



Projektbericht

Habitatspezifische Fischotterkartierung:

*Maximale Effizienz durch gezielten Einsatz von Freiwilligen,
Experten und Artenspürhunden*

Denise Karp

Jelena Mausbach

Irene Weinberger



Impressum

Zitiervorschlag

Karp Denise, Mausbach Jelena & Weinberger Irene. Habitatspezifische Fischotterkartierung: Maximale Effizienz durch gezielten Einsatz von Experten, Freiwilligen und Artenspürhunden. Projektbericht, Stiftung Pro Lutra & Artenspürhunde Schweiz, 2022. 33 Seiten

© Stiftung Pro Lutra, Artenspürhunde Schweiz

Dieser Bericht darf ohne schriftliche Zusage der Stiftung Pro Lutra und Artenspürhunde Schweiz weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden.

Bezugsquelle

Dieser Bericht kann als pdf-Datei bezogen werden:
info@prolutra.ch oder info@artenspuehunde.ch

Stiftung Pro Lutra
Wasserwerkstrasse 2
3011 Bern
info@prolutra.ch
www.prolutra.ch
+41 31 328 33 53

Artenspürhunde Schweiz
Fährweg 45
4600 Olten
info@artenspuehunde.ch
www.artenspuehunde.ch
+41 79 734 16 88

Inhalt

Zusammenfassung	3
Glossar	5
1 Ausgangslage	7
2 Material und Methoden	11
2.1 Zeitraum und Ort	11
2.2 Kartiertypen	11
2.3 Ökomorphologie	11
2.4 Begehung der Standorte	12
2.5 Datenaufnahme	14
2.6 Datenanalyse	14
2.6.1 Funddaten	15
2.6.2 Auffindewahrscheinlichkeit der einzelnen Losungen nach Kartiertyp, Suchmethode und Ökomorphologie	15
2.6.3 Generelle Identifizierung von besetzten Standorten und Brücken	15
2.6.3.1 Besetzte Standorte	16
2.6.3.2 Einzelne besetzte Brücken	16
2.6.4 Distanzanalyse und Markierverhalten	17
3 Resultate	18
3.1 Allgemeine Resultate	18
3.2 Funddaten (einzelne Losung)	19
3.2.1 Auffindewahrscheinlichkeit nach Kartiertyp und Suchmethode	19
3.2.2 Der Einfluss der Ökomorphologie auf die Auffindewahrscheinlichkeit	19
3.3 Identifizierung von besetzten Standorten	20
3.4 Identifizierung von einzelnen besetzten Brücken	21
3.5 Distanzanalyse und Markierverhalten	22
3.6 Zeitlicher Aufwand für Kartiertypen	23
3.7 Aufwand für die Ausbildung der Kartiertypen	23
4 Diskussion	25
5 Umsetzung	29
DANKE!	31
Projekträgerchaft	31
Referenzen	32
Abbildungsverzeichnis	33
Appendix	34

Zusammenfassung

Der Fischotter kehrt seit einigen Jahren wieder in die Schweiz zurück und breitet sich hier langsam aus. Als heimlich lebende Art wird die Verbreitung über indirekte Spuren erfasst. Der Fischotter wird in Europa standardmässig mittels Begehungen von Gewässerabschnitten mit 600 m Länge in 5 x 5 km Quadraten kartiert, wo Brücken und Ufer auf Losung und Trittsiegel abgesucht werden, oder durch ausschliessliche Brückenbegehungen. Die Kartierungen werden durch Experten, Freiwillige oder seit neuem auch mit der Hilfe von professionell ausgebildeten Artenspürhunden durchgeführt.

Es ist jedoch nicht bekannt, wie sich diese Kartiertypen hinsichtlich der Auffindewahrscheinlichkeit von Losung in der Transekt- und Brückensuche unterscheiden und wie sich die Ökomorphologie eines Gewässers auf die Auffindewahrscheinlichkeit auswirkt. Diese Fragen dürften aber für zukünftige Fischotterkartierungen in der Schweiz wie auch in Europa relevant sein.

Wir untersuchten diese Fragestellungen durch Transekt- und Brückenbegehungen an Fliessgewässern, indem jeweils Freiwillige, Experten und Artenspürhunde 600 m Transekte, bestehend aus dem Uferbereich einer Gewässerseite und Brücken, sowie Brücken in Gehdistanz ausserhalb der Transekte absuchten. Die Auffindewahrscheinlichkeit wurde anschliessend für die einzelnen Funde und für das ganze Transekt unter Beachtung der Ökomorphologie am Fundort verglichen. Dabei erfassten wir auch die Distanz, in welcher Fischotter Losung absetzen.

Artenspürhunde fanden am meisten Losungen und identifizierten die meisten Transekte korrekt als besetzt. Die Auffindewahrscheinlichkeit von Freiwilligen und Experten unterschied sich nicht stark, war aber deutlich geringer als jene von Artenspürhunden. Alle Methoden hatten eine grössere Auffindewahrscheinlichkeit in naturnahen Gewässerabschnitten. Fischotter markierten bevorzugt und in kürzerem Abstand in naturnaher Umgebung. Beim Absuchen von Transekten sollte daher die Priorität auf naturnahe Abschnitte gelegt werden.

Eine alternative Möglichkeit besteht im Absuchen von Brücken, was schneller und weniger störungsintensiv ist. Alle Kartiertypen hatten unter Brücken eine höhere Wahrscheinlichkeit den Fischotter nachzuweisen als am Ufer. Wie viele geeignete Brücken notwendig sind, um die Präsenz des Fischotters ohne das Absuchen von Transekten feststellen zu können, ist noch unklar und benötigt weitere Untersuchungen.

Für zukünftige Kartierungen schlagen wir vor, dass unabhängig vom Kartiertyp, wenn möglich als erstes geeignete Brücken begangen werden sollten. Freiwillige und Experten können am besten für Kartierungen von geeigneten Brücken und naturnahen Uferbereichen eingesetzt werden. Solide von Fachpersonen überprüfte Artenspürhunde sind unabhängig von der Ökomorphologie an Uferbereichen und bei Brücken einsetzbar. Sie sind allerdings limitiert durch Anzahl und Kosten.

Mit dieser Arbeit legen wir die Grundlage für habitatspezifische Fischotterkartierungen. Die neugewonnenen Erkenntnisse zu den unterschiedlichen Auffindewahrscheinlichkeiten für Losungen von Freiwilligen, Experten und Artenspürhunden können sowohl für die Auswahl der Kartiertypen bei den Feldarbeiten wie auch für zukünftige Hochrechnungen von Fischottervorkommen in einem Gebiet genutzt werden. Als ausschlaggebend für den Erfolg einer Kartierung erachten wir fundierte und von Fachpersonen durchgeführte Ausbildungen für Freiwillige und Artenspürhunde.

Glossar

Standort	Ein Standort beinhaltet sowohl ein Transekt (siehe Transekt) wie auch die Brücken innerhalb und in Gehdistanz ausserhalb des Transekts.
Transekt	Ein Teil eines Standorts, der den abzusuchenden Abschnitt mit einer Länge von 600 m entlang einer Uferseite eines Gewässers, sowie den Bereich unter den Brücken auf beiden Uferseiten innerhalb des Transekts umfasst. Diese Suche entspricht der standardisierten Methode der IUCN Otter specialist group. Für den Vergleich von Brückenkartierung und der Transektmethode in unserer Studie wurde das Transekt in «Uferbereich» und «Brücke» unterteilt.
Brücke	Der abzusuchende Uferbereich unter Brücken auf beiden Uferseiten. Für den Vergleich zwischen Brücken- und Transektkartierung wurden die Brücken eines Transekts separat ausgewertet (siehe Transekt).
Uferbereich	Der Uferbereich umfasst das Transekt ohne Brücken. Mit dieser Definition wurde ein Vergleich der Auffindewahrscheinlichkeit zwischen Uferbereich und Brücken ermöglicht.
Kartiertypen	Bei den Kartiertypen handelt es sich um die verschiedenen Kartierenden: Freiwillige, Experten und Spürhundeteams.
Freiwillige	Alle bei dieser Studie involvierten Personen der Kategorie «Freiwillige» haben am Projekt «Otterspotter» im Winter 2017/18 und Winter 2019/20 in den Kantonen Bern und Solothurn teilgenommen (Weinberger et al. 2018; Weinberger & Läderach 2020). Sie alle haben im Rahmen des Projekts «Otterspotter» mindestens eine Fischotterlosung gefunden. Die Ausbildung zum Otterspotter umfasste einen ganztägigen Workshop. Ein beruflicher Hintergrund in Biologie ist für die Teilnahme als Otterspotter:in nicht nötig.

- Experten** Es wurden Personen ausgewählt, welche in den letzten zehn Jahren entweder an einer Forschungsstudie zum Fischotter mitgewirkt haben oder seit längerer Zeit dem Fischotter eigenständig auf der Spur sind.
- Artenspürhunde** Für eine Vergleichsstudie wurden in der Schweiz 2017 erstmals zwei Spürhundeteams für die Suche nach Fischotterlosung ausgebildet und eingesetzt (Karp et al. 2018). Für die vorliegende Studie wurden zwei weitere Spürhundeteams ausgebildet. Alle Spürhundeteams mussten einen doppelblinden Einsatztest bestehen. Hierbei werden sowohl die Fähigkeiten des Hundes wie auch des Hundeführers geprüft (für die Kriterien siehe Appendix 2). Der Einfachheit halber werden Spürhundeteams im Text Artenspürhunde genannt. Die Hundeführerinnen stammen aus unterschiedlichen Berufen.

