

VERKEHRSREGELUNG FÜR AMPHIBIEN

SVENJA HIRT,
SONIA ANGELONE,
STEPHAN BRENNEISEN

Unsere Landschaft ist von Strassen zerschnitten. Für den Menschen von Nutzen, sind sie für viele Tiere eine tödliche Falle. Insbesondere Amphibien fallen dem Verkehr regelmässig zum Opfer, wenn sie im Frühjahr zu den Laichgewässern wandern. In Zürich Hirslanden bereitete Grün Stadt Zürich dem Amphibiensterben ein Ende. Seit 2012 führt ein Amphibienleitsystem die dort lebenden Tiere sicher unter der Strasse durch. Eine statistische Auswertung der Langzeitdaten zeigt eine signifikante Verbesserung der Situation. Allerdings gibt es starke Unterschiede in der Bestandesentwicklung der einzelnen Arten.

Der Degenriedweiher ist ein regional bedeutendes Laichgewässer für Bergmolch, Erdkröte und Grasfrosch. Er liegt im Stadtwald von Zürich Hirslanden. In unmittelbarer Nähe gibt es eine Gastwirtschaft, die

mit dem Auto erreichbar ist. Die Zufahrtstrasse schneidet die Landlebensräume der Amphibien vom Weiher ab. Im Frühjahr, wenn die Temperaturen nachts auf über 5°C steigen, machen sich die Tiere abends auf den Weg zum angestammten Weiher. Sie können zu Hunderten unterwegs sein und queren dabei die Zufahrtstrasse zur Gastwirtschaft. Obwohl diese abends nur mässig befahren wird, kam es regelmässig zu zahlreichen Amphibienverlusten.

Grün Stadt Zürich (GSZ) führt an dieser Amphibienzugstelle seit 2005 jährliche Schutzmassnahmen und Datenerhebungen zum Amphibienbestand durch. Anfangs stellten Freiwillige während der Laichzeit temporäre Zäune auf, entlang denen sie die Tiere einsammelten und über die Strasse trugen. Dieses Unterfangen wurde aufwändiger, als die Weihersanierung im Jahr 2006 für einen steten Anstieg der Amphibienbestände sorgte. Somit wurden die nötigen Vorbereitungen für den Bau eines Amphibienleitsystems getroffen, das 2012 erstellt worden ist. Die Wirksamkeit dieser

Massnahme prüfte GSZ in mehreren Erfolgskontrollen. Diese Daten sind im Rahmen einer studentischen Arbeit statistisch ausgewertet worden.

Wie funktionieren Amphibienleitsysteme?

Amphibienleitsysteme setzen sich aus unter der Strasse verlaufenden Tunnels mit Leitelementen zusammen, welche die Amphibien gezielt zu den Tunnels führen. Sie sind eine verbreitete Schutzmassnahme und langfristig wirksam, sofern sie sorgfältig geplant, gebaut und unterhalten werden (Schmidt et al., 2017). Mit einem durchdachten Leitsystem lässt sich der Aufwand für die Überwachung von Amphibienzugstellen massiv minimieren. Bei der Planung sind die Normen des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) einzuhalten und die Merkblätter der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch) zu berücksichtigen. An der Zugstelle im Degenried war aus mehreren Erhebungen bekannt, wie sich die wandernden Amphibien im Raum bewegen und wo sie gehäuft die

DES RÈGLES DE LA CIRCULATION POUR LES AMPHIBIENS

SVENJA HIRT,
SONIA ANGELONE,
STEPHAN BRENNEISEN

Nos paysages sont morcelés par les routes. Utiles pour l'homme, elles sont mortelles pour de nombreuses espèces, en particulier pour les amphibiens qui paient un lourd tribut chaque printemps, lors de la migration vers leurs lieux de ponte. Le service des forêts, parcs et jardins de la Ville de Zurich a mis un terme à l'hécatombe dans les hauts de la ville. Depuis 2012, un système de franchissement y aide les amphibiens à passer de l'autre côté de la route en toute sécurité. Une évaluation statistique des données à long terme confirme une amélioration significative de la situation. L'évolution des effectifs présente toutefois de grandes différences selon les espèces.

