

Erhaltungszuchten aus Freilandterrarien Chancen und Risiken der Wiederansiedlung von Kreuzottern

Es gibt zahlreiche positive Beispiele, bei denen lokal ausgestorbene Arten mit menschlicher Unterstützung ihre früheren Lebensräume erfolgreich zurückerobern konnten. Häufig handelt es sich dabei um Vögel oder Säugetiere wie Bartgeier, Biber, Steinbock oder Luchs. Schlangen hingegen sind weltweit bei Wiederansiedlungsprojekten seltener vertreten – doch auch in diesem Bereich gibt es erfolgreiche Beispiele.

So wurde die Würfelnatter, *Natrix tessellata*, an der Elbe in Sachsen und die Kreuzotter, *Vipera berus*, in der Schorfheide in Brandenburg, sowie im Emsdettener Venn in Nordrhein-Westfalen und im Limmersdorfer Forst in Oberfranken wieder angesiedelt. Das Aussetzen bzw. die Wiederansiedlung von gezüchteten oder dafür anderswo aus der Natur entnommenen Wildtieren kann grundsätzlich in bestimmten Fällen sinnvoll und erfolgreich sein. Im schlimmsten Fall kann eine gutgemeinte, aber fachlich nicht fundierte Aussetzaktion aber auch fatale Folgen haben, sowohl für die Zielart, als auch für andere Arten der betreffenden Ökosysteme.

Die Haltung von Kreuzottern in privaten Freilandterrarien wird zunehmend beliebter. In großzügig dimensionierten, artgerechten Anlagen vermehren sich die Tiere rasch. Eine negative Begleiterscheinung dieser Zuchterfolge ist jedoch das unkontrollierte Aussetzen von Jungtieren. Obwohl solche Aktionen häufig gut gemeint sind, sind sie aus naturschutzfachlicher Sicht nicht vertretbar, rechtlich strafbar und können potenziell schädlich sein! In einigen Bundesländern wird für die Haltung von Kreuzottern eine Ausnahmegenehmigung zur Haltung von Giftschlangen benötigt, welche durch ein sogenanntes „berechtigtes Interesse“ zu begründen ist. Dabei wird die Zucht mit dem Ziel, Jungtiere zu Naturschutzzwecken auszusetzen, häufig als Argument herangezogen.



Bild 1: Freilandanlage für Kreuzottern Nationalpark Bayerischer Wald

Folgende Punkte soll verdeutlichen, dass dies für private Halter auf keinen Fall zutrifft:

- das Freilassen von überzähligen Nachzuchten erhöht die Anzahl der Kreuzottern in einem Gebiet allenfalls kurzfristig, langfristig wird die Populationsgröße durch eine Reihe, durch die Aussetzung nicht zu beeinflussender Faktoren bestimmt (z.B. Verfügbarkeit von Beutetieren, Anzahl von Räubern, lokales Klima, Parasiten und Krankheiten, Verfügbarkeit von Überwinterungsplätzen oder anderen spezifischen Lebensraumbedingungen). In den allermeisten Kreuzotterhabitaten nimmt gegenwärtig die Zahl der Tiere ab. Gründe hierfür sind vielgestaltig und meist auf eine Degradierung des Habitats zurückzuführen. In solchen Gebieten kann man die Zahl der Tiere ausschließlich dadurch wieder erhöhen, dass man die Faktoren identifiziert die zum Rückgang geführt haben bzw. führen und gezielte Maßnahmen trifft die entsprechenden Faktoren zu verändern (evtl. [hier: Link zu Strukturmaßnahmen](#)).

- In unserer globalen Welt sind eingeschleppte Pathogene ein hohes Risiko für viele Arten. Bei Amphibien war und ist dies an den beiden Chytrid-Pilzarten *Batrachochytrium dendrobatidis* und *Batrachochytrium salamandrivorans* in den letzten Jahrzehnten sehr deutlich geworden. Es wird geschätzt, dass diese Mykosen zu Bestandseinbrüchen bei über 500 Amphibienarten geführt haben und zum Aussterben von ca. 100 weiteren Arten führten. Auch bei Schlangen gibt es ähnliche Pilzkrankungen, verursacht durch *Ophidiomyces ophiodiicola*. Dieser „Schlangenfresserpilz“ ist inzwischen mehrfach für Nordamerika und Europa nachgewiesen worden und scheint sich weiter auszubreiten. Viele Halter haben nicht nur Kreuzottern in ihrem Bestand sondern auch andere Schlangenarten aus aller Welt. Das Risiko exotische Pathogene und Parasiten aus einer Zucht in Populationen im Freiland einzuschleppen ist hoch und kann z.B. schon durch die Entsorgung von Terrarieneinrichtungen im Gartenkompost passieren. Dies sollte unter allen Umständen vermieden werden!

