



MARS 2018 / ÉDITION 1/18

MÄRZ 2018 / AUSGABE 1/18

NATURE

NATUR

IN

PAYSAGE

LANDSCHAFT

SIDE

K B N L
CDPNP
CDPNP
CIPNC



Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz
Conférence des délégués à la protection de la nature et du paysage
Conferenza dei delegati della protezione della natura e del paesaggio
Conferenza dals incumbensats per la protecziun da la natira e da la cuntrada

NEUES TOOL FÜR ERFOLGSKONTROLLEN - AMPHIBIEN

PROGRAMM ZUM WIEDERERKENNEN VON INDIVIDUEN MIT PUNKTMUSTERN

BARBARA SCHLUP, CHRISTOPH BÜHLER,
CHRISTIAN STICKELBERGER, RAPHAEL
WALKER

Das Wanderverhalten und die Raumnutzung vieler Tiere lassen sich nur dann im Detail studieren, wenn die Individuen im Gelände eindeutig erkannt werden. Individuelle Farbmuster auf dem Körper eignen sich für Methoden, die ohne Sender oder künstliche Markierungen auskommen. Fehlt aber ein starker Farbkontrast im natürlichen Muster, wird das Unterscheiden von Auge mühsam und selbst die computergestützte Analyse mit bisherigen Programmen stösst an ihre Grenzen. Eine Projektsituation mit über tausend Fotos umgesiedelter Geburtshelferkröten gab Anlass zur Entwicklung eines neues open-source-Programms zur Analyse von individuellen Punktmustern. Dieses lässt sich für weitere Arten mit Punktmustern anwenden und für andere Muster weiterentwickeln.

Was tun mit 1300 Fotos?

Weil ihr ursprünglicher Lebensraum in einer Tongrube bei Hägendorf (SO) zerstört wurde, musste der ansässige Bestand der Geburtshelferkröte in benachbarte Ersatzlebensräume umgesiedelt werden. Jedes der während zwei Jahren eingesammelten Tiere wurde bei dieser Gelegenheit registriert und fotografiert. Dies sollte es ermöglichen, später eingefangene Tiere wieder zu erkennen. Bei der Geburtshelferkröte ist dies anhand der eigenen Anordnung der grossen Hautwarzen auf dem Rücken jedes Tieres möglich. Mit über 1300 aufgegriffenen Tieren war der Erfolg der Umsiedlungsaktion allerdings viel grösser als erwartet. Der Aufwand für einen Vergleich der Fotos allein von Auge war damit aber nicht mehr zu bewältigen. Auch Molekulargenetische Untersuchungen von Gewebeproben der Tiere hätten nur bedingt, d.h. unter der Voraussetzung, dass die Marker ausreichend polymorph sind, eine methodische Alternative geboten. Sie

sind in vielen Fällen zudem aufwändiger und teurer als eine fotogestützte Identifikation.

Spezialfall Punktmuster

Für die automatische Mustererkennung bei Tieren stehen im Internet diverse Werkzeuge bereit. Während aber für das leuchtend gelb-schwarze Fleckenmuster einer Gelbbauchunke oder eines Kammolchs passende Lösungen erprobt sind, fehlen solche für die Analyse unauffälliger Punktmuster. Zumindest ergab ein Versuch eines automatisierten Vergleichs mit einer bestehenden Software nur unbefriedigende Ergebnisse. Andere Programme erwiesen sich als zu spezialisiert, zu kompliziert oder stellten zu grosse Ansprüche an die Bildqualität der Fotos. Im Gegensatz zum menschlichen Auge sind Programme zur Bilderkennung meist nicht in der Lage, den Einfluss unterschiedlicher Aufnahmewinkel, Lichtverhältnisse, Hautfeuchtigkeit oder Körperhaltung der Tiere von der tatsäch-

NOUVEL OUTIL POUR LE SUIVI DES BATRACIENS

UN LOGICIEL DE RECONNAISSANCE DES INDIVIDUS À MOTIFS À POINTS

BARBARA SCHLUP, CHRISTOPH BÜHLER,
CHRISTIAN STICKELBERGER, RAPHAEL
WALKER

Le comportement migratoire de nombreux animaux et la manière dont ils utilisent l'espace ne peuvent être étudiés en détail que si les individus sont clairement identifiables sur le terrain. Les motifs et coloris corporels peuvent être utilisés comme méthode ne nécessitant ni émetteur ni marquage artificiel. Lorsque le contraste des couleurs naturelles est trop faible, l'œil humain peine à différencier les individus, et même les programmes actuels d'analyse d'image atteignent leurs limites. L'existence de plus de mille photos prises à l'occasion d'un projet de déplacement de crapauds accoucheurs a permis de développer un nouveau logiciel libre pour l'analyse de motifs à points individuels. Ce programme pourra être utilisé pour d'autres espèces à motifs à

points et pourra être adapté pour d'autres types de motifs.