L'étang de Degenried est un site de reproduction d'importance régionale pour le triton alpestre, le crapaud commun et la grenouille rousse. Situé dans la forêt domaniale de Zurich Hirslanden, il est proche d'un restaurant accessible en voiture. La route d'accès sépare l'étang des habitats terrestres des amphibiens. Au printemps, lorsque les températures nocturnes passent au-dessus de 5° C, les animaux entament chaque soir leur transhumance jusqu'à leur étang natal. Par centaines, ils traversent la route d'accès au restaurant. Bien que celle-ci ne soit pas très fréquentée en soirée, on déplorait chaque jour de nombreuses victimes.

Depuis 2005, chaque printemps, le service des forêts, parcs et jardins de la Ville de Zurich, Grün Stadt Zürich (GSZ), met en place des mesures de protection et effectue un recensement sur ce corridor de migration des amphibiens. Au début, des volontaires dressaient des barrières temporaires pendant la période de reproduction afin de regrouper les amphibiens et de les transporter de l'autre côté de la route. Cette méthode a commencé à devenir de plus en plus pénible à partir de 2006: l'étang a été assaini et les populations d'amphibiens ont

commencé à croître régulièrement. Il a alors été décidé de créer un système de franchissement permanent pour les amphibiens et celui-ci a pu être mis en service en 2012. GSZ a mesuré l'efficacité de cet ouvrage lors de plusieurs contrôles des résultats et les données ont été analysées statistiquement dans le cadre d'un travail académique.

Comment fonctionnent les systèmes de franchissement pour les amphibiens?

Un système de franchissement pour les amphibiens se compose de petits tunnels construits sous la route et d'éléments de guidage qui conduisent les animaux vers les tunnels. Ce type de mesure de protection est assez répandu et se révèle durablement efficace, pour autant que l'ouvrage soit soigneusement planifié, construit et entretenu (Schmidt et al., 2017). Si l'ouvrage est bien conçu, cela permet de réduire massivement la surveillance des corridors de migration. Lors de la planification, il convient de s'appuyer sur les normes de l'Association suisse des professionnels de

Strasse queren. Basierend auf dieser Grundlage ist das Leitsystem aufgebaut (Abb. 1): Auf der Strassenseite der Gastwirtschaft steht ein langes Element, das die Amphibien im Wald abfängt und zu den Tunnels führt. Ein kürzeres Element findet sich weitherseitig und dient dem Schutz der Rückwanderer. An drei Stellen sind insgesamt vier Tunnels eingebaut. Zwei liegen beidseits eines Bachdurchlasses. Bei den Tunnels handelt es sich bewusst um Durchgänge mit Gitterrostabdeckung (Abb. 2).

Der Lichteinfall hilft den Amphibien bei der Orientierung.

Monitoring und Erfolgskontrollen

Idealerweise erfolgen nach der Installation von Leitsystemen mehrere Erfolgskontrollen, um die Schutzwirkung zu überprüfen. In der Praxis fehlen diese leider oft und die Wirkung lässt sich vielerorts nur eingeschränkt einschätzen. Funktionieren Leitsysteme optimal, schützen sie die adulten Amphibien sowohl bei der Frühjahrswanderung zum Gewässer, als auch bei der Rückwanderung in die Landlebensräume

ausbreiten. Auch die juvenilen Amphibien nutzen bestenfalls das Leitsystem, wenn sie das Gewässer verlassen und den Landlebensraum aufsuchen.

Rückwanderungen von adulten und juvenilen Amphibien finden sporadisch und zu individuellen Zeitpunkten statt. Die Erhebung der Rückwanderung ist daher ein methodisch aufwändiges Unterfangen und wird in der Praxis selten durchgeführt. Erfolgskontrollen finden meist während der Frühjahrswanderung statt, wenn die Amphibien zeitgleich und in Massen wandern. Dabei kommen zwei verschiedene Messgrößen in Frage. Eine Methode ist die Erfassung der Durchlaufquote. Sie sagt aus, wie viele der wandernden Amphibien das Leitsystem tatsächlich nutzen. Liegt sie über 75 %, ist das Leitsystem schutzwirksam

Abb. 1: Übersichtsplan über die Zugstelle Degenried, das Amphibienleitsystem und die Einteilung in Zählsektoren (S. Hirt, swisstopo, 2021).

