strassennetz beeinflusst sind. Tatsächlich ist die Bildung von drei Gruppen bei der Wechselkröte auf eine Isolation durch Distanz und das Fehlen von geeigneten Lebensräumen dazwischen zurückzuführen. Zudem konnte die Anzahl von Strassen zwischen den Teichen keine Erklärung für die Abspaltung der Gruppen liefern. Bei der Schlingnatter konnte gar keine genetische Struktur gefunden werden, was darauf hinzuweisen scheint, dass die Wanderfähigkeit der Art bisher stark unterschätzt wurde. Das Strassennetz hat auf die Ausbreitungsfähigkeit von zahlreichen Arten, speziell kleiner Tiere, einen starken Einfluss. Wie diese Studien aber zeigten, sind einige Arten weniger stark davon betroffen, da sie Strassen wahrscheinlich regelmässig über- oder unterqueren, indem sie kleine, versteckte Strukturen nützen. Für diese Arten ist der Hauptgrund für ihre Abnahme das Fehlen von geeigneten Lebensräumen. Genetische Methoden können uns solch unerwartete Ergebnisse liefern. Dadurch werden das Verständnis für die Biologie der Arten wie auch geeignete Naturschutzstrategien für bedrohte Arten verbessert.

## Literatur

- Carr L.W. & Fahrig L. 2001. Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conservation and Biology* 15: 1071–1078.
- Eigenbrod F., Hecnar S.J. & Fahrig L. 2008. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran populations. *Biological Conservation* 141: 35–46.
- Fahrig L., Pedlar J.H., Pope S.E., Taylor P.D. & Wegner J.F. 1995. Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation* 73: 177–182.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487–515.
- Frankham R., Ballou J.D. & Briscoe D.A. 2002. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge, 1–617.
- Gérard C. 2011. *Caractérisation génétique et conservation du crapaud vert Bufo viridis en Alsace*. MSc thesis, Université de Strasbourg, 1–49.
- Hels T. & Buchwald E. 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 99: 331–340.
- Holderegger R. & Di Giulio M. 2010. The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. *Basic and Applied Ecology* 11: 522–531.
- Pernetta A.P., Allen J.A., Beebee T.J.C. & Reading C.J. 2011. Fine-scale population genetic structure and sex-biased dispersal in the smooth snake (*Coronella austriaca*) in southern England. *Heredity* 107: 231–238.
- Saccheri I., Kuussaari M., Kankare M., Vikman P., Forstelius W. & Hanski I. 1998. Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. *Nature* 392: 491–494.
- Tilman D., May R.M., Lehman C.L. & Nowak M.A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371: 65–66.
- Vacher J.-P. 2010. *Caractérisation génétique des populations et conservation de la coronelle lisse, Coronella austriaca, en Alsace*. MSc thesis, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, 1–34.
- Völkl W. & Käsewieter D. 2003. *Die Schlingnatter*. Bielefeld, 1–151.