Que faire avec 1300 photos?

Suite à la destruction de leur habitat original, dans une marais près de Hägendorf (SO), une population de crapauds accoucheurs a dû être déplacée dans des biotopes de remplacement situés à proximité. Tous les spécimens capturés sur une période de deux ans ont été enregistrés et photographiés afin de pouvoir identifier ceux qui seraient recapturés ultérieurement. Chez le crapaud accoucheur, les individus sont identifiables à la répartition spécifique des grosses pustules sur le dos. Le déplacement de la population ayant pris une ampleur inattendue, avec plus de 1300 animaux recensés, il n'était plus envisageable de comparer les photos uniquement à l'œil nu. Même la génétique moléculaire n'aurait été efficace pour analyser les échantillons de tissus qu'à la condition que les marqueurs soient suffi-

samment polymorphes. En outre, ce type d'analyses est en général plus complexe à réaliser et plus coûteuse qu'une identification à partir de photos.

Le cas des motifs à points

Divers outils sont disponibles sur Internet pour la reconnaissance automatique des motifs des animaux. Toutefois, si des solutions adéquates ont été testées pour le motif à taches jaunes et noires, très contrasté, du sonneur à ventre jaune ou du triton crêté, il n'y en a pas pour l'analyse de motifs à points plus discrets. Un essai de comparaison automatique avec un logiciel existant n'a du moins pas donné de résultats satisfaisants. D'autres programmes sont apparus trop spécialisés, trop complexes ou trop exigeants en ce qui concerne la qualité des photos. Contrairement à l'œil humain, les programmes de reconnaissance d'images ne sont généralement pas en mesure de faire la distinction entre les variations

lichen Variation der relevanten Körpermuster zu trennen.

Neue Lösung entwickelt

Angetrieben durch die besonders wertvollen Daten aus Hägendorf ist es mit dem Software-Entwickler Raphael Walker gelungen, ein einfaches computergestütztes Programm für den Vergleich von Punktmustern beliebiger Herkunft zu entwickeln. Dabei wurden wir finanziell vom Bundesamt für Umwelt und fachlich durch Benedikt Schmidt (info fauna karch) unterstützt. Die automatisierte Vergleichsmethode basiert auf der Idee, dass die Positionen auffälliger Punkte auf dem Körper der Tiere als Koordinaten direkt im Programm erfasst werden. Auf die Geburtshelferkröte angewendet wird also anstatt der komplexen Fotos mit tausenden

von Pixeln nur noch die relative, mit Punktkoordinaten definierte Anordnung der Hautwarzen miteinander verglichen. Legt man die Punktmuster von zwei Tieren übereinander, so werden sie sich decken, sofern es sich zweimal um dasselbe Tier handelt. Für jeden Paarvergleich der «Koordinaten-Muster» zweier Tiere wird also eine Art Ähnlichkeitsindex berechnet. Je höher der Index, desto eher liegt ein Wiederfang desselben Tiers vor. Der Entscheid, ob es wirklich ein Wiederfang ist, muss nach wie vor von Auge gefällt werden. Der Computer hilft mit, die Fälle mit grösster Wahrscheinlichkeit auszusortieren – und verringert damit die Arbeitszeit drastisch.

Entstanden ist ein benutzerfreundliches Werkzeug, das bereits mit unbearbeiteten Fotos funktioniert. Alle Arbeitsschrit-

te vom Importieren der Fotos, über Bildbearbeitung, Erfassen der Warzenmuster, Berechnen der Paarvergleiche, Qualitätskontrolle bis zum Export der Resultate sind mit demselben Programm durchführbar. Das Programm wird auf einem Server installiert und kann über einen Browser geöffnet werden. Dadurch kann es von verschiedenen Nutzern gemeinsam verwendet werden. Darin implementiert ist eine Datenbank, welche Daten wie Fotos, Koordinaten der Warzen etc. enthält. Das Programm ist für Interessierte öffentlich zugänglich (www.karch.ch) und dank ungeschütztem Quellcode auch durch Dritte erweiterbar (open source). Minimale Voraussetzung für die Anwendung sind Fotos mit demselben Ausschnitt, auf welchen die Punktmuster erkennbar sind. Die Trefferquote, dass ein



Abbildung 1: Bei der Geburtshelferkröte ist es möglich Individuen anhand der Anordnung der grossen Hautwarzen auf dem Rücken zu unterscheiden (Foto: Ch. Stickelberger).