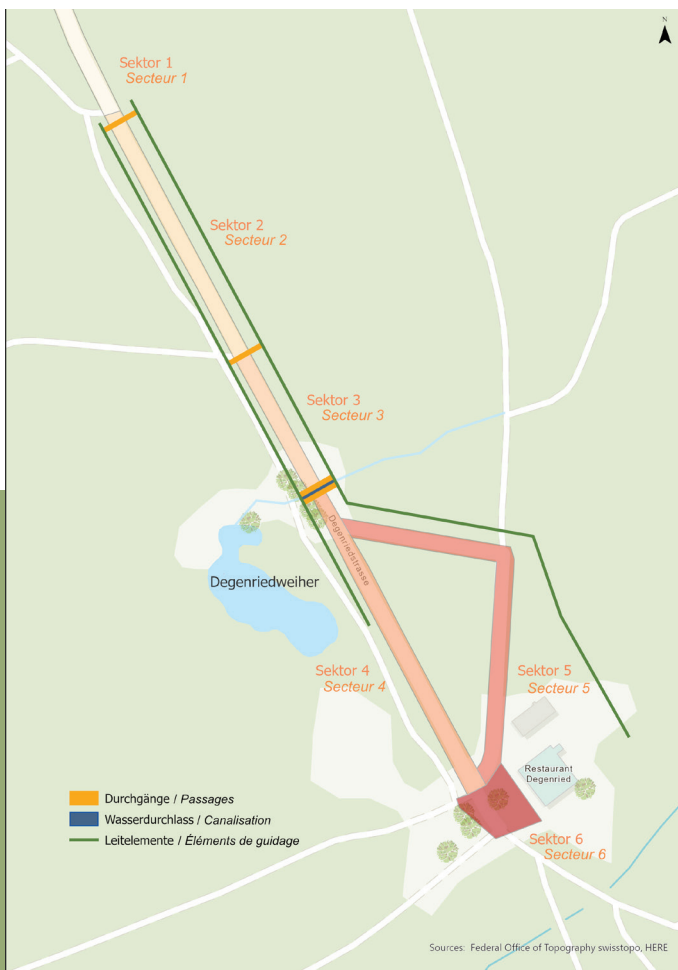


Fig. 1: Plan général du site de Degenried avec les corridors de migration, le système de franchissement et les différents secteurs de comptage (S. Hirt, swisstopo, 2021).

la route et des transports (VSS) et les éléments du Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (karch). Sur le site de Degenried, on savait déjà, grâce aux recensements effectués par le passé, comment les amphibiens se comportaient lors de leur migration et quels endroits ils privilégiaient pour traverser la route. C'est sur la base de ces informations que le système de franchissement a été conçu (fig. 1): du côté du restaurant, un long élément capte les amphibiens

tunnels ont été installés en trois points, dont deux se trouvent de part et d'autre d'un ruisseau canalisé. Pour les tunnels, le choix s'est porté sur des canalisations recouverte d'un caillebotis (fig. 2), car la lumière pénétrante aide les amphibiens à s'orienter.

Suivi et contrôle des résultats

Idéalement, il conviendrait d'effectuer plusieurs contrôles des résultats après l'installation d'un système de franchissement,

Abb. 2: Durchgänge des Leitsystems bei der Zugstelle Degenried beidseits des Bachdurchlasses mit den seitlich verlaufenden Leitelementen (Foto: Grün Stadt Zürich).



Fig. 2: Les franchissements de part et d'autre de la canalisation du ruisseau et les éléments de guidage de chaque côté (photo: Grün Stadt Zürich).

venant de la forêt et les dévie vers les tunnels. Un plus petit élément installé du côté de l'étang a pour but de protéger les individus sur le chemin du retour. Quatre

afin de s'assurer de son effet protecteur. Malheureusement, cet aspect est souvent délaissé et l'efficacité du dispositif ne peut alors être évaluée que de manière restreinte. Si le système de franchissement fonctionne de manière optimale, il permet de protéger les individus adultes tant lors de la migration printanière vers l'étang que lors de la migration de retour vers leurs habitats terrestres, après la période de reproduction. Mais il protège aussi efficacement les juvéniles lorsqu'ils quittent l'étang natal pour partir à la découverte de leur habitat terrestre.