Negativ kann sich auch auswirken, dass

- autochtone Populationen durch genetisch abweichende, ausgesetzte Tiere verdrängt werden. Die lokal angepasste Population und ihre einzigartige, an den Standort optimierte genetische Ausstattung gehen dabei verloren. Es wird angenommen, dass Weibchen sich bevorzugt mit Männchen paaren, deren Gene sich möglichst stark von den eigenen unterscheiden. Dieses natürliche Auswahlverfahren dient dazu, Inzucht zu vermeiden. Allerdings werden dabei nicht zwangsläufig Individuen bevorzugt, die am besten an den Standort angepasst sind. Dieser Effekt wird als „Auszuchtdepression“ bezeichnet.

- die willkürliche Vermischung von Genen die Forschung erschwert oder gänzlich verhindert, insbesondere wenn es darum geht, die Entstehung, Ausbreitung und Differenzierung von Arten und Unterarten zu verstehen.

- durch die Vermischung lokal vorkommende, möglicherweise aufgrund ihres begrenzten Vorkommens besonders schützenswerte Unterarten nicht erkannt oder anerkannt werden können. Dadurch ginge auch die Möglichkeit verloren, ihren Schutzstatus zu erhöhen.

- sich die genetische Vielfalt der Art insgesamt verkleinert.

- dass der Rückgang des Kreuzotter-Bestands unter anderem auf einen Einbruch der Beutetier-Population zurückzuführen sein könnte. Werden in einem solchen Habitat weitere Kreuzottern angesiedelt, könnte dies den Druck auf die ohnehin geschwächte Beutepopulation zusätzlich erhöhen, was letztlich zu einem vollständigen Kollaps der Beutetierbestände führen könnte

- illegale Aussetzungen und schlecht kommunizierte Aussetzungsprojekte können in der örtlichen Bevölkerung nachhaltigen Unmut erzeugen und der Öffentlichkeitsarbeit erheblichen Schaden zufügen. Besonders schlangenabgeneigte Anwohner könnten sich dadurch unter Umständen legitimiert fühlen, die Tiere zu töten. Dies kann dazu führen, dass zukünftige seriöse Projekte langfristig blockiert oder sogar unmöglich gemacht werden. Selbst Naturschutzmaßnahmen, die sich auf völlig andere Tiergruppen konzentrieren, könnten durch solche Vorfälle erheblich erschwert werden.



Bild 2: Biotopaufwertung mit mehreren, frostsicheren Winterquartieren in dem Erdwall links im Bild und mehreren Amphibien-Laichgewässern

Gegenwärtig hat der Erhalt und die Verbesserung vorhandener Biotope höchste Priorität! Die Wiederansiedlung von Kreuzottern ist nur in wenigen Ausnahmen sinnvoll.

Durch die voranschreitende Fragmentierung der Lebensräume der Kreuzotter, insbesondere durch den Straßenbau, wird der genetische Austausch zwischen Populationen immer weiter eingeschränkt oder völlig unterbunden. Vor allem individuen schwache Populationen laufen aber Gefahr, sehr schnell genetisch zu verarmen. Die Folge ist eine Inzuchtdepression welche zum endgültigen Erlöschen der Population führen kann. Dem könnte grundsätzlich durch die Auswilderung von Nachzuchtieren entgegengewirkt werden. Um dies sinnvoll und nachhaltig zu machen ist auf diesem Gebiet noch viel Forschung nötig, ohne entsprechendes Vorwissen kann sich das Aussetzen, wie bereits beschrieben, eher negativ auswirken.