1 Ausgangslage

Der Fischotter (*Lutra lutra*) steht in der Schweiz am Beginn einer natürlichen Wiederbesiedlung (Weinberger 2017; Angst & Weinberger 2020). Aus wissenschaftlichen und konfliktvorbeugenden Gründen ist die Dokumentation der Ausbreitung dieser geschützten Art von grosser Bedeutung.

Da Fischotter nur schwer direkt zu beobachten sind, wird ihre Anwesenheit meist durch indirekte Nachweise bestätigt. Die IUCN Otter specialist group empfiehlt eine standardisierte Methode, um den Fischotter nachzuweisen und die Ergebnisse international und über die Zeit hinweg vergleichen zu können (Reuther et al. 2000). Bei dieser sogenannten IUCN-Standardmethode wird die Untersuchungsfläche in 10 x 10 km - Quadrate eingeteilt, die wiederum jeweils in vier Quadrate à 5 x 5 km unterteilt werden. Pro 5 km² werden ein bis maximal zwei Transekte begangen. Ein Transekt besteht aus einem Gewässerabschnitt mit einer Länge von 600 Metern. Pro Kartierung wird einmalig eine Uferseite begangen und auf Losung und Trittsiegel untersucht (Reuther et al. 2000, siehe Glossar für die in dieser Studie benutzen Definitionen). Die Kartierungen erfolgen normalerweise im Winter, da in dieser Zeit die Markiertätigkeit von Fischottern gemäss vielen Studien am höchsten ist und die fehlende Vegetation die Sicht für die kartierende Person erleichtert (Reuther et al. 2000). Die Kartierungen werden meist von Experten durchgeführt, aber vielerorts auch von Freiwilligen (Reuther et al. 2000; Bailey & Rochford 2005; Weinberger et al. 2018). In letzter Zeit werden zudem speziell dafür ausgebildete Artenspürhunde eingesetzt, so auch in der Schweiz (Karp et al. 2018).

Der Hintergrund und der Kenntnisstand von Personen, die bei Kartierungen eingesetzt werden, sind unterschiedlich: Experten bringen neben langjähriger Erfahrung mit Kartierungen auch fundierte Kenntnisse zur Ökologie und dem Verhalten der Art mit. In Citizen Science Projekten nehmen Personen mit einer grossen Spannweite von Felderfahrungen und Fachwissen teil. Vorkenntnisse sind nicht nötig, sondern werden für die Kartierung gezielt vermittelt. Mit ihrer feinen Nase sind solide, von Fachpersonen ausgebildete Artenspürhunde sehr erfolgreich bei der Suche nach Losung und können auch in unwegsamem Gebiet eingesetzt werden (Chandler 2015; Karp et al. 2018; Sentilles et al. 2020; Grimm-Seyfarth et al. 2021). Hochqualifiziertes Personal, wie es Experten und Artenspürhunde sind, ist selten und teuer: Die Ausbildung von Artenspürhunden ist anspruchsvoll und der grosse Erfahrungsschatz von Experten wird über Jahre aufgebaut. Aufgrund der kleinen Anzahl Experten und Artenspürhunden sind hoch aufgelöste Fischotterkartierungen über

grosse Gebiete finanziell und zeitlich nicht durchführbar. In mehreren Ländern wird deshalb seit Jahren auf Freiwillige zurückgegriffen wie z.B. in Irland, Grossbritannien und Frankreich. So können grössere Flächen in der vorgegebenen Zeitspanne auf Fischotter untersucht werden. Freiwillige wirken dabei als wichtige Botschafter:innen für den Fischotter und dessen Lebensraum. Eine Herausforderung in Projekten mit Citizen Science liegt jedoch in der Qualität und Varianz der erhobenen Daten (Dickinson et al. 2010).

Eine Alternative zu kostspieligen und langwierigen Kartierungen durch ein kleines Team von hochgeschultem Personal könnte eine gemischte Methode aus Freiwilligen, Experten und Artenspürhunden bieten. Bis heute wurde jedoch noch keine solche Kartierung durchgeführt, die auf die spezifischen Fähigkeiten der jeweiligen Kartiertypen eingegangen ist. Im Jahr 2018 führten wir daher eine Pilotstudie durch, um den Einsatz von Artenspürhunden für Fischotternachweise zu testen (Karp et al. 2018).

Aufgrund der Erfahrungen in diesem Projekt vermuteten wir, dass die Beschaffenheit des Uferbereichs einen Einfluss auf die Auffindewahrscheinlichkeit von Losung haben könnte. Im Gegensatz zu abwechslungsreichen Bereichen mit markanten Markierplätzen für Fischotter oder den kleinräumigen Bereichen unter Brücken, könnten monotone Uferstrukturen wie beispielsweise Blocksteinwürfe aufgrund ihrer Gleichmässigkeit schwieriger für Menschen mit ihrer visuellen Suche zu kartieren sein. Ob Artenspürhunde mit ihrer olfaktorischen Suche von der Ökomorphologie beeinflusst werden, ist nicht bekannt.

Auch die Markieraktivität von Fischottern könnte von den Strukturen des Ufers, resp. vom Zustand des Gewässers abhängen. Romanowski et al. (1996) beobachtete, dass die Anzahl Fischotterlosungen an stark beeinträchtigten Gewässerabschnitten sehr gering war. Allerdings fehlen Studien, die Einblick in die Markiertätigkeit des Fischotters im Zusammenhang mit der Uferstrukturen geben.

In der Schweiz wurde der Zustand der Gewässerstruktur – die so genannte Ökomorphologie – mit einer einheitlichen Methode aufgenommen. Dabei wurden die Gewässerabschnitte in fünf Kategorien eingeteilt, die von einem natürlichen Zustand bis zu künstlicher Struktur reichen (Zeh Weissmann et al. 2009). Neben Parametern wie Variabilität der Breite und Tiefe des Gewässers ist auch die Beschaffenheit des Uferbereichs, inkl. Bewuchs, Material und Struktur, Teil der Klassifizierung. Es lassen sich daher aufgrund der ökomorphologischen Kategorien Rückschlüsse

auf die Natürlichkeit des Ufers machen. Mit dieser Grundlage ist es möglich, die Auffindewahrscheinlichkeit in unterschiedlichen ökomorphologischen Kategorien zu untersuchen und diese zwischen den verschiedenen «Kartiertypen» (Freiwillige, Experten und Artenspürhunde, siehe Glossar) zu vergleichen.

Fischotter markieren oft an typischen Stellen, die sich von der Umgebung abheben. Bevorzugte Markierplätze befinden sich unter anderem auf markanten Steinen und Baumstümpfen, die ins Wasser ragen, aber auch unter Brücken, die einen höhlenartigen Charakter und ein Bankett aufweisen (Reuther 1993). Da Brücken für Menschen meist einfach zugänglich sind und ebenso einfach zu untersuchen sind, wird das Fischottervorkommen in mehreren Gebieten Europas anstelle der standardisierten Transektmethode mit einer Kartierung von punktuellen Standorten, zumeist Brücken, ersetzt (Kranz & Poledník 2017; Schenekar et al. 2022). So auch in der Schweiz (Kranz & Poledník 2012; Weinberger 2017). Damit lässt sich im selben Zeitfenster ein grösseres Gebiet von einer gleichbleibenden Anzahl Personen untersuchen als bei der Transektmethode. Es ist jedoch weitgehend unbekannt, wie häufig Fischotterlosung im Uferbereich bzw. wie häufig unter Brücken gefunden wird. Dieses Kenntnis ist jedoch hilfreich, um Kartierungen effizient zu planen.

Fischotter setzen häufig Losung ab (Carss et al. 1998). In welcher Distanz einzelne Losungen abgesetzt werden und ob das Vorhandensein von geeigneten Brücken und die Ökomorphologie dabei eine Rolle spielen, ist bislang unbekannt. Diese Informationen können jedoch helfen, das Markierverhalten von Fischottern besser zu verstehen und dadurch Kartierungen präziser zu gestalten.

Das Ziel unserer Studie war es, die unterschiedlichen Ansätze, die sich in den letzten Jahrzehnten in der Fischotterkartierung entwickelten, zu untersuchen. Wir verglichen den Sucherfolg von Freiwilligen, Experten und Artenspürhunden im Uferbereich von Gewässerabschnitten mit unterschiedlicher ökomorphologischer Ausprägung. Auch verglichen wir den Sucherfolg der drei Kartiertypen im Uferbereich mit demjenigen unter Brücken. Mit diesen Ergebnissen ist es möglich, erste Einschätzungen zur Kartiereffizienz zwischen der IUCN-Standardmethode (Transektkartierung) und dem abgekürzten Verfahren (Brückenkartierung) zu machen. Ein Ergebnis unserer Studie ist ein Kartierschlüssel, welcher ein möglichst effizientes Fischottermonitoring in Bezug auf Aufwand, Kosten und

Ertrag ermöglichen soll (Appendix 1). Dieser Schlüssel soll helfen zu entscheiden, wann und wo welcher Kartiertyp eingesetzt und welche Methode (Transektkartierung vs. Brückenkartierung) angewandt werden kann.

2 Material & Methoden

2.1 Zeitraum und Ort

Die Feldarbeit wurde zwischen Mitte Dezember 2019 und Mitte März 2021 durchgeführt. Der Fokus der Studie lag auf Gebieten mit bekanntem Fischottervorkommen in und um Bern. Zusätzlich wurden Standorte mit mutmasslichen Beobachtungen von Fischottern aus den letzten Jahren einbezogen. Es wurden insgesamt 51 Standorte abgesucht (Abb. 1).