La migration de retour des amphibiens adultes et des juvéniles est sporadique et individuelle, ce qui pose des problèmes méthodologiques pour la réalisation d'un recensement. C'est la raison pour laquelle on ne le fait que rarement. Les contrôles des résultats s'effectuent donc

(Geise et al., 2008). Hierbei müssen allerdings sämtliche Tiere aus allen Richtungen erfasst werden und nicht nur entlang der Strasse. Als weitere Methode eignet sich die Überwachung der Bestandesgrößen. Dabei werden die Amphibien während der Frühjahrswanderung entlang der Strasse gezählt. Nehmen die Bestände zu, kann von einem funktionierenden Leitsystem ausgegangen werden.

GSZ führt bereits seit 2005 regelmässig Erhebungen zum Bestand der wandernden Amphibien entlang der Degenriedstrasse durch. Nach der Fertigstellung des Leitsystems im Sommer 2012 kamen fünf Erfolgskontrollen hinzu: Vier von 2013 bis 2016, die fünfte im Jahr 2020. Während allen Erhebungen wurden die wandernden Amphibien abendlich erfasst und wieder frei gelassen. Dies geschah vor

dem Bau des Leitsystems entlang bestimmter Sektoren auf der Strasse und danach an jedem Durchgang. Hier waren jeweils Bretter befestigt, um die Tiere abzufangen und das Zählen zu erleichtern. Für jedes Tier erfassten die Freiwilligen, wo und wann sie es auffanden, ob es lebend oder tot war und welcher Art es angehörte. Anhand der Langzeitdaten wurde für jede Amphibienart untersucht, ob die Bestände seit dem Bau des Leitsystems zugenommen haben, ob Unterschiede in den Todesraten erkennbar waren und welche Entwicklungstendenzen sich dabei abzeich-

nen. Dies ermöglichte eine systematische Beurteilung der Schutzwirkung des Leitsystems im Degenried.

Ein weitgehender Erfolg

Die Resultate der Auswertung über die Jahre 2005 bis 2020 sind erfreulich. Seit dem Bau des Leitsystems im Jahr 2012 stieg die Gesamtanzahl aller gezählten Amphibien signifikant an und die Tendenz ist steigend (Abb. 3). Zugleich sank der Anteil tot aufgefundener Amphibien im Schnitt von 10 auf 3 %. Auch hier ist die Tendenz sinkend (Abb. 4). Artsspezifisch erlebten die Grasfrösche

Abb. 3: Übersicht über die Anzahl wandernder Amphibien nach Art und pro Jahr (S. Hirt, 2020).