Ein Fallbeispiel, bei dem eine Wiederansiedlung nützlich sein könnte, sind ehemalige, inzwischen erloschene Kreuzotterbestände. Wenn die Gründe für das Verschwinden der jeweiligen Population bekannt sind, lassen sich diese Lebensräume durch gezielte Aufwertungsmaßnahmen grundsätzlich wieder für die Kreuzotter geeignet machen. Ist ein solches Gebiet jedoch aufgrund räumlicher Isolation von bestehenden Populationen aus eigener Kraft nicht erreichbar, könnte eine Wiederansiedlung in diesem Fall eine sinnvolle Lösung darstellen. Eine wichtige Voraussetzung wäre hier, dass das Gebiet eine ausreichende Größe besitzt, um eine selbsterhaltende Population zu unterstützen. Die erforderliche Größe hängt letztlich von der Habitatstruktur ab und wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Auch wenn es in diesem Bereich noch viele Wissenslücken gibt, sollte uns das nicht davon abhalten, es auszuprobieren, wenn die Rahmenbedingungen vielversprechend erscheinen. Nur durch solche Maßnahmen können wir wichtige Erkenntnisse für die Zukunft gewinnen – sofern sie denn auch tatsachenkonform publiziert werden.

Solche Vorhaben müssen zwingend und ausschließlich von einer naturschutzfachlichen Stelle geplant und umgesetzt werden. In der Regel wird hierfür ein Gutachten von einem Planungsbüro erstellt. Dabei wird geprüft, ob die Zielart tatsächlich ursprünglich in dem geplanten Gebiet heimisch war, ob das Habitat geeignet ist und welche Verbesserungen erforderlich sind. Das Planungsbüro setzt die Maßnahmen in Zusammenarbeit mit der Unteren Naturschutzbehörde um und begleitet die weitere Entwicklung im Rahmen eines anschließenden Monitorings.

Darüber hinaus sind mehrere Genehmigungen durch die Untere und Höhere Naturschutzbehörde erforderlich, beispielsweise für die Entnahme von Spendertieren, die Haltung der Tiere sowie die Wiederansiedelung der Nachzuchten. Eine besondere Herausforderung bei solchen Projekten stellt die Einbindung der lokalen Bevölkerung dar, die für den langfristigen Erfolg entscheidend ist.

Auch die Auswahl der Spenderpopulation muss bestimmten Kriterien folgen. So sollten die Tiere möglichst aus der näheren Umgebung stammen und damit der Ursprungspopulation genetisch ähneln. Die Instandsetzung eines möglichen Aussetzungsgebietes, die Auswahl der auszusetzenden Tiere und die wissenschaftliche Erfolgskontrolle der Maßnahme sind hochkomplexe Vorgänge. Sie können und dürfen nicht von Privatpersonen ohne die notwendige Fachkenntnis und behördliche Genehmigungen durchgeführt werden.

Zusammenfassend sei nochmals betont, dass das unkontrollierte und illegale Aussetzen von Nachzuchten eine Straftat gemäß § 40 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) darstellt. Im besten Fall bleibt ein solches Vorgehen ohne Wirkung, im schlimmsten Fall kann es jedoch zur Auslöschung der lokalen Population führen oder andere schwerwiegende Nachteile nach sich ziehen. Wir raten daher nachdrücklich davon ab!

Für private Halter wird eine Zuchtkontrolle durch geschlechtergetrennte Haltung empfohlen. Idealerweise sollten nur männliche Kreuzottern gehalten werden, da diese insbesondere im Frühjahr sehr präsent und aktiv sind.



Bild 3 und 4: Die gemeinschaftliche Haltung beider Geschlechter führt unausweichlich zu hohen Nachwuchszahlen, da die Weibchen bei guter Haltung jedes Jahr reproduzieren. Links ein einzelner Wurf mit 19 Jungschlangen.

VIPERA e.V. plant hier mit zukünftigen Projekten fundiertes Hintergrundwissen zu schaffen. Sowohl zur Vorgehensweise und den Effekt der Auswilderung von Erhaltungszuchten als auch der dazu benötigten Genehmigungsprozesse. Darüber hinaus laufen genetische Studien um Inzuchtdepressionen zu erkennen.