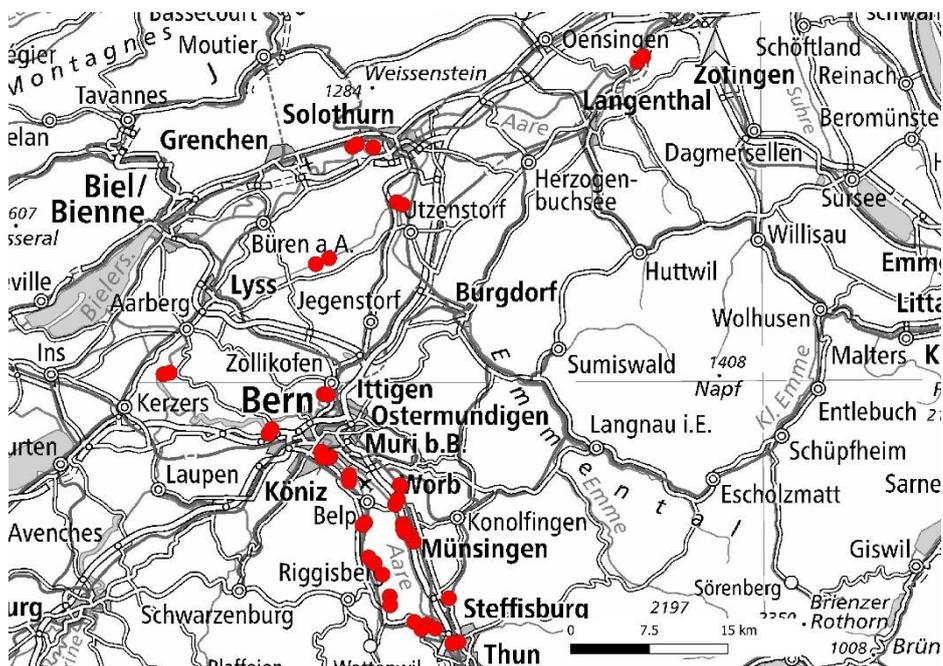


Abb. 1 Übersicht der 51 Standorte.

2.2 Kartiertypen

Bei den Kartiertypen handelt es sich um die verschiedenen Kartierenden: Freiwillige, Experten und Spürhundeteams. Insgesamt nahmen 4 Experten, 4 Artenspürhunde und 6 Freiwillige an der Studie teil. Die Definition der einzelnen Kartiertypen findet sich im Glossar. Weitere Ausführungen zur Ausbildung der Artenspürhunde finden sich im Appendix 2.

2.3 Ökomorphologie

Die Ökomorphologie der Schweizer Fließgewässer ist in fünf Kategorien eingeteilt (Zeh Weissmann et al. 2009). Damit wird die Natürlichkeit des

Gewässers beschrieben: *naturnah*, *leicht beeinträchtigt*, *stark beeinträchtigt*, *naturfremd* und *eingedolt* (Abb. 2). Die Kategorie *eingedolt* wurde für die vorliegende Studie nicht berücksichtigt. Die GIS-Daten zu den Ökomorphologie-Kategorien (Stufe F) wurden vom Bundesamt für Umwelt (www.bafu.admin.ch) bezogen.



Abb. 2 Gewässerabschnitte mit unterschiedlicher Ökomorphologie.

2.4 Begehung der Standorte

An jedem Standort wurde nach Möglichkeit ein Transekt von 600 m Länge auf einer Uferseite begangen. Bei der Auswahl der Transekte wurde darauf geachtet, dass alle ökomorphologische Kategorien über alle Standorte hinweg möglichst gleichmässig vorkamen (Tabelle 1). Die durchschnittliche Länge der Transekte betrug 607 m (min. 398 m, max. 713 m).

Tabelle 1 Länge der abgesuchten Abschnitte pro Ökomorphologie.

Naturnah	Wenig beeinträchtigt	Stark beeinträchtigt	Naturfremd
7 000 m	7 543 m	9 964 m	7 428 m

Um Aussagen zum Vergleich zwischen der Suche unter Brücken und entlang des Uferbereichs machen zu können, wurden zusätzlich so viele Brücken wie möglich in Gehdistanz vom Transekt an jedem Standort untersucht. Total wurden 138 Brücken begangen. 14 davon wurden zweimal an zwei unterschiedlichen Feldaufnahmetagen abgesucht.

Für jede Begehung wurde jeweils eine Sucheinheit mit je einer/einem Freiwilligen, einer Expertin/einem Experten und einem Artenspürhund gebildet. Die Zusammensetzung der Sucheinheit wurde pro Standort zufällig ausgewählt. Start- und Endpunkt der Transekte wurden über das Geoportal des Bundes (www.map.geo.admin.ch) vorbestimmt und im Feld deutlich mit einem farbigen Fähnchen markiert, damit alle Kartierenden denselben Abschnitt absuchten.

Jeder Standort wurde von einer Sucheinheit begangen, wobei die Kartierertypen nacheinander die Strecke am selben Tag absuchten. Wurde ein Standort zweimal begangen, fand die zweite Begehung an einem anderen Tag mit einer anderen Zusammensetzung der Kartierenden statt. Derselbe Gewässerabschnitt wurde nie zweimal durch die gleiche Person oder denselben Artenspürhund abgesucht. Die Reihenfolge der Begehung durch die Kartiertypen wurde vorab festgelegt, so dass eine gleichmässige Verteilung der Reihenfolge ermöglicht wurde. Die involvierten Personen und Artenspürhunde suchten zwischen 4 und 18 verschiedene Standorte ab.

Pro Standort wurden bis zu acht Brücken von einer Sucheinheit abgesucht. Dabei teilten die Kartierenden die Brücken in die Kategorien *geeignete* und *ungeeignete* Brücken ein. Bei den *geeigneten* Brücken handelt es sich um tiefe und breite Bauwerke. Solche Brücken wirken höhlenartig. Sie weisen mindestens auf einer Seite ein Bankett auf oder mehrere grosse Steine, auf denen Fischotter markieren können (siehe Abb. 3 als Beispiel. Weitere Informationen siehe Merkblatt «Fischotter und Strassenverkehr» der Stiftung Pro Lutra). Als *ungeeignet* gelten hohe, lichte Brücken sowie jene Brücken, die zwar höhlenartig sind, aber kein Bankett oder Steine aufweisen. Ungeeignet sind zudem jene Brücken, die für die Kartierenden aufgrund der Topographie (zu steiles Ufer, Mauerwerk) nicht erreichbar waren. Bei den Brücken wurden, wo möglich, jeweils beide Uferseiten abgesucht.



Abb. 3 Geeignete Brücken haben einen fast höhlenartigen Charakter und weisen mindestens auf einer Seite ein Bankett oder aus dem Wasser ragende Steine auf.

2.5 Datenaufnahme

Zu Beginn und zum Ende der Suche wurde jeweils die Uhrzeit notiert. Wurde Fischotterlosung gefunden, wurde die Uhrzeit, die Koordinaten und die Anzahl einzelner Losungen notiert. Entsprechend seiner Lage wurde jeder Fund entweder als «Fund im Uferbereich» oder «unter einer Brücke» notiert. Die Ökomorphologie am Fundort wurde mit dem unter 2.3 erwähnten Kartenlayer ermittelt.

2.6 Datenanalyse

Folgende Variablen wurden sowohl deskriptiv wie auch statistisch ausgewertet: Anzahl Funde aufgeschlüsselt nach Kartiertyp, Ökomorphologie und Fundort (Uferbereich oder Brücke) sowie die Anzahl Standorte und deren assoziierte Brücken mit Funden oder ohne Fund. Die Kartiertypen wurden quantitativ verglichen.

Die Rohdaten und die Distanzberechnungen wurden unter Verwendung von R (R version 4.0.3 (2020-10-10)) und RStudio (Version 1.2.5033) deskriptiv analysiert und die Mittelwerte \pm Standardfehler dargestellt.

2.6.1 Funddaten

Bei der Analyse der einzelnen Funde wurde ein Closed-Population-Modell (Kéry & Schaub 2011) angewendet. Da die Studie mit wilden Fischottern, resp. deren Losung, durchgeführt wurde, war die tatsächlich vorhandene Anzahl Losungen pro Transekt und Brücke nicht bekannt, da Losungen möglicherweise übersehen wurden. Mit dem Closed-Population-Modell wurde diese Unsicherheit korrigiert. So konnte eine adäquate Schätzung der Auffindewahrscheinlichkeit von Losungen ermittelt werden. Für jede Subpopulation der so generierten Daten wurde eine Augmentation der Daten durchgeführt. Diese Analyse wurde in JAGS durchgeführt. Da die Aufnahmen über zwei Winter (2019/2020 und 2020/2021) gemacht wurden, wurde die Variable «Winter» in der «Occupancy» aller folgenden Modelle, aber nicht in der Auffindewahrscheinlichkeit des Modells berücksichtigt.

2.6.2 Auffindewahrscheinlichkeit der einzelnen Losungen nach Kartiertyp, Suchmethode und Ökomorphologie

Als erstes wurde ein Modell, welches den Kartiertyp und die Suchmethode (Brücken oder Uferbereich) über alle Daten verwendet und «gefittet». Für die Analyse der Daten des Uferbereichs (rund 600 m ohne Brücken; siehe Glossar für Beschreibung), wurden alle Funde, die ausschliesslich am Ufer eines Transekts gefunden wurden, berücksichtigt. Die Daten wurden dann unter Einbezug der Ökomorphologie-Kategorie am Fundort analysiert. In einem zweiten Schritt enthielt das Modell die Interaktion der Variablen *Kartiertyp* und *Ökomorphologie* am Fundort. Dieses Modell repräsentierte die Daten am besten.