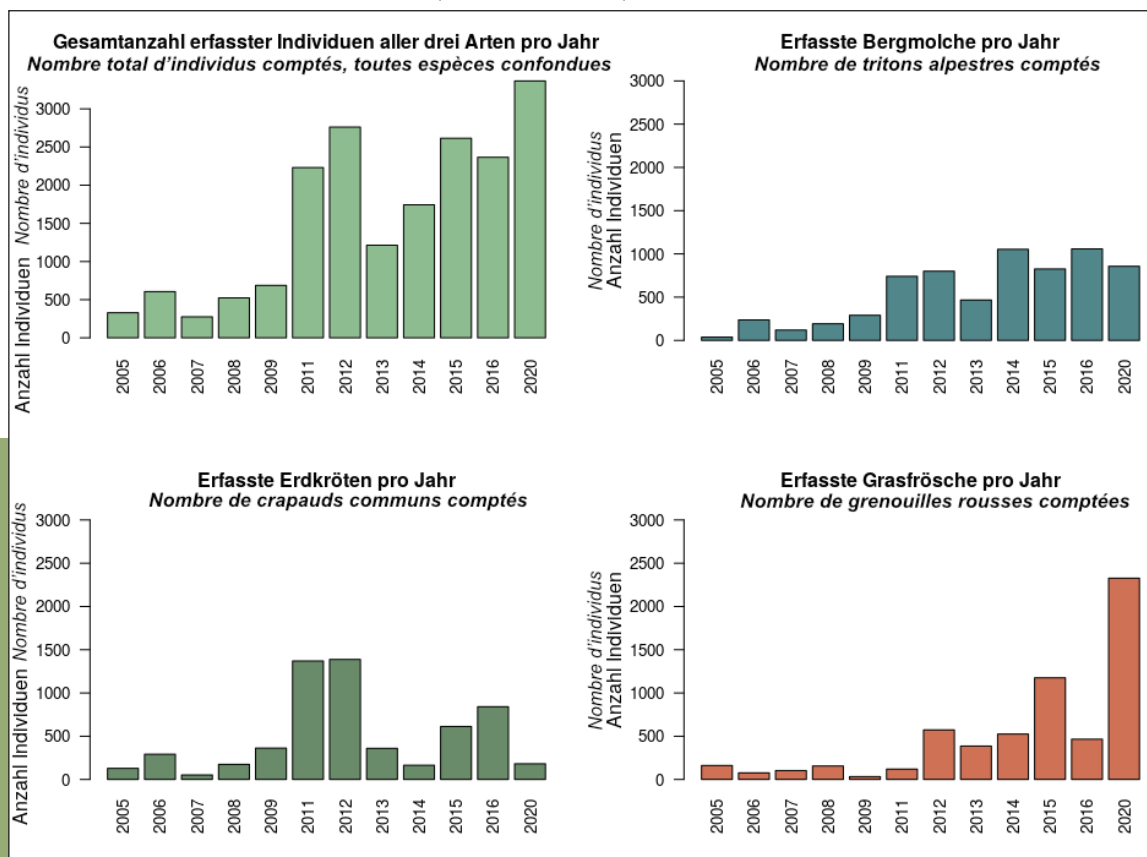


Fig. 3: Évolution annuelle du nombre d'individus migrateurs par espèce (S. Hirt, 2020).

généralement lors de la migration du printemps, lorsque les amphibiens migrent simultanément en masse. On peut alors appliquer deux méthodes de recensement.

La première consiste à enregistrer le taux de passage, qui indique com-

bien d'individus en migration utilisent réellement le système de franchissement. Si ce taux est supérieur à 75 %, on considère que le dispositif protège efficacement les populations (Geise et al., 2008). Cela nécessite toutefois le comptage de tous les individus se déplaçant dans toutes les directions, et pas seulement le long de la route. Une autre méthode consiste à surveiller l'évolution des effectifs. Il s'agit de compter les amphibiens le long de la route lors de la migration du printemps. Si les effectifs augmentent, on peut considérer que le système de franchissement fonctionne.

GSZ effectue régulièrement, depuis 2005, des recensements des effectifs d'amphibiens le long de la route de Degenried pendant la migration. Cinq contrôles des résultats ont encore été menés depuis l'été 2012, après la construction de l'ouvrage: quatre de 2013 à 2016, et le cinquième en 2020. Lors de chaque recensement, les amphibiens en migration ont été capturés le soir puis relâchés. Avant la construction du système de franchissement, les comptages se faisaient le long de certains secteurs de la route. Par la suite, ils ont été effectués aux quatre points de passage où l'on fixe des planches pour retenir les ani-

maux et faciliter ainsi le comptage. Pour chaque individu capturé, les bénévoles notent le lieu et l'heure de la capture, l'espèce et l'état (mort ou vivant). Les informations recueillies ont été comparées avec les séries de données à long terme afin de déterminer, pour chaque espèce d'amphibien, si les effectifs avaient augmenté depuis la réalisation du système de franchissement, si les taux de mortalité présentaient des différences et quelles tendances se dessinaient. Cela a permis la réalisation d'une analyse systématique de l'effet protecteur du système de franchissement de Degenried.

den deutlichsten Zuwachs seit dem Bau des Leitsystems. Im Jahr 2020 wurden 2327 Grasfrösche gezählt – so viele wie nie zuvor. Auch der Bergmolchbestand wies einen signifikanten Zuwachs auf. Bei den Erdkröten hingegen liess sich kein solcher Anstieg verzeichnen.

Im Jahr 2013 erlebten alle drei Arten einen Bestandsrückgang, von dem sich die Grasfrösche und Bergmolche gut erholten, jedoch nicht die Erdkröten. Seither konnten nie mehr so viele Erdkröten gezählt werden wie davor. Nach der Erfolgskontrolle 2016 schienen sich die Erdkröten zwar zu erho-

len, 2020 waren ihre Zahlen jedoch wieder fast so tief wie 2014. Dies, obwohl die Todesraten aller Arten signifikant zurückgingen.

Was geschah mit den Erdkröten?

Die Erdkröten scheinen seit dem Bau des Leitsystems Mühe zu haben, ihren Bestand im Degenried zu halten. Es besteht jedoch kein dringender Verdacht, dass der Rückgang mit dem Leitsystem zusammenhängt. Amphibienpopulationen sind dynamisch und unterliegen Schwankungen, die durch eine Vielzahl von Faktoren hervorgerufen werden (Schmidt et al., 2017).