Weiterführende Literatur:

Auszuchtdepression

- Aitken, S.N. & Whitlock, M.C. (2013). Assisted gene flow to facilitate local adaptation to climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 44, 367–388.
- Beever, E.A., O’Leary, J., Mengelt, C., West, J.M., Julius, S., Green, N., Magness, D., Petes, L., Stein, B., Nicotra, A.B., Hellmann, J.J., Robertson, A.L., Staudinger, M.D., Rosenberg, A.A., Babij, E., Brennan, J., Schuurman, G.W. & Hofmann, G.E. (2016). Improving conservation outcomes with a new paradigm for understanding species fundamental and realized adaptive capacity. *Conserv. Lett.* 9, 131–137.
- Edmands, S. (2007). Between a rock and a hard place: evaluating the relative risks of inbreeding and outbreeding for conservation and management. *Mol. Ecol.* 16, 463–475.
- Frankham, R., Ballou, J.D., Eldridge, M.D.B., Lacy, R.C., Ralls, K., Dudash, M.R. & Fenster, C.B. (2011). Predicting the probability of outbreeding depression. *Conserv. Biol.* 25, 465–475.
- Goldberg, T.L., Grant, E.C., Inendino, K.R., Kassler, T.W., Claussen, J.E. & Philipp, D.P. (2005). Increased infectious disease susceptibility resulting from outbreeding depression. *Conserv. Biol.* 19, 455–462.
- Hereford, J. (2009). A quantitative survey of local adaptation and fitness trade-offs. *Am. Nat.* 173, 579–588.
- Huff, D.D., Miller, L.M., Chizinski, C.J. & Vondracek, B. (2011). Mixed-source reintroductions lead to outbreeding depression in second-generation descendants of a native north American fish. *Mol. Ecol.* 20, 4246–4258.
- Kawecki, T.J. & Ebert, D. (2004). Conceptual issues in local adaptation. *Ecol. Lett.* 7, 1225–1241.
- Sagvik, J., Uller, T. & Olsson, M. (2005). Outbreeding depression in the common frog, *Rana temporaria*. *Conserv. Genet.* 6, 205–211.

Handel und Verschleppung

- Asztalos, M., Wielstra, B., Struijk, R. P., Ayaz, D., Fritz, U. (2021). Aliens in the Netherlands: Local genetic pollution of barred grass snakes (Squamata: Serpentes: Natricidae). *Salamandra* 57(1), 1741-1779.
- Halán, M., Kotterová, L., (2021) Parasitic helminths in snakes from the global legal trade. *Helminthologia* 2021 Dec 25;58(4):415-419.
- Nguyen, T.T., Nguyen, T. Van, Ziegler, T., Pasmans, F., Martel, A., 2017. Trade in wild anurans vectors the urodelan pathogen *Batrachochytrium salamandrivorans* into Europe. *Amphibia-Reptilia* 4–6. <https://doi.org/10.1038/srep44443>.Martel.
- van Riemsdijk, I., Struijk, R. P. J. H., Pel, E., Janssen, I. A., Wielstra, B. (2020). Hybridisation complicates the conservation of *Natrix* snakes in the Netherlands. *Salamandra* 56(1), 78-82.

Um- und Wiederansiedelung

- Bellis, J., Bourke, D., Maschinski, J., Heineman, K. & Dalrymple, S. (2020). Climate suitability as a predictor of conservation translocation failure. *Conserv. Biol.* 34, 1473– 1481.
- Bertolero, A., Pretus, J.L. & Oro, D. (2018). The importance of including survival release costs when assessing viability in reptile translocations. *Biol. Conserv.* 217, 311–320.
- Brady, L., Phillips, M., Hodges, R. (2014). Habitat Suitability Assessment for Adders (*Vipera berus*). *Liparis*
- Bullock, J.M., Bonte, D., Pufal, G., Carvalho, C.d.S., Chapman, D.S., Garcia, C., Garcia, D., Matthysen, E. & Delgado, M.M. (2018). Human-mediated dispersal and the rewiring of spatial networks. *Trends Ecol. Evol.* 33, 958–970.
- Choquette, J.D., Litzgus, J.D., Gui, J.X.Y. & Pitcher, T.E. (2023). A systematic review of snake translocations to identify potential tactics for reducing postrelease effects. *Conserv. Biol.* 37, e14016.