Figure 1: Les différents individus de l'espèce du crapaud accoucheur peuvent être identifiés grâce à la répartition des grosses pustules sur leur dos (photo: Ch. Stickelberger).

réelles des motifs et l'influence de l'angle de prise de vue, de l'humidité de la peau ou de la position de l'animal.

Une nouvelle solution

Motivés par les données particulièrement précieuses du projet de Hägendorf, nous avons élaboré, avec le développeur informatique Raphael Walker, un logiciel simple permettant de comparer des motifs à points de toutes provenances. Nous avons bénéficié du soutien financier de l'Office fédéral de l'environnement et des connaissances scientifiques de Benedikt Schmidt (info fauna karch). La méthode de comparaison automatisée repose sur le principe d'une identification directe, sous forme de coordonnées, de la position des points repérables sur le corps des animaux. Pour le crapaud accoucheur, on ne compare donc plus des pho-

tos complexes avec des milliers de pixels, mais uniquement la répartition relative des pustules, définie sous forme de coordonnées. Si l'on superpose les motifs de deux animaux, les points se chevauchent lorsqu'il s'agit du même individu. Un indice de ressemblance est donc calculé pour chaque comparaison des «modèles de coordonnées» de deux animaux. Plus cet indice est élevé, plus on peut s'attendre à ce qu'un même individu a été capturé deux fois. Comme auparavant, c'est l'œil humain qui doit décider si c'est bien le cas. L'ordinateur permet de sélectionner les cas pour lesquels la probabilité est la plus élevée, ce qui réduit considérablement le temps de travail.

C'est un outil simple qui a été créé, fonctionnant même avec des photos non retouchées. Toutes les étapes de travail peuvent être réalisées avec le même pro-

gramme, de l'importation des photos à l'exportation des résultats, en passant par le traitement des images, la saisie du motif de pustules, le calcul des comparaisons et le contrôle de la qualité. Le logiciel est installé sur un serveur informatique et s'ouvre dans un navigateur web. Il peut donc être utilisé dans le cadre d'une collaboration entre plusieurs utilisateurs. Il comprend également une banque de données rassemblant notamment les photos et les coordonnées des pustules. Il est accessible à toutes les personnes intéressées (www.karch.ch) et peut être modifié par des tiers grâce à l'accès au code source (logiciel libre). Pour pouvoir l'utiliser, il faut simplement disposer de photos de même cadrage, sur lesquelles les motifs à points sont reconnaissables. Le taux de repérage d'un animal identique sur deux photos augmente

zweites Foto als übereinstimmendes Tier erkannt wird, steigt mit der Qualität der Feldfotos. Wir empfehlen deshalb beim Fotografieren das Benutzen einer hellen Unterlage als Hintergrund, eine starke, gleichmässige Beleuchtung und ein Stativ für die Kamera, damit stets derselbe Ausschnitt aus demselben Winkel aufgenommen wird. Im Übrigen sei hier darauf hingewiesen, dass es für den Fang von geschützten Wirbeltieren eine Bewilli-

gung der Behörden braucht; bei wissenschaftlichen Projekten auch eine Tierversuchsbewilligung.

Anwendung in der Erfolgskontrolle und in der lokalen Überwachung

Beim Umsiedlungsprojekt in Hägendorf liess sich dank dem neuen Programm die Anzahl der Geburtshelferkröten ermitteln, die nach dem Aussetzen im Ersatzlebensraum an den Ort ihrer Herkunft

zurückkehrten. Diese Angaben sind aus folgenden Gründen sehr wichtig:

1. Korrekte Schätzung der Populationsgrösse: Der tatsächliche Bestand im ursprünglichen Lebensraum sowie die effektive, unverfälschte Zahl der verfrachteten Tiere sind entscheidende Grössen für die zukünftige Erfolgskontrolle.

Abbildung 2: Die Positionen auffälliger Warzenpunkte können im Programm direkt als Koordinaten erfasst werden (gelbe Punkte auf Fotos). Das Programm legt die Punktmuster von zwei Tieren übereinander (Grafik rechts) und berechnet eine Übereinstimmung. In gezeigten Beispiel überlappen sich viele Warzen exakt oder zumindest in einem definierten Überlappungsradius (als fett dargestellte blaue und rote Punkte). Die visuelle Kontrolle bestätigt, dass es sich um identische Individuen handelt. Interessanterweise wurde das am 9.7.2015 in den Ersatzlebensraum umgesiedelte Männchen mit Eischnüren (Foto oben, rote Punkte) bereits nach 2 Wochen mit frischen Eiern wieder im ursprünglichen Lebensraum gefangen (Foto unten, blaue Punkte).