Grund für den starken Rückgang der gezählten Erdkröten im Jahr 2013 könnte ein später Temperatursturz unter den Gefrierpunkt mitten in der Wanderperiode gewesen sein. Die Vermutung liegt nahe, dass die Tiere erfroren sind. Es wanderten etwa 1000 Erdkröten weniger als im Vorjahr, was zu einer deutlich verringerten Fortpflanzung geführt haben dürfte. Wegen der alarmierenden Zahlen der Erdkröten wurden die Erfolgskontrollen jährlich weitergeführt, bis sie sich 2015 wieder zu erholen schienen. Die tiefen Zahlen im Jahr 2020 veranlassen jedoch erneut zur Sorge um

den langfristigen Bestand im Degenried.

Ein Grund dafür könnte erneut die ungünstige Witterung im Frühjahr 2020 sein. Mit trockenen und teilweise kalten Bedingungen Ende März ist es gut möglich, dass die Erdkröten diesmal die Wanderung und

ont diminué de manière significative pour toutes les espèces.

Qu'est-il arrivé au crapaud commun?

La population de crapauds communs semble avoir de la peine à se maintenir à Degenried depuis la construction du système de franchissement.

Abb. 4: Übersicht über die Todesraten der wandernden Amphibien nach Art und pro Jahr (Svenja Hirt, 2020).

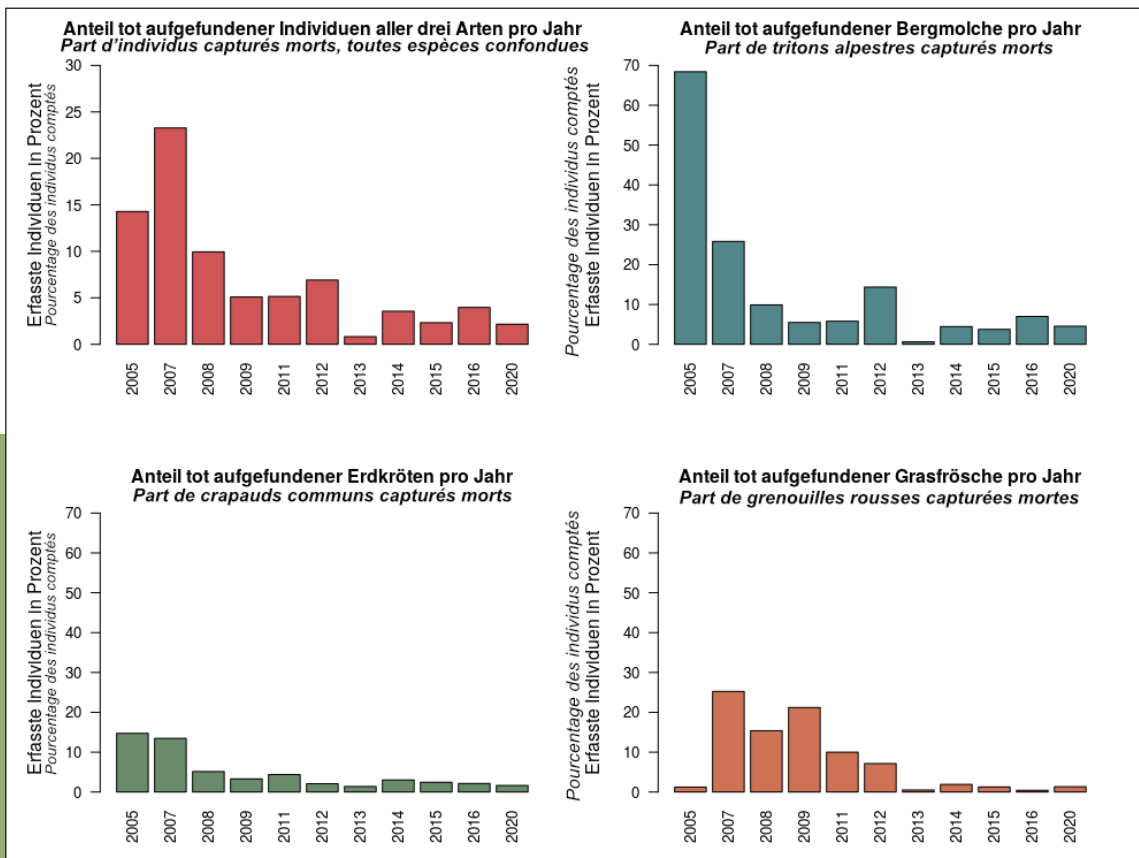


Fig. 4: Évolution annuelle du taux de mortalité des individus migrateurs par espèce (S. Hirt, 2020).