- Dodd Jr, C. K., & Seigel, R. A. (1991). Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work?. *Herpetologica*, 336-350.
- Germano JM and Bishop PJ. 2009. Suitability of amphibians and reptiles for translocation. *Conserv Biol* 23: 7–15.
- Germano, J.M., Field, K.J., Griffiths, R.A., Clulow, S., Foster, J., Harding, G. & Swaisgood, R.R. (2015). Mitigation-driven translocations: are we moving wildlife in the right direction? *Front. Ecol. Environ.* 13, 100–105.
- Griffith B, Scott JM, Carpenter JW, and Reed C. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 477–80.
- IUCN/SSC (International Union for Conservation of Nature/Species Survival Commission). 2013. Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN/SSC.
- Kyek M, Maletzky A, and Achleitner S. 2007. Large scale translocation and habitat compensation of amphibian and reptile populations in the course of the redevelopment of a waste disposal site. *Z Feldherpetologie* 14: 175–90.
- Lambert, S. (2016). Habitat suitability assessment of potential sites for the re-introduction of *Vipera berus* (European Adder) within the county of Nottinghamshire. M.Sc. thesis. Nottingham Trent University, Nottingham.
- Platenberg RJ and Griffiths RA. 1999. Translocation of slowworms (*Anguis fragilis*) as a mitigation strategy: a case study from south-east England. *Biol Conserv* 90: 125–32.
- Weeks, A.R., Sgro, C.M., Young, A.G., Frankham, R., Mitchell, N.J., Miller, K.A., Byrne, M., Coates, D.J., Eldridge, M.D.B., Sunnucks, P., Breed, M.F., James, E.A. & Hoffmann, A.A. (2011). Assessing the benefits and risks of translocations in changing environments: a genetic perspective. *Evol. Appl.* 4, 709–725.
- Williams CE. 2011. From Shell Haven to Wiltshire – notes on the UK’s biggest mass reptile translocation. *ARG Today* 9: 2–4.
- Worthington-Hill. (2016). Reintroduction of the adder *Vipera berus* to Nottinghamshire: a feasibility study. People’s Trust for Endangered Species

Batrachochytrium

- Basanta, M. Delia, Velasco, J. A. and González-Salazar, C. 2023. Data for: Epidemiological landscape of *Batrachochytrium dendrobatidis* and its impact on amphibian diversity at global scale. – Dryad Digital Repository, <https://doi.org/10.5061/dryad.83bk3j9zv>.
- Blaustein, A. R., Urbina, J., Snyder, P. W., Reynolds, E., Dang, T., Hoverman, J. T., Han, B., Olson, D., Searle, C. and Hambalek, N. M. 2018. Effects of emerging infectious diseases on amphibians: a review of experimental studies. – *Diversity* 10: 81.
- Carvalho, T., Becker, C. G. and Toledo, L. F. 2017. Historical amphibian declines and extinctions in Brazil linked to chytridiomycosis. – *Proc. R. Soc. B* 284: 20162254.
- Daszak, P., Cunningham, A. A. and Hyatt, A. D. 2003. Infectious disease and amphibian population declines. – *Divers. Distrib.* 9: 141–150.
- Greenberg, D.A., Palen, W.J., 2019. A deadly amphibian disease goes global. *Science* 363, 1386–1388. <https://doi.org/10.1126/science.aax0002>.
- Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K. E., Mitchell, C. E., Myers, S. S., Bogich, T. and Ostfeld, R. S. 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. – *Nature* 468: 647–652.
- La Marca, E., Lips, K. R., Lötters, S., Puschendorf, R., Ibáñez, R., Rueda-Almonacid, J. V., Schulte, R., Marty, C., Castro, F., Manzanilla-Puppo, J. M., García-Pérez, J. E., Bolaños, F., Chaves, G., Pounds, J. A., Toral, E. and Young, B. E. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in Neotropical harlequin frogs (*Bufonidae*: *Atelopus*) 1. *Biotropica*. – *Biotropica* 37: 190–201.