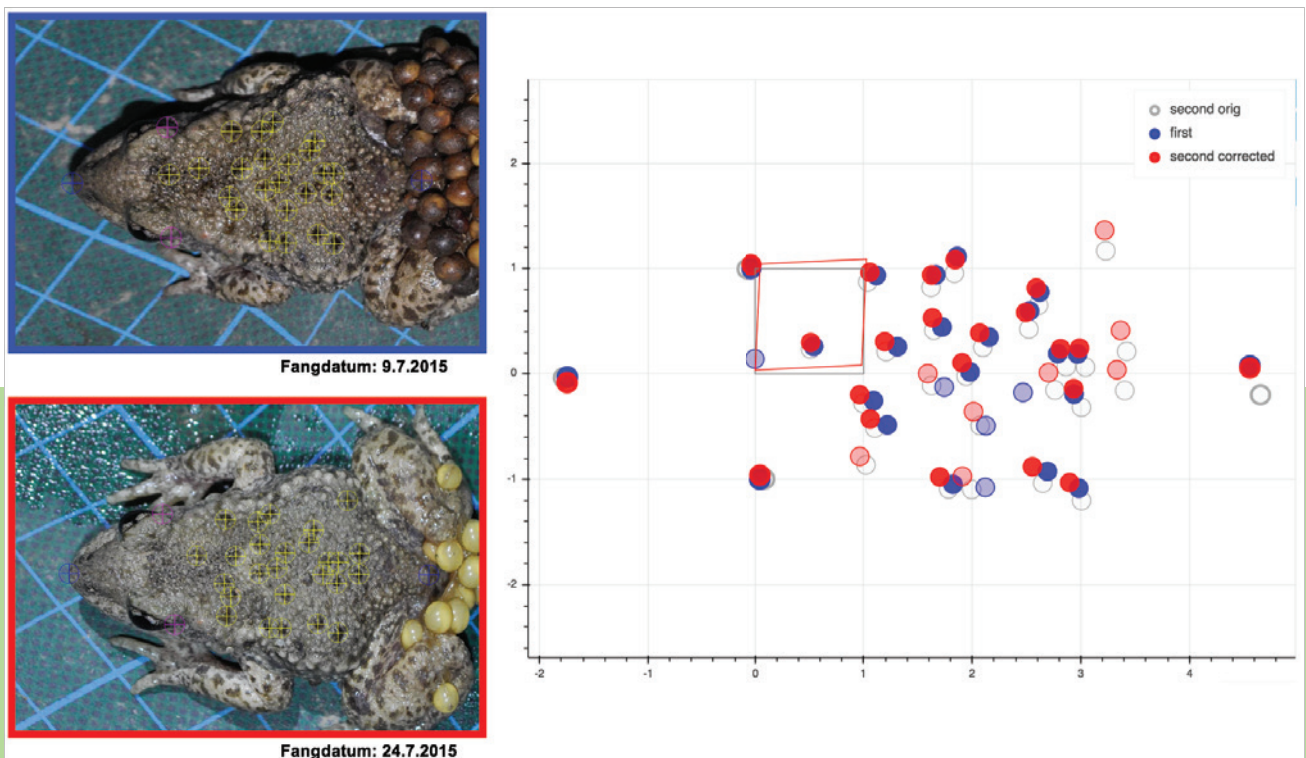


Figure 2: Le programme permet d'identifier directement, sous forme de coordonnées, la position des pustules repérables (points jaunes sur les photos). Il superpose ensuite les motifs de deux animaux (graphique de droite) et vérifie s'ils concordent. Dans l'exemple présenté, de nombreuses pustules se chevauchent exactement ou du moins dans un rayon défini (points foncés bleus et rouges). Le contrôle visuel confirme qu'il s'agit du même individu. Il est intéressant de noter que ce mâle, qui portait un chapelet d'œufs (photo supérieure, points rouges), a été déposé le 9 juillet 2015 dans le nouvel habitat avant d'être capturé une nouvelle fois deux semaines plus tard, dans son habitat originel, avec de nouveaux œufs (photo inférieure, points bleus).

avec la qualité des images. Nous conseillons donc de prendre les photos sur un fond clair, avec un éclairage puissant et régulier, et de fixer l'appareil photo sur un trépied pour avoir toujours le même cadrage et le même angle. Rappelons en outre qu'il faut disposer d'une autorisation des autorités pour pouvoir capturer des animaux vertébrés protégés, ainsi que d'une autorisation d'expériences sur des animaux s'il s'agit d'un projet scientifique.