Un succès (presque) incontestable

Les résultats des analyses réalisées sur les années 2005 à 2020 sont réjouissants. Depuis la construction de l'ouvrage de franchissement, en 2012, le nombre total des amphibiens comptés a augmenté de manière significative et la tendance est positive (fig. 3). De plus, le nombre d'individus capturés morts est tombé à 3 % contre 10 % auparavant. Ici aussi, la tendance est positive (fig. 4). Au niveau des espèces, la grenouille rousse est celle qui a connu la plus forte croissance depuis la réalisation du système de franchissement, avec 2327 individus comptés en 2020. C'est

le chiffre le plus élevé de tous les temps. L'augmentation de la population de tritons alpestres est aussi significative. En revanche, il n'y a pas eu d'augmentation pour le crapaud commun.

En 2013, les trois espèces ont subi une forte perte d'effectifs dont la grenouille rousse et le triton alpestre se sont bien relevés, mais pas le crapaud commun et l'on n'a depuis plus compté autant d'individus que par le passé. Après le contrôle des résultats de 2016, il semblait que la population avait repris le dessus, mais les chiffres de 2020 ont été à nouveau aussi bas qu'en 2014, et ce malgré le fait que les taux de mortalité

chissement. Rien ne permet toutefois d'établir un lien entre ce recul et le nouvel ouvrage. Les populations d'amphibiens sont dynamiques et connaissent des fluctuations dues à une multitude de facteurs (Schmidt et al., 2017). La cause de la chute du nombre de crapauds communs comptés en 2013 pourrait être un gel tardif, pendant la migration. L'explication la plus plausible est que les animaux ont gelé. Cette année-là, on a compté 1000 individus de moins que l'année précédente pendant la migration, ce qui a eu un effet certain sur la reproduction. En raison des chiffres alarmants concernant le crapaud commun, les contrôles de

Fortpflanzung nicht in Angriff nehmen. Denkbar wäre auch eine eingeschränkte Fortpflanzung zwischen 2017 und 2019, welche zu einer Bestandesverkleinerung geführt haben könnte. Daneben ist es vorstellbar, dass die adulten und juvenilen Erdkröten das Leitsystem auf der Rückwanderung ungenügend annehmen. Die frisch entwickelten Jungtiere sind anspruchsvoller, was die Bedingungen von Amphibientunnels angeht. Für die Bestandsstabilität ist zentral, dass eine ausreichende Anzahl an juvenilen Amphibien die Ausbreitung in den Landlebensraum überlebt.

Fazit und Empfehlungen

Die steigenden Grasfrosch- und Bergmolchbestände sowie die klar geringeren Todesraten zeigen, dass das Leitsystem im Degenried gut funktioniert. Die instabilen Erdkrötenzahlen sind jedoch beunruhigend. Dass der Rückgang mit dem Leitsystem im Zusammenhang steht, ist unwahrscheinlich: Die adulten Erdkröten nutzen das Leitsystem und ihre Todesrate sank deutlich. Basierend auf der aktuellen Datenlage ist die Ursache der Schwankungen nicht abschliessend geklärt. Die Erfas-

sung der Durchlaufquote der Erdkröten könnte weiteren Aufschluss geben. Falls über 75 % das Leitsystem annehmen und der Bestand dennoch gering bleibt, müsste eine Überprüfung der Rückwanderung der adulten und juvenilen Erdkröten erfolgen. Es wird empfohlen, der Problematik mit geeigneten Methoden im Rahmen weiterführender Untersuchungen nachzugehen. Dabei sollten auch die zunehmenden Hitzeperioden als Ursache in Betracht gezogen werden.

Dank

Wir danken den zahlreichen Freiwilligen für ihre tatkräftige Unterstützung und dem Verein Naturnetz für die Koordination der Einsätze.