- Lambert, M. R., Womack, M. C., Byrne, A. Q., Hernández-Gómez, O., Noss, C. F., Rothstein, A. P., Blackburn, D. C., Collins, J. P., Crump, M. L., Koo, M. S., Nanjappa, P., Rollins-Smith, L., Vredenburg, V. T. and Rosenblum, E. B. 2020. Comment on “Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity”. – *Science* 367: eaay1838.
- Lips, K. R., Brem, F., Brenes, R., Reeve, J. D., Alford, R. A., Voyles, J., Carey, C., Livo, L., Pessier, A. P. and Collins, J. P. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. – *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 103: 3165–3170.
- 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. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, 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., L’otters, S., Wombwell, E., Garner, T.W.J., Cunningham, A.A., Spitzen-van der Sluijs, A., Salvadio, S., Ducatelle, R., Nishikawa, K., Nguyen, T.T., Kolby, J.E., van Bocxlaer, I., Bossuyt, F., Pasmans, F., 2014. Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. *Science* 346, 630–631. <https://doi.org/10.1126/science.1258268>.
- McCallum, H. 2008. Landscape structure, disturbance, and disease dynamics. *Infectious disease ecology: effects of ecosystems on disease and of disease on ecosystems*, vol. 100. – Princeton Univ. Press, p. 122.
- O’Hanlon, S. J. et al. 2018. Recent Asian origin of chytrid fungi causing global amphibian declines. – *Science* 360: 621–627.
- Olson, D. H., Aanensen, D. M., Ronnenberg, K. L., Powell, C. I., Walker, S. F., Bielby, J., Garner, T. W. J., Weaver, G., Bd Mapping Group and Fisher, M. C. 2013. Mapping the global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the amphibian chytrid fungus. – *PLoS One* 8: e56802.
- Reeder, N. M., Pessier, A. P. and Vredenburg, V. T. 2012. A reservoir species for the emerging amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* thrives in a landscape decimated by disease. – *PLoS One* 7: e33567.
- Scheele, B. C. et al. 2019. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. – *Science* 363: 1459–1463.
- Schulz, V., Schulz, A., Klamke, M., Preissler, K., Sabino-Pinto, J., Müsken, M., Schlüpmann, M., Heldt, L., Kamprad, F., Enss, J., Schweinsberg, M., Virgo, J., Rau, H., Veith, M., L’otters, S., Wagner, N., Steinfartz, S., Vences, M., 2020. *Batrachochytrium salamandrivorans* in the ruhr district, Germany: history, distribution, decline dynamics and disease symptoms of the salamander plague. *Salamandra* 56, 189–214.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L. and Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. – *Science* 306: 1783–1786.
- Skerratt, L. F., Berger, L., Speare, R., Cashins, S., McDonald, K. R., Phillott, A. D., Hines, H. B. and Kenyon, N. 2007. Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs. – *EcoHealth* 4: 125–134.

Ophidiomyces

- Blanvillain, G., Lorch, J.M., Joudrier, N., Bury, S., Cuenot, T., Franzen, M., Martínez-Freiría, F., Guiller, G., Halpern, B., Kolanek, A., Kurek, K., Lourdais, O., Michon, A., Musilová, R., Schweiger, S., Szulc, B., Ursenbacher, S., Zinenko, O., Hoyt, J.R. (2022). Hotspots for snake fungal disease across Europe are maintained by host and pathogen identity. *BioRxiv* 11.
- Burbrink, F.T., Lorch, J.M., Lips, K.R. (2017). Host susceptibility to snake fungal disease is highly dispersed across phylogenetic and functional trait space. *Science Advances* 3(12), 1-9.
- Davy, C.M., Shirose, L., Campbell, D., Dillon, R., McKenzie, C., Nemeth, N., Braithwaite, T., Hugh, C., Degazio, T., Dobbie, T., Egan, S., Fotherby, H., Litzgus, J.D., Manorome, P., Marks, S., Paterson, J.E., Sigler, L., Slavic, D., Slavik, E., Urquhart, J., Jardine, C. (2021). Revisiting ophidiomycosis (snake fungal disease) after a decade of targeted research. *Frontiers in Veterinary Science* 8, 1-10.