2.6.3 Generelle Identifizierung von besetzten Standorten und Brücken

Bei Fischotterkartierungen liegt der Fokus auf Präsenzdaten: Kommen an einem Standort Fischotter vor oder nicht? Wir untersuchten deshalb, ob Standorte mit Fischottervorkommen («besetzte» Standorte) von den Kartiertypen als solche bestätigt wurden. Dabei führten wir eine separate Analyse für den Uferbereich und für die Brücken eines Standorts durch. Um eine genauere Einschätzung zur Identifizierung der Besetzung von einzelnen Brücken vornehmen zu können, wurde dafür eine separate Analyse durchgeführt. Mit diesem Vorgehen ist eine erste fundierte Schätzung möglich, ob und wie die Kartierung von Transekten mit der Brückenkartierung ersetzt werden kann. Für diese Analysen wurden Site-Occupancy

Modelle verwendet, welche wiederum alle die zwei Winter in denen Daten gesammelt wurden im “psi” berücksichtigten, nicht aber in der Wahrscheinlichkeit, den Standort/die Brücke korrekt als «besetzt/unbesetzt» zu identifizieren.

2.6.3.1 Besetzte Standorte

Bei dieser Analyse war die Stichprobengrösse der Standort, in einem ersten Modell ausschliesslich dessen Uferbereich (i) und in einem zweiten Modell ausschliesslich dessen zugehörige Brücken (ii). Dabei schätzten wir die Wahrscheinlichkeit, einen besetzten Standort als solchen zu bestätigen. Als besetzt galt ein Standort, wenn mindestens eine Losung im (i) Uferbereich oder (ii) unter einer Brücke gefunden wurde. Neben den Auffindewahrscheinlichkeiten der Kartiertypen für den Standort interessierte uns auch der Einfluss der Ökomorphologie auf die Auffindewahrscheinlichkeiten im Uferbereich. Die meisten Transekte wiesen Abschnitte mit unterschiedlicher Ökomorphologie auf, nur wenige Transekte bestanden aus einer einzigen ökomorphologischen Kategorie. Für die Analyse zum Einfluss der Ökomorphologie wurde daher die Ökomorphologie gemittelt und gewichtet. Der gewichtete Mittelwert der Ökomorphologie wurde wie folgt aus den vier Kategorien berechnet:

$$\text{Gewichteter Mittelwert} = \frac{\sum(x_i \times y_i)}{z}$$

wobei:

x_i : Länge in m der jeweiligen ökomorphologischen Kategorie auf dem Transekt

y_i : Ökomorphologische Kategorie 1 – 4

z : Totale Länge des Transekts in m

Für die Uferdaten (i) wurden in einem ersten Modell die Kartiertypen angeschaut. Das finale Modell enthielt den Kartiertyp sowie die gewichtete Ökomorphologie. Für die Brückendaten (ii) des Standorts war das finale Modell jenes, welches ausschliesslich die Kartiertypen enthielt.

2.6.3.2 Einzelne besetzte Brücken

Da die Anzahl Brücken zwischen den Standorten stark schwankte (1-8 Brücken), analysierten wir zusätzlich die Wahrscheinlichkeit für die drei

Kartiertypen, eine einzelne besetzte Brücke als solche zu erkennen. Als besetzt galt eine Brücke, wenn mindestens eine Losung unter der Brücke gefunden wurde. Bei dieser Analyse nahmen wir die einzelne Brücke als Stichprobengrösse; die Transekte wurden hier als random factor vernachlässigt, da sie nur einen minimalen Einfluss hatten. Das finale Modell enthielt als erklärende Variable ausschliesslich den Kartiertyp.

2.6.4 Distanzanalyse und Markierverhalten

Die Distanz zwischen den Losungen wurde aufgrund der Koordinaten in QGIS (Bucuresti 3.12) entlang des jeweiligen Gewässers berechnet. Dazu wurde ein Pointlayer mit den Losungen erstellt. Diese Punkte wurden mithilfe von SAGA auf den Vektorlayer «Ökomorphologie» (siehe 2.3) gelegt, so dass jeder Fund auf dem digitalisierten Gewässer lag. Um die Distanz zwischen den Funden zu berechnen, wurde nun an diesen Stellen der Vektorlayer «Ökomorphologie» geschnitten und die Länge gemessen.

Die Distanzanalyse wurde mit Hilfe eines generalisierten gemischten linearen Modells (ANOVA Type III) durchgeführt, welches den jeweiligen Standort als zufällige Variable enthielt. Das komplette und finale Modell beinhaltete die gemittelte Ökomorphologie für die beiden Fundorte und die Anzahl involvierter Brücken (0, 1, 2).

3 Resultate

3.1 Allgemeine Resultate

Total wurden 175 individuelle Fischotterlosungen entdeckt: 88 befanden sich im Uferbereich und 87 unter einer Brücke. In 156 Fällen handelte es sich um einzelne Fischotterlosungen (1-3 Losungen), bei 19 Fundorten fanden sich mehr als drei Losungen, was wir als Latrine definierten. Latrinen befanden sich fast ausschliesslich unter Brücken. Nur eine Latrine wurde am Uferbereich entdeckt (Abb. 4). Unter 34 der total 138 bzw. 74 geeigneten Brücken wurde Fischotterlosung gefunden, 8 dieser Brücken wurden zweimal begangen.



Abb. 4 Die einzige Latrine am Ufer.

Mit 167 Fischotterlosungen verzeichneten die Artenspürhunde die meisten Funde. Experten fanden insgesamt 63 und Freiwillige 45 Losungen. Die Artenspürhunde überliefen insgesamt 8 Losungen, die Experten 112 und die Freiwilligen 130. Experten und Freiwillige fanden den Grossteil der Losungen unter Brücken (45, resp. 33). Bei den Artenspürhunden war es ausgeglichen: Sie fanden fast gleich viele Losungen unter Brücken (84) wie in der Uferzone (83). Die Tabelle in Appendix 3 zeigt die Rohdaten zu den Funden pro Kartiertyp und ökomorphologischer Kategorie.

Insgesamt konnte an 29 der total 51 Standorten Fischotterlosung gefunden werden, welche somit als «besetzt» galten. An 22 Standorten wurde keine Losung gefunden. Bei 22 Standorten wurde Losung unter einer Brücke gefunden, an 23 Standorten am Ufer. An 16 Standorten wurde Losung sowohl am Uferbereich wie auch unter mindestens einer Brücke gefunden.

An 6 Standorten fanden wir Losungen nur unter einer Brücke. An 7 Standorten wurden Losungen nur am Ufer gefunden, wobei es bei 5 dieser Standorte keine und bei einem Standort nur eine geeignete Brücke gab. Insgesamt gab es bei 12 Standorten keine geeigneten Brücken, weitere 6 Standorte wiesen gar keine Brücken auf.

Von den 29 besetzten Standorten konnten Freiwillige an 19, Experten an 22 und Artenspürhunde an 27 Standorten Fischotter nachweisen. Umgekehrt fanden Freiwillige keine Losung an 10 Standorten, bei denen Artenspürhunde oder Experten Losung gefunden hatten. Experten konnten an 7 besetzten Standorten und Artenspürhunde an 2 besetzten Standorten keine Losung nachweisen.

3.2 Funddaten (einzelne Losung)

3.2.1 Auffindewahrscheinlichkeit nach Kartiertyp und Suchmethode

Werden die Funddaten mit Hilfe eines Populationsmodells analysiert, resultieren daraus die Auffindewahrscheinlichkeiten von Losung entlang vom Uferbereich und unter Brücken je nach Kartiertyp. Die Auffindewahrscheinlichkeit mit der Standardabweichung eine Fischotterlosung im Uferbereich zu finden betrug $12 \% \pm 3$ bei den Freiwilligen, $17 \% \pm 4$ bei den Experten und $76 \% \pm 8$ bei den Artenspürhunden. Unter Brücken stieg die Auffindewahrscheinlichkeit für eine Losung bei allen drei Kartiertypen stark an. Freiwillige fanden $37 \% \pm 5$ der vorhandenen Losung, Experten $50 \% \pm 5$ und Artenspürhunde gar $94 \% \pm 3$.

3.2.2 Der Einfluss der Ökomorphologie auf die Auffindewahrscheinlichkeit

Die Ökomorphologie hatte einen Einfluss auf die Auffindewahrscheinlichkeit von Fischotterlosung. Generell korrelierte die Auffindewahrscheinlichkeit negativ mit dem Grad der Verbauung. An naturnahen Abschnitten lag die Auffindewahrscheinlichkeit bei $35 \% \pm 8.1$, bei leicht beeinträchtigten Abschnitten bereits bei $21.6 \% \pm 6.9$. An stark beeinträchtigten Abschnitten lag sie bei $19.4 \% \pm 4.4$ und sank auf $3.2 \% \pm 4.1$ bei naturfremden Abschnitten.

Die Kartiertypen unterschieden sich in der Auffindewahrscheinlichkeit stark. Jenes Modell, welches die Interaktion der Variablen *Kartiertyp* und *Ökomorphologie* einbezog, konnte die einzelnen Losungsfunde am besten

erklären. Die Artenspürhunde wiesen über alle ökomorphologischen Kategorien die höchste Auffindewahrscheinlichkeit auf. Experten und Freiwillige zeigten ähnliche Auffindewahrscheinlichkeiten. Das Muster der Auffindewahrscheinlichkeit in den ökomorphologischen Kategorien ist einheitlich und weicht nur bei den Freiwilligen in der Kategorie *stark beeinträchtigt* ab (Abb. 5, Tabelle zu den Rohdaten siehe Appendix 3).