Kontakt

Stephan Brenneisen
Svenja Hirt
ZHAW Life Sciences und Facility Management,
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Grüntalstrasse 14, 8820 Wädenswil
Tel.: 058 934 59 29
E-Mail: stephan.brenneisen@zhaw.ch,
svenja.hirt@students.zhaw.ch

Sonja Angelone
Stadt Zürich, Grün Stadt Zürich
Fachbereich Naturschutz
Beatenplatz 2, 8001 Zürich
Tel.: 044 412 27 68
E-Mail: sonia.angelone@zuerich.ch

Literatur

- Geise, V. U., Zurmöhle, H.-J., Borgula, A., Geiger, A., Gruber, H.-J., Krone, A., Kyek, M., Laufer, H., Lüneburg, H., Podlucky, R., Schneeweiss, N., Schweimanns, M., Smole-Wiener, K., & Zumbach, S. (2008). Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibien- Durchlassanlagen an Straßen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 40, 248–256.
- Schmidt, B. R., Brenneisen, S., & Zumbach, S. (2017). Funktionieren Amphibientunnel? *Feldherpetologisches Magazin*, 2017(8), 35–38.

résultats ont été maintenus annuellement jusqu'à ce que l'on constate une reprise, en 2015. Les chiffres de 2020 soulèvent toutefois de nouvelles inquiétudes sur la survie de la population de Degenried. La cause possible de cette rechute pourrait à nouveau être la météo capricieuse du printemps 2020. La sécheresse et les basses températures enregistrées à fin mars pourraient bien avoir eu pour conséquence que, cette fois-ci, les crapauds communs n'ont pas migré et ne se sont pas reproduits. Une autre explication serait que la reproduction a été limitée entre 2017 et 2019, ce qui pourrait avoir conduit à un recul des effectifs. Il est également possible que les crapauds communs, tant adultes que juvéniles, n'aient pas suffisamment utilisé le système de franchissement pour la migration de retour. Les jeunes individus sont plus exigeants en ce qui concerne les tunnels à amphibiens et, pour garantir la stabilité de la population, il est essentiel qu'un nombre suffisant de juvéniles survive lors de la dispersion dans les habitats terrestres.

Conclusions et recommandations

La croissance des effectifs de grenouilles rousses et de tritons alpestres ainsi que la

chute des taux de mortalité prouvent que le système de franchissement de Degenried fonctionne.

L'instabilité de la population de crapauds communs est toutefois inquiétante. Un lien entre le recul des effectifs et le nouveau système de franchissement paraît improbable puisque des individus adultes utilisent l'ouvrage et que leur mortalité a singulièrement baissé. La cause des fluctuations ne peut donc être élucidée sur la base des données disponibles. L'étude du taux de passage des crapauds communs pourrait livrer de nouvelles informations. Si plus de 75 % des individus utilisent les tunnels et que les effectifs restent quand même faibles, il conviendrait d'étudier la migration de retour des individus adultes et des juvéniles. Nous recommandons d'étudier cette problématique en appliquant une méthodologie adéquate. Il convient notamment d'envisager les vagues de chaleur de plus en plus fréquentes comme une cause possible du recul de cette population.

Remerciements

Nous remercions tous les bénévoles pour leur soutien et l'association Naturnetz pour la coordination des interventions.

Renseignements

Stephan Brenneisen
Svenja Hirt
ZHAW, Institut de l'environnement et des ressources naturelles, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil
tél.: 058 934 59 29
courriel: stephan.brenneisen@zhaw.ch,
svenja.hirt@students.zhaw.ch

Sonja Angelone
Stadt Zürich, Grün Stadt Zürich
Fachbereich Naturschutz
Beatenplatz 2, 8001 Zurich
tél.: 044 412 27 68
courriel: sonia.angelone@zuerich.ch

Bibliographie

- Geise, V. U., Zurmöhle, H.-J., Borgula, A., Geiger, A., Gruber, H.-J., Krone, A., Kyek, M., Laufer, H., Lüneburg, H., Podlucky, R., Schneeweiss, N., Schweimanns, M., Smole-Wiener, K., & Zumbach, S. (2008). Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibien- Durchlassanlagen an Straßen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 40, 248–256.
- Schmidt, B. R., Brenneisen, S., & Zumbach, S. (2017). Funktionieren Amphibientunnel? *Feldherpetologisches Magazin*, 2017(8), 35–38.