- Di Nicola, M.R., Coppari, L., Notomista, T., Marini, D. (2022). *Ophidiomyces ophidiicola* detection and infection: a global review on a potential threat to the world's snake populations. *European Journal of Wildlife Research* 68(5), 64.
- Dubey, S., Pellaud, S., Gindro, K., Schuerch, J., Golay, J., Gloor, R., Ghali, K., Dubey, O. (2022). Fungal infection in free-ranging snakes caused by opportunistic species. *Emerging Animal Species* 3, 100001.
- Franklinos, L.H., Lorch, J.M., Bohuski, E., Rodriguez-Ramos Fernandez, J., Wright, O.N., Fitzpatrick, L., Petrovan, S., Durrant, C., Linton, C., Baláz, B., Cunningham, A.A., Lawson, B. (2017). Emerging fungal pathogen *Ophidiomyces ophidiicola* in wild European snakes. *Scientific Reports* 7(1), 1-7.84 *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 2024, 93
- Joudrier, N., Blanvillain, G., Meier, G., Hoyt, J., Chèvre, M., Dubey, S. Origgi, F.C., Ursenbacher, S. (2024). Unravelling the disease ecology of snake fungal disease: high genetic variability and ecological features of *Ophidiomyces ophidiicola* in Switzerland. *Amphibia-Reptilia* 45(1), 85-98.
- Ladner, J.T., Palmer, J.M., Ettinger, C.L., Stajich, J.E., Farrell, T.M., Glorioso, B.M., Lawson, B., Price, S.J., Stengele, A.G., Grear, D.A., Lorch, J. M. (2022). The population genetics of the causative agent of snake fungal disease indicate recent introductions to the USA. *PLoS Biology* 20(6), 1-24.
- Lorch, J. M., Knowles, S., Lankton, J. S., Michell, K., Edwards, J. L., Kapfer, J. M., Staffen, R.A., Wild, E.R., Schmidt, K. Z., Ballman, A.E., Blodget, D., Farrell, T.M., Glorioso, B.M., Last, L.A., Price, S.J., Schuler, K.L., Smith, C.E., Wellehan, J.F.X. Blehert, D.S. (2016). Snake fungal disease: an emerging threat to wild snakes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 371(1709), 201504.
- Marini, D., Di Nicola, M.R., Crocchianti, V., Notomista, T., Iversen, D., Coppari, L., Di Criscio, M., Brouard, V., Dorne, J.C.M., Rüegg, J., Marenzoni, M.L. (2023). Pilot survey reveals ophidiomycosis in dice snakes *Natrix tessellata* from Lake Garda, Italy. *Veterinary Research Communications*, 1-13.
- McKenzie, J.M., Price, S.J., Connette, G.M., Bonner, S.J., Lorch, J. M. (2021). Effects of snake fungal disease on short-term survival, behavior, and movement in free-ranging snakes. *Ecological Applications* 31(2), e02251.
- Meier, G., Notomista, T., Marini, D., Ferri, V. (2018). First case of snake fungal disease affecting a free-ranging *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) in Ticino Canton, Switzerland. *Herpetology Notes* 11, 885-891.
- Příbyl, M., Kabelka, R., Hanzlík, P. M., Mikulíček, P., Folk, N., Piaček, V., Pikula, J., Baláz, V. (2023). *Ophidiomyces ophidiicola* in free-ranging and captive snakes in the Czech and Slovak Republics. *Journal of Vertebrate Biology* 72, 23050-1.
- Takami, Y., Une, Y., Mitsui, I., Hemmi, C., Takaki, Y., Hosoya, T., Nam, K. O. (2020). First report of emergingsnake-fungal disease caused by *Ophidiomyces ophidiicola* from Asia in imported captive snakes in Japan. *BioRxiv*, 2020-09.
- Stark, T., Beukema, W., Gilbert, M.J., Goversse, E., Spitzen-van der Sluijs, A., Struijk, R.P.J.H., Verbrugghe, E., Pasmans, F., Martel A., (2024). Detection of *Ophidiomyces ophidiicola* in wild barred grass snakes (*Natrix helvetica*) in the Netherlands. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, Original article 79
- Schüler, L., Lenz, S., Mittenzwei, F., Gletscher, I., Müller, E., Heckers, K., Marschang, R. E. (2024). Ophidiomycosis in wild dice snakes (*Natrix tessellata*) in Germany. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 34 (1), 11–15.