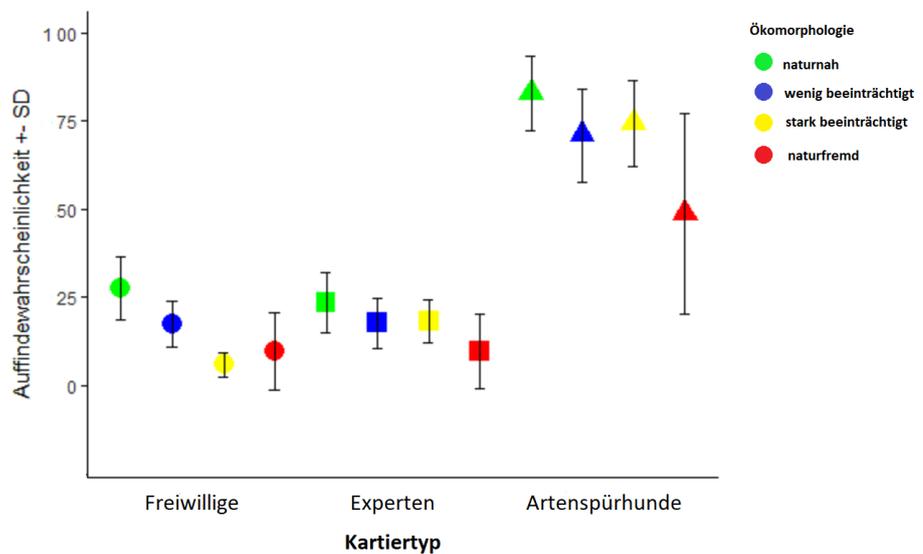


Abb. 5 Auffindewahrscheinlichkeit \pm Standardabweichung (SD) in Prozent nach Kartiertyp und Ökomorphologie basierend auf den einzelnen Lösungsfunden.

3.3 Identifizierung von besetzten Standorten

Bei dieser Analyse ist die Stichprobengrösse der Standort, hier zunächst ausschliesslich dessen (i) Uferbereich und zum direkten Vergleich der Methoden danach ausschliesslich dessen (ii) zugehörige Brücken. Dabei schätzten wir die Wahrscheinlichkeit, einen besetzten Standort als solchen zu bestätigen. Als besetzt galt ein Standort, wenn mindestens eine Lösung im (i) Uferbereich bzw. unter (ii) Brücken gefunden wurde.

- (i) Insgesamt waren laut Modell 54.45 % (CI 35.84 - 71.89) der Standorte besetzt. Davon konnte unabhängig von allen Variablen auf 44.41 % (CI 30.28 - 59.51) ein Nachweis erbracht werden. Ein erstes Modell,

welches die Kartiertypen beleuchtete, zeigte, dass Freiwillige zu 32.41 % (CI 16.71 - 53.40), Experten zu 32.41 % (CI 16.71 - 53.40), und Artenspürhunde zu 85.08 % (CI 56.22 - 96.20) die besetzten Standorte als besetzt identifizierten. Die Daten wurden aber am besten durch ein Modell mit den Variablen *Kartiertyp* und *Ökomorphologie* repräsentiert. Die Ökomorphologie wurde dabei gemittelt, resp. zentriert für die vier ökomorphologischen Kategorien. Alle Kartiertypen wiesen eine höhere Auffindewahrscheinlichkeit auf, je naturnaher der Gewässerabschnitt war. Insgesamt wiesen Artenspürhunde in allen ökomorphologischen Kategorien die grösste Wahrscheinlichkeit auf, das Vorkommen am Uferbereich nachzuweisen (Tabelle 2).

Tabelle 2 Geschätzte Wahrscheinlichkeit, einen besetzten Standort (nur Uferbereich) als solchen zu bestätigen, aufgeschlüsselt nach Kartiertyp und Ökomorphologie.

Ökomorphologie	Geschätzte Wahrscheinlichkeit +/- SE in % einen besetzten Standort (hier nur Uferbereich) als solchen zu erkennen		
	Freiwillige	Experten	Artenspürhunde
Naturnah	72.9 ± 14.3	72.9 ± 4.3	97.5 ± 2.4
Wenig beeinträchtigt	43.1 ± 12.3	43.1 ± 12.3	91.7 ± 5.5
Stark beeinträchtigt	17.5 ± 7.9	17.5 ± 7.9	75.6 ± 11.3
Naturfremd	5.6 ± 4.4	5.6 ± 4.4	46.6 ± 18.5

- (ii) Wenn ausschliesslich Brücken an einem Standort betrachtet wurden, waren laut Modell 42.77 % (CI 29.48 - 57.18) der Standorte besetzt, und davon konnte unabhängig von allen Variablen auf 82.92 % (CI 70.75 - 90.69) ein Nachweis erbracht werden. Das Modell, welches den Kartiertyp enthielt, erklärte die Daten am besten: Freiwillige identifizierten 75.00 % (CI 52.16 - 89.19), Experten 75.00 % (CI 52.16 - 89.19) und Artenspürhunde 100 % der Standorte als besetzt.

3.4 Identifizierung von einzelnen besetzten Brücken

Von den insgesamt 152 untersuchten Brücken wurden 74 als «geeignet» befunden. Die restlichen 78 Brücken wurden als «ungeeignet» eingestuft.

Diese Einschätzung kann grundsätzlich erst bei der Erstbegehung der Brücken gemacht werden. Daher haben wir die vorliegende Modellschätzung zunächst für alle begangenen Brücken und dann nur für die geeigneten Brücken durchgeführt.

Laut dem Modell für alle Brücken waren knapp 28 % der Brücken besetzt. Das Modell schätzte zudem, dass sofern unter einer Brücke Losung lag, diese mit einer Wahrscheinlichkeit von 70 % (CI 61 - 78%) gefunden wurde. Dabei identifizierten die Freiwilligen 54.8 % (CI von 39.7 - 69.0 %), die Experten 61.9 % (CI von 46.6 - 75.2 %) der besetzten Brücken und Artenspürhunde alle besetzten Brücken.

Beim Modell, welches nur die geeigneten Brücken einbezieht, waren 55 % der Brücken besetzt. Das Modell schätzte zudem, dass sofern unter einer Brücke Losung lag, diese mit einer Wahrscheinlichkeit von 73 % (CI 63 - 80 %) gefunden wurde. Dabei identifizierten die Freiwilligen 57.5 % (CI von 42.0 - 71.7 %), die Experten 65.0 % (CI von 49.2 - 78.1 %) der besetzten Brücken und Artenspürhunde alle besetzten Brücken.

3.5 Distanzanalyse und Markierverhalten

Durchschnittlich lagen zwei Funde $99.0 \pm SE 11.91$ m auseinander. Die grösste Distanz zwischen zwei Funden betrug 466 m. Es handelte sich dabei um Losung am Uferbereich und unter einer Brücke.

Das finale «general linear mixed effect model», welches die Distanz zwischen den Fundorten beschreibt (log transformiert), enthielt die erklärende Variablen Brücken (Anzahl 0, 1, 2) und die gemittelte Ökomorphologie an den zwei Fundorten. Die Ökomorphologie am Fundort beeinflusste die Distanz zwischen den Funden signifikant ($p = 0.044$, $Df = 1$, $Chisq = 4.07$, Abb. 6a). Otter markierten in kürzeren Distanzen, je natürlicher der Fundort ist. Brücken beeinflussen das Markierverhalten laut unseren Daten nicht signifikant ($p = 0.25$, $Df = 2$, $Chisq = 2.77$, Abb. 6b), allerdings sind unsere Daten nicht ausgeglichen, was die Brückenbeteiligung angeht. So ergaben sich 38 Distanzen ohne Brücken, 19 Distanzen mit einer Brücke und 6 Distanzen mit zwei Brücken.

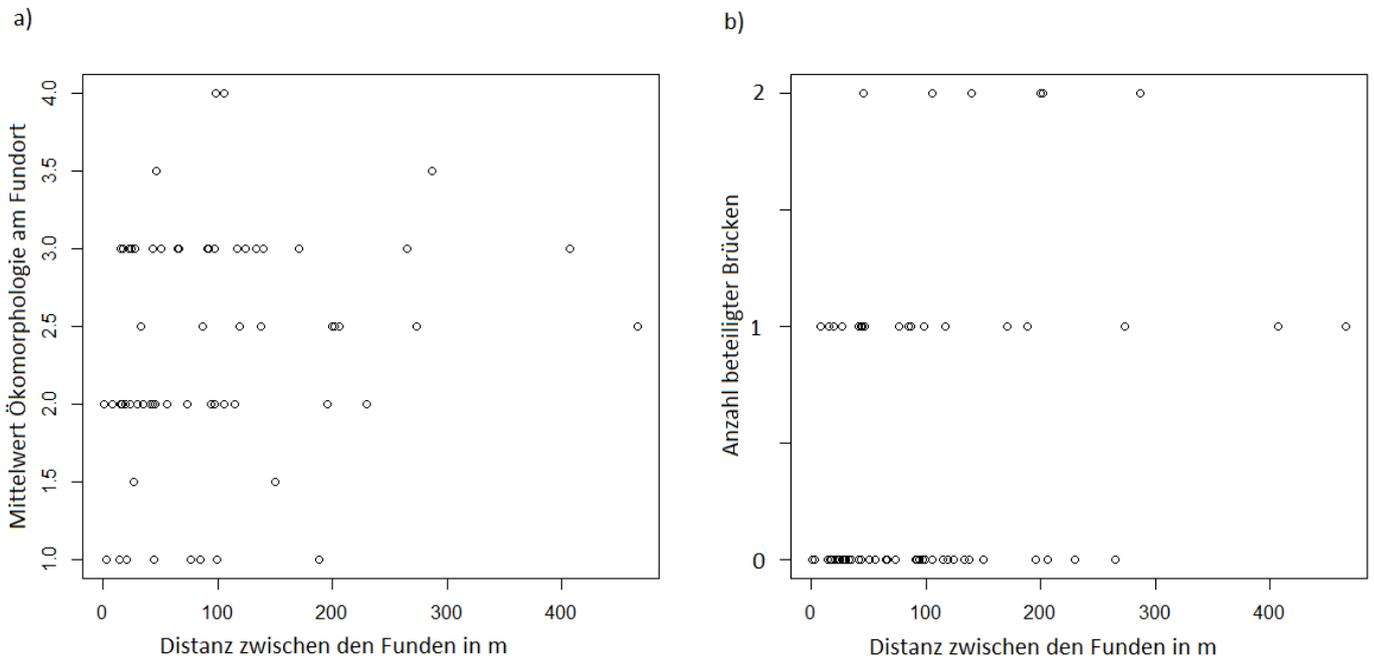


Abb. 6 Mittlere Ökomorphologie an den zwei Fundorten und Anzahl Brücken (0, 1, 2) zwischen den Funden in Bezug auf die Distanz der Funde zueinander in Meter. Ökomorphologie-Kategorien: 1 = naturnah, 2 = leicht beeinträchtigt, 3 = stark beeinträchtigt und 4 = naturfremd.

3.6 Zeitlicher Aufwand für Kartiertypen

Die visuelle Absuche eines Transekts durch Freiwillige dauerte durchschnittlich $45.7 \pm SE 2.4$ Minuten und durch Experten durchschnittlich $46.9 \pm SE 2.2$ Minuten. Die olfaktorische Suche durch Artenspürhunde betrug $32.7 \pm SE 1.7$ Minuten.

Das Absuchen einer Brücke dauerte für alle Kartiertypen im Schnitt 4 - 6 Minuten, das Dokumentieren eines Fundes 3 - 4 Minuten.

3.7 Aufwand für die Ausbildung der Kartiertypen

Für die vorliegende Studie unterschied sich der Aufwand für die Ausbildung der verschiedenen Kartiertypen. Experten benötigten speziell weder Ausbildung noch Weiterbildung, da sie ihr Wissen durch die Mitarbeit bei Studien, Kartierungen und eigenständiger Forschungstätigkeit erlangt hatten. Auch die Freiwilligen erhielten keine Ausbildung im Rahmen dieser Studie. Sie hatten alle am Projekt «Otterspotter» im Winter 2017/18

teilgenommen und bereiteten sich bei Beginn der vorliegenden Studie auf die zweite Kartierung im Winter 2019/20 vor. Voraussetzung für die Teilnahme am Projekt «Otterspotter» von Pro Lutra und dem WWF Bern und Solothurn ist der Besuch eines ganztägigen Workshops. Erfahrene Otterspotter:innen besuchen vor einer Kartierung jeweils einen halbtägigen Auffrischkurs (Weinberger & Läderach 2020). Alle Freiwilligen in dieser Studie nahmen an einem solchen Auffrischkurs im November 2019 teil. Die Artenspürhunde benötigten mehr Vorlaufzeit. Zwei Artenspürhunde waren bereits auf Fischotterlosung trainiert und wiesen bereits viel Felderfahrung auf (Karp et al. 2018) und konnten somit ohne grossen Aufwand für diese Studie eingesetzt werden. Zwei weitere Spürhundeteams wurden speziell für diese Studie ausgebildet. Sie wurden nach einer Eignungssichtung ausgewählt und anschliessend über mehrere Monate von Fachpersonen geschult. Die Hundeführerinnen erhielten wichtiges Wissen zum Fischotter und der Begehung von Gewässern. Bevor die Hunde für die Studie eingesetzt wurden, mussten sie einen Einsatztest bestehen (Kriterien siehe Appendix 2).

4 Diskussion

Die vorliegende Studie ist die erste, welche die Auffindewahrscheinlichkeit von Freiwilligen, Experten und Artenspürhunden untersuchte. Es ist unseres Wissens auch die erste Studie, die den Einfluss der Ökomorphologie auf die Auffindewahrscheinlichkeit analysierte. Mit dieser Arbeit ist es zudem möglich, erste Vergleiche zwischen der standardisierten Transektmethode und der zunehmend häufig eingesetzten Brückensuche zu ziehen. Nicht einbezogen wurden in dieser Studie Trittsiegel und Beobachtungen (Fotos) von Fischottern, die ebenfalls als offizielle Nachweise bei Fischotterkartierungen anerkannt werden.

Auffindewahrscheinlichkeit nach Kartiertyp

Die Studie wurde in einem Gebiet mit bekannten Vorkommen von Fischottern durchgeführt. Entsprechend liegt der Fokus der Studie auf Kartierungsansätzen und liefert keine Daten zu Verbreitungsgrenzen. Die reale Anzahl Losungen auf einem Transekt war jeweils nicht bekannt, doch konnten wir diese aufgrund unserer Daten mit einem Modell schätzen. Es zeigte sich, dass Artenspürhunde sowohl Freiwilligen wie auch Experten stark überlegen sind. Mit ihrer feinen Nase erschnüffelten Artenspürhunde fast alle Losungen, während Freiwillige 26 Prozent und Experten 36 Prozent der total gefundenen Losungen entdeckten. Der Unterschied zwischen Mensch und Hund ist mit den Ergebnissen aus der Vorstudie (Karp et al. 2018) sowie mit vielen weiteren Vergleichsstudien zu anderen Arten kongruent (reviewed in Grimm-Seyfarth et al. 2021).

Je nach Fundort wurden die Losungen unterschiedlich gut entdeckt. Artenspürhunde fanden in etwa gleich viele Losungen unter Brücken wie auch an Uferbereichen. Von den Menschen hingegen wurden die meisten Losungen unter den Brücken gefunden. Am Uferbereich übersahen sie viele der vorhandenen Losungen. Auch Artenspürhunde entdeckten nicht alle Losungen. Mit der olfaktorischen Suche finden sie jedoch Losungen, die visuell schwierig oder gar nicht zu finden sind: in der Vegetation, unter Laubblättern oder gar unter einer Schicht Schnee. Letzteres ist sogar bis zu einer Tiefe von mindestens einem halben Meter möglich (pers. comm. Annegret Grimm-Seyfarth). Noch zu prüfen ist, ob die Auffindewahrscheinlichkeit von Losungen durch Artenspürhunde dadurch beeinflusst wird, ob eine Person den Abschnitt vorher begangen hat. Obwohl die Rohdaten dies nicht vermuten liessen, zeigten erste Analysen in diese Richtung. Für eine definitive Aussage sind jedoch weitere Daten und vertiefte Analysen nötig.

Zwischen Experten und Freiwilligen war der Unterschied in der Auffindewahrscheinlichkeit gering und die Varianz innerhalb der Kartiertypen gross. Dies lässt sich teilweise durch die Routine der beteiligten Personen mit Fischotterkartierungen erklären. Gutes Training verbessert die Performance (Brown & Williams 2019). Alle Freiwilligen waren in zwei Kartierungen im Kanton Bern und Solothurn involviert (Winter 2017/18 und 2019/20) und hatten kurz vor Beginn der Feldarbeiten zu dieser Studie einen Workshop zur Auffrischung besucht. Die Anzahl Expert:innen in der Schweiz ist sehr überschaubar. Es wurden daher für die vorliegende Studie Personen eingeladen, die in den letzten 10 Jahren entweder an einer Forschungsstudie zum Fischotter mitgewirkt haben oder seit Jahren eigenständig dem Fischotter auf der Spur sind. Eine Auffrischung der Spurensuche fand für die Experten explizit nicht statt, auch wenn ihre Feldaufnahmen bereits vor längerer Zeit erfolgten. Die Ergebnisse aus unserer Studie sind dennoch realistisch: Eine Studie aus Österreich zeigte ähnliche Resultate bei der Erhebung durch Experten und Freiwillige (Schenecker et al., 2022).

Auch bei den Artenspürhunden beeinflusst die Ausbildung den Erfolg immens (z.B. Grimm-Seyfarth et al. 2021). Die hier eingesetzten Artenspürhunde wurden sorgfältig und mit hohen Qualitätsansprüchen für diese Arbeit ausgewählt und ausgebildet. Die Qualität der Kartierung mit Artenspürhunden bei anderen Projekten ist daher nur vergleichbar, wenn die Teams wie bei dieser Studie auf ihren Einsatz vorbereitet werden (Eignung/Grundausbildung Team, standardisierter Einsatztest, Aufrechterhaltung der Fähigkeiten; Kriterien und Standards siehe Appendix 2).

Auffindewahrscheinlichkeit nach Ökomorphologie

Für die vorliegende Studie nahmen wir die Daten der Ökomorphologie Stufe F als Grundlage für die Beschaffenheit des Ufers (Zeh Weissmann et al. 2009). Obschon die Uferbeschaffenheit bei der Kategorisierung in die ökomorphologischen Kategorien nur einen Teil ausmacht, konnten wir einen Einfluss auf die Auffindewahrscheinlichkeit von Losungen finden: Je verbauter ein Gewässerabschnitt ist, desto geringer ist die Auffindewahrscheinlichkeit von Losung. Auf naturnahen Abschnitten weisen alle Kartiertypen die höchste Auffindewahrscheinlichkeit für eine einzelne Losung auf. Gleichzeitig sind es auch die naturnahen Abschnitte, in denen Fischotter anscheinend häufiger, resp. tendenziell in etwas geringerer Distanz, markieren. Sprich, die Distanzen bis zum nächsten Fund in naturnahen

Abschnitten sind durchschnittlich kleiner als in naturfremden Abschnitten. Möglicherweise hängt das mit dem Angebot von Nahrung oder Schlafplätzen zusammen. Naturnahe Abschnitte weisen in der Regel eine höhere Fischbiomasse auf (Fette et al. 2007). Auch bevorzugen Fischotter Abschnitte mit natürlicher Vegetation für ihre Schlafplätze (Weinberger et al. 2019). Möglicherweise verbringt der Fischotter in diesen Bereichen mehr Zeit und setzt daher auch mehr Losung ab.

Absuchen von Brücken oder Uferbereichen

Transekte sind die Grundeinheit bei der Kartierung gemäss IUCN-Standardmethode. Es ist daher von grossem Interesse zu wissen, wo und unter welchen Begebenheiten jeder Kartiertyp ein besetztes Transekt bzw. einen besetzten Standort, sei es durch Nachweise unter Brücken oder am Ufer, als solchen erkennt. Die Wahrscheinlichkeit, einen besetzten Transekt, resp. dessen Uferbereich, als solchen zu bestätigen, liegt für Hunde bei 85 %, für Menschen bei 32 %. Zieht man jedoch die Ökomorphologie mit ein, erhöht sich die richtige Identifizierung eines besetzten Transekts für Menschen auf 73 % in naturnahen Abschnitten. Generell werden besetzte Brücken von allen Kartiertypen gut als solche erkannt. Der Prozentsatz für einzelne Brücken liegt bei 58 % für Freiwillige, bei 65 % für Experten und gar bei 100 % für Artenspürhunde.

In dieser Studie haben wir die Wahrscheinlichkeit berechnet, einen besetzten Standort ausschliesslich mit der Brückensuche zu verifizieren. Da die Brückenzahl jedoch stark zwischen den Standorten variierte, sind diese Wahrscheinlichkeiten nur mit grosser Vorsicht zu nutzen. Wir schlagen daher vielmehr vor, bis auf weiteres die Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Brücken für zukünftige Kartierungen zu nutzen.

Bezogen auf die Wahrscheinlichkeit einen besetzten Standort als solchen zu identifizieren, ist unsere Schlussfolgerung, dass Menschen eher Brücken bzw. naturnahe Abschnitte begehen sollten. Artenspürhunde hingegen können unabhängig der Ökomorphologie im Uferbereich sowie für Brücken eingesetzt werden.

Koordination und Aufwand für die Kartierung nach Kartiertyp

Im Gegensatz zu Kartierungen mit wenigen Personen oder Spürhunde-

teams ist die Koordination von Kartierungen mit Freiwilligen anspruchsvoller. Eine sorgfältige Betreuung und Kommunikation sind wichtige Bestandteile. Dazu gehört auch die Verifizierung gefundener Losung. Freiwillige engagieren sich bevorzugt in ihrer vertrauten Umgebung und wollen nicht in jedem Fall an weit entfernten Standorten eingesetzt werden. Sie können jedoch zahlreich und dadurch flächendeckend ausgebildet werden und bieten dadurch einen Vorteil gegenüber den Artenspürhunden und Experten. Bei den Experten und Artenspürhunden handelt es sich um hochgeschultes Personal. Einsätze sind mit entsprechenden Kosten verbunden.

Ausblick

In dieser Studie wurden mit einer einzigen Ausnahme an allen besetzten Standorten Losungen unter geeigneten Brücken gefunden. Zwar befand sich nicht unter jeder geeigneten Brücke Losung, doch wurde laut Modell jede zweite geeignete Brücke von Fischottern als Markierplatz genutzt. Die Auffindewahrscheinlichkeit von Losungen unter Brücken war bei allen Kartiertypen im Vergleich zu den Losungen am Ufer generell höher. Auch der Zeitaufwand für die Kontrolle eines 600 m langen Uferabschnittes war deutlich höher als die Kontrolle einer einzelnen geeigneten Brücke. Ein weiterer Vorteil der Brückenkartierung ist deren geringere Störung des Gewässerlebensraums. Diese Resultate machen vorsichtige Aussagen zu Anpassungen der Fischotterkartierung nach IUCN-Standard möglich. Denn wo geeignete Brücken vorhanden sind, können diese vor einem Transekt - oder möglicherweise auch ausschliesslich - für eine Kartierung begangen werden. Leider ist es uns jedoch mit der vorliegenden Studie nicht möglich, präzise Vorschläge für die Mindestanzahl zu begehernder Brücken in einem 5 x 5 km-Quadrat zu geben, die anstelle von einem Transekt nötig sind. Eine Studie, die diese Frage beantworten kann, ist von grosser Bedeutung.

Mit der neuen und effizienten Methode der Artenspürhunde können «alte» Forschungsfragen zur Biologie des Fischotters untersucht werden. Die vorliegende Studie zu Auffindewahrscheinlichkeiten gehört beispielsweise dazu, ebenso Informationen über die Markiertätigkeit von Fischottern. Obschon wir einen Einblick in das Verhalten von Fischotter erhalten haben, ist unklar, ob die Markiertätigkeit je nach Populationsdichte schwankt und ob sich eine solche Änderung auch auf die Wahrscheinlich-

keit auswirken würde, mit der die verschiedenen Kartiertypen einen besetzten Transekt bestätigen können. Mit der vorliegenden Studie war es erstmals möglich, eine Angabe der Distanz zwischen zwei Losungen zu machen. Obschon Brücken eine wichtige Rolle bei der Markiertätigkeit spielen (Reuther 1993; Romanowski et al. 1996), ist bis heute nicht klar, ob und wie Brücken die Markiertätigkeit beeinflussen. Da diese Kenntnisse von grossem Wert für Kartierungen, aber auch für das Verständnis über das Verhalten von Fischottern sind, sollten dazu weitere Studien durchgeführt werden.

5 Umsetzung

Unsere Ergebnisse können – neben konkreten Kartierungen – auch für weitere Projekte beigezogen werden, wie beispielsweise für Nahrungsanalysen, genetische Untersuchungen oder Untersuchungen über die Belastung durch Pestizide und andere Umweltstoffe, welche den Zugang zu Fischotterlosungen erfordern.

Ein Ergebnis unserer Studie ist die Entscheidungshilfe für zukünftige Fischotterkartierungen. Eingebettet in die IUCN-Standardmethode kann mit unserem Kartierschlüssel (Appendix 1) die Effizienz der Kartierung maximiert werden. Grundsätzlich empfehlen wir, eine der Situation und dem Ziel angepasste Kartierung zu planen und durchzuführen.

In Gebieten mit geeigneten Brücken kann sich die Suche zuerst oder ausschliesslich auf jene Bauwerke konzentrieren. Allerdings ist die Frage nach der Mindestanzahl benötigter Brücken, um einen Standort als besetzt zu identifizieren, nicht abschliessend geklärt und die Begehung von Transekten soll nicht kategorisch ausgeschlossen werden.

Kartierungen können mit einem Kartiertyp oder mit mehreren Kartiertypen durchgeführt werden, die situativ eingesetzt werden. Artenspürhunde sind dabei vor allem an naturfremden und stark beeinträchtigten Gewässerabschnitten den Menschen überlegen. Brücken und naturnahe Gewässerabschnitte können von Freiwilligen und Experten erfolgreich kartiert werden. Bei Schnee sind Trittsiegel zudem für Menschen gut erkennbar.

Die Grösse des Gebiets sowie die verfügbare Zeitspanne sind weitere Faktoren. Experten und Artenspürhunde sind zahlenmässig begrenzt verfügbar, während zahlreiche Freiwillige für Fischotterkartierungen gewonnen werden können.

Mit unseren Grundlagen sind neben dem gezielten Einsatz von Kartiertypen neu auch Hochrechnungen zum Fischottervorkommen für zukünftige Kartierungen möglich, sofern die Ausbildungen der Kartiertypen denjenigen in unserer Studie entsprechen.

Wo qualitativ hohe Ansprüche an die Kartierung nötig sind, wie z.B. hohe Auffindewahrscheinlichkeit, ist der Einsatz von standardisiert ausgebildeten Artenspürhunden erfolgsversprechend. Auch bei Kartierungen während den Sommermonaten können Artenspürhunde erfolgreich eingesetzt werden, da sie Losungen in der Vegetation gut entdecken.

Wissensvermittlung und Information der Bevölkerung ist ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Rückkehr des Fischotters in die Schweiz. Kartierungen mit Freiwilligen bieten eine Chance, innerhalb einer Kartierung fundiertes Wissen breit zu vermitteln.

DANKE!

Wir möchten uns ganz herzlich bei allen Studienteilnehmern bedanken, welche viel Aufwand auf sich genommen haben, um die Daten für die vorliegende Studie zu sammeln. Namentlich sind dies Barbara Schnüriger, Barbara von Euw, Kaspar Klopstein, Lara Schaufelberger, Marie-Sarah Beuchat, Markus Graf, Peter Hässig, Suzanne Javet, Tabea Lanz und Valerie Arnaldi. Marc Kéry danken wir herzlich für die aufwändigen Analysen zu den Detection probabilities. Wir danken dem Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, Jagdinspektorat für das Ausstellen der Fahrbewilligungen und das Vertrauen.

Dankbar sind wir für die finanzielle Unterstützung, ohne die diese Studie nicht möglich gewesen wäre: Albert-Heim Stiftung für kynologische Forschung, Alfons und Mathilde Suter-Caduff Stiftung, Basler Stiftung für biologische Forschung, Berner Tierschutz, Bundesamt für Umwelt, ewz - Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Jagd und Fischerei des Kantons Aargau, Jagdinspektorat des Kantons Bern und dem Lotteriefonds des Kantons Solothurn. Vielen herzlichen Dank!

Projektträgerschaft

Die vorliegende Studie wurde von der Stiftung Pro Lutra und dem Verein Artenspürhunde Schweiz durchgeführt.



Stiftung Pro Lutra

Pro Lutra setzt sich seit der Gründung im Jahr 1997 für die natürliche Wiederbesiedlung des Fischotters in der Schweiz ein. Die gemeinnützige Stiftung erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen, dokumentiert das Vorkommen des Fischotters und informiert die Öffentlichkeit kontinuierlich über die Situation des Fischotters in der Schweiz. www.prolutra.ch



Artenspürhunde Schweiz

Der Verein Artenspürhunde Schweiz wurde angesichts des wachsenden Interesses am Einsatz von Spürhunden im Natur- und Artenschutz 2017 von zwei Biologinnen (Dr. Denise Karp & Dr. Jelena Mausbach) gegründet. Das Potential der Hundenase für solche Einsätze ist riesig und zahlreiche Studien haben gezeigt, dass Spürhunde im Gegensatz zum Menschen bessere Aufspürquoten haben und grössere Gebiete in kürzerer Zeit

abdecken können. Artenspürhunde Schweiz möchte die Etablierung der Methode (Artnachweis durch Spürhunde) und die Qualitätssicherung beim Einsatz von Spürhunden im Natur- und Artenschutz sicherstellen. www.artenspuerhunde.ch

Referenzen

- Angst, C., and I. Weinberger. 2020. The status of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Switzerland. *Journal of Mountain Ecology* **13**:23–30.
- Bailey, M., and J. Rochford. 2005. Otter Survey of Ireland 2004 / 2005. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland.
- Brown, E. D., and B. K. Williams. 2019. The potential for citizen science to produce reliable and useful information in ecology. *Conservation Biology* **33**:561–569.
- Carss, D. N., D. a. Elston, and H. S. Morley. 1998. The effects of otter (*Lutra lutra*) activity on spraint production and composition: implications for models which estimate prey-size distribution. *Journal of Zoology* **244**:295–302.
- Chandler, B. 2015. Surveillance methods for white bryony in sites with difficult access. *Surveillance (Wellington)* **42**.
- Dickinson, J. L., B. Zuckerberg, and D. N. Bonter. 2010. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **41**:149–72.
- Fette, M., C. Weber, A. Peter, and B. Wehrli. 2007. Hydropower production and river rehabilitation: A case study on an alpine river. *Environmental Modeling and Assessment* **12**:257–267.
- Grimm-Seyfarth, A., W. Harms, and A. Berger. 2021. Detection dogs in nature conservation: A database on their world-wide deployment with a review on breeds used and their performance compared to other methods. *Methods in Ecology and Evolution* **12**:568–579.
- Karp, D., J. Mausbach, and I. Weinberger. 2018. Effizienteres und zuverlässigeres Auffinden von Fischotternachweisen durch Spürhunde? Schlussbericht Pro Lutra & Artenspürhunde Schweiz.
- Kéry, M., and M. Schaub. 2011. Estimation of survival and movement from capture recapture data using Multi State Models. Page Bayesian population analysis using WinBUGS: a hierarchical perspective 1st editio. Academic Press.
- Kranz, A., and L. Poledník. 2017. Fischotter in Salzburg: Verbreitung & Bestand 2016. Endbericht im Auftrag des Amtes der Salzburger Landesregierung.
- Kranz, A., and L. Poledník. 2012. Fischottermonitoring an Rhein, Inn und Rhone in der Schweiz. Schlussbericht im Auftrag von Pro Lutra.
- Reuther, C. 1993. Der Fischotter: Lebensweise und Schutzmassnahmen. Naturbuch Verlag, Augsburg.
- Reuther, C. et al. 2000. Surveying and monitoring distribution and population trends of the Eurasian Otter (*Lutra Lutra*). Page 148 Habitat.
- Romanowski, J., M. Brzezinski, and J. P. Cygan. 1996. Notes on the

- technique of the otter field survey. *Acta Theriologica* **41**:199–204.
- Schenekar, T., A. Clark, W. E. Holzinger, and S. J. Weiss. 2022. Presence of spraint at bridges as an effective monitoring tool to assess current Eurasian fish otter distribution in Austria. *European Journal of Wildlife Research*:1–11. Springer Berlin Heidelberg. Available from <https://doi.org/10.1007/s10344-022-01604-8>.
- Sentilles, J., C. Vanpé, and P. Y. Quenette. 2020. Benefits of incorporating a scat-detection dog into wildlife monitoring: A case study of Pyrenean brown bear. *Journal of Vertebrate Biology* **69**.
- Weinberger, I. 2017. Zweites Fischottermonitoring in der Schweiz 2016: Brückenmonitoring an Aare, Doubs, Emme, Inn, Rhein, Rhone, Saane und Ticino. Endbericht der Stiftung Pro Lutra.
- Weinberger, I. C., S. Muff, A. Kranz, and F. Bontadina. 2019. Riparian vegetation provides crucial shelter for resting otters in a human-dominated landscape. *Mammalian Biology* **98**.
- Weinberger, I., and M. Läderach. 2020. Otterspotter - Zweite Fischotterkartierung 2019/20 in den Kantonen Bern und Solothurn mit Citizen Science. Ein gemeinsames Projekt von Pro Lutra, WWF Bern und WWF Solothurn. Schlussbericht, Bern.
- Weinberger, I., A. von May, and M. Martin. 2018. Otterspotter – Erste Fischotterkartierung 2017/18 in den Kantonen Bern und Solothurn mit Citizen Science. Schlussbericht, Bern.
- Zeh Weissmann, H., C. Könitzer, and A. Bertiller. 2009. Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Oekomorphologie); Ergebnisse der oekomorphologischen Kartierung. Stand April 2009. Bern.

Abbildungsverzeichnis

Titelbild:	Paul A. Carpenter
Abbildung 1, 2, 3:	Irene Weinberger
Abbildung 4:	Denise Karp
Abbildung 5, 6:	Jelena Mausbach

Appendix

Appendix 1

Schlüssel für eine effiziente Fischotterkartierung in der Schweiz (siehe Ende des Appendix).

Appendix 2

Ausbildung von Artenspürhundeteams zur Suche nach Fischotterlosung

Die Dauer der Ausbildung beträgt 2-3 Monate. Es sollen nur als geeignet eingestufte Hunde zur Ausbildung zugelassen werden. Eine Eignung beinhaltet beispielsweise eine einwandfreie Umweltsicherheit, ein kontrollierbarer Jagdtrieb, ein tadelloser Rückruf, ein ausdauernder Suchenwille oder Trittsicherheit in unwegsamem Gelände. Die als geeignet ausgewählten Hunde bringen bei Ausbildungsbeginn bereits eine solide Grundausbildung mit und erlernen in der spezifischen Ausbildung den Geruch der Fischotterlosung und das benötigte Suchmuster für die Kartierungen. Der Hundeführer lernt in der Ausbildung ebenfalls das Erkennen der Fischotterlosung im Feld unter verschiedenen Bedingungen sowie das störungsarme Begehen eines Gewässerabschnitts. Um zum Einsatz zugelassen zu werden, muss das Team einen doppelblinden Einsatztest bestehen. Hierbei werden sowohl die Fähigkeiten des Hundes wie auch des Hundeführers geprüft. Der Einsatztest liefert die Voraussetzung, dass die eingesetzten Artenspürhunde eine einheitlich hohe Qualität bei der Datenaufnahme erbringen. Dieses Vorgehen ist nötig, damit die Störung, welche durch Hunde verursacht wird, rechtfertigt werden kann, sprich nicht unqualifizierte Hunde und Hundeführer eingesetzt werden.

Der Einsatztest beinhaltet sowohl das Absuchen von zwei 600 m Transekten mit doppelblind ausgelegten Fischotterproben (keine Zootiere), welche für den Hund unbekannt sind (keine Trainingsproben) sowie die Begutachtung der Leistung im Realhabitat. Um als einsatzfähig zu gelten, muss der Hund einerseits mind. 70% der ausgelegten Losungen finden und andererseits selbständig mindestens 6 Losungen von wildlebenden Fischottern im Realhabitat finden. Bei der Begehung im Realhabitat darf das Gebiet vorher weder von Mensch noch von einem Hund abgesucht worden sein. Im Anschluss an das Absuchen durch den Prüfling wird dieselbe Strecke durch einen bereits einsatzfähigen Artenspürhund abgesucht, damit die FINDERATE des zu prüfenden Hundes bestimmt werden kann. Der zu prüfende Hund darf nicht mehr als 3 Losungen überlaufen. Dabei wird

sowohl bei der Transektsuche mit ausgelegten Losungen sowie bei der Begehung im Realhabitat neben der Findeeffizienz auch die Abdeckung des Geländes, das Führen des Hundes, die Teamarbeit und die Datenaufnahme evaluiert und in die Beurteilung der Einsatzfähigkeit einbezogen.

Appendix 3

Losungsfunde aufgeschlüsselt nach Ökomorphologie und Kartiertyp (Rohdaten).

Kartiertyp	Naturnah	Wenig beeinträchtigt	Stark beeinträchtigt	Naturfremd
Freiwillige	6	13	16	10
Experten	6	15	24	18
Hunde	21	39	59	49
Total	23	42	62	49



Foto: Laurie Campbell

Schlüssel für eine effiziente Fischotterkartierung in der Schweiz

Standardisiertes Vorgehen bei Fischotterkartierungen

Für die Fischotterkartierungen wird im Normalfall die