Utilisation dans le cadre du suivi et de la surveillance locale

Le nouveau programme a permis, dans le cadre du projet de Hägendorf, de savoir combien de crapauds accoucheurs retournaient à leur habitat originel après avoir été déplacés dans un biotope de remplacement. Ces indications sont capitales pour les raisons suivantes:

1. Estimation correcte de la taille de la population: la population réelle dans l'habitat originel et le nombre effectif, non faussé, d'animaux déplacés sont des valeurs décisives pour le suivi ultérieur.
2. Connaissance de l'utilisation de l'espace: le logiciel a permis de repérer des animaux qui ont été capturés une, deux, voire trois fois. Le temps écoulé entre le moment où les animaux étaient relâchés et leur retour était

2. Erkenntnisse zum Raumverhalten: Dank dem Programm wurden Individuen erkannt, die ein-, zwei- oder sogar dreimal wiedergefangen wurden. Auch die Zeitdauer, die zwischen dem Aussetzen der Tiere und der Rückkehr verstrich, war zum Teil überraschend kurz. Die Mobilität der Geburtshelferkröte dürfte bisher unterschätzt worden sein.
3. Lehren für ein zukünftiges Projekt: Für die zurückgewanderten Tiere waren die eigens installierten Absperungen am Ersatzstandort offenbar kein wirksames Hindernis. Dadurch steht fest, dass bei zukünftigen Umsiedlungen der Zauntyp, die Zaunführung oder die Wartung des Zauns verbessert werden muss.

Die Erfolgskontrolle bei Umsiedlungen ist nur ein Beispiel für den möglichen Einsatz des neuen Werkzeugs. Das Wiedererkennen von sich frei bewegenden Tieren ist überall dort gefragt, wo mit Fang-Wiederfang Bestandesgrößen oder die Raumnutzung der Tiere (wie z.B. Vernetzungsachsen) bestimmt werden sollen. Erforschen ökologischer Grundlagen sowie Monitoring und Erfolgskontrolle gehören deshalb zu sinnvollen Anwendungsbereichen.

Für die Anwendung in Frage kommen alle Tierarten, bei denen die Anordnung punktförmiger Merkmale individuell ausgeprägt ist. Für die einheimische Fauna trifft dies beispielweise auch für Kreuzkröten und Teichmolche zu. Für Kreuzkröten soll die Tauglichkeit des Programms demnächst getestet werden. Nach Bedarf lässt sich das Werkzeug in Zukunft auch für andere Mustertypen weiterentwickeln.

Kontakt

BARBARA SCHLUP,
Hintermann & Weber AG,
schlup@hintermannweber.ch, 031 310 13 03

RAPHAEL WALKER,
SOFTWARE ENTWICKLER,
raphael.walker@busino.ch, 079 482 02 10

parfois étonnamment court. Jusqu'à présent, la mobilité des crapauds accoucheurs a probablement été sous-estimée.

3. Leçons à tirer pour l'avenir: pour les animaux qui sont retournés dans leur habitat originel, les barrages installés sur le biotope de remplacement n'ont manifestement pas été suffisamment efficaces. Il apparaît donc que, pour les prochains projets de déplacement, il faudra améliorer le type, la méthode de pose ou l'entretien des clôtures.

vidus se distinguent par des motifs à points. Mentionnons par exemple, pour la faune indigène, le crapaud calamite et le triton lobé. La pertinence du logiciel pour le crapaud calamite doit être testée prochainement. Si nécessaire, cet outil pourrait aussi être adapté pour d'autres types de motifs.

Interlocuteurs

BARBARA SCHLUP,
Hintermann & Weber AG,
schlup@hintermannweber.ch, 031 310 13 03

RAPHAEL WALKER,
DÉVELOPPEUR INFORMATIQUE,
raphael.walker@busino.ch, 079 482 02 10

Le suivi des projets de déplacement n'est qu'un exemple des possibilités d'utilisation du nouvel outil. L'identification d'animaux circulant librement est nécessaire chaque fois qu'il faut définir, au moyen de prises ou de reprises, la taille d'une population ou l'utilisation de l'espace par des animaux (p. ex. axes de liaison). Le nouveau logiciel se prête donc bien à l'étude des bases écologiques ainsi qu'au monitoring et au suivi des populations. Le programme peut être utilisé pour toutes les espèces animales dont les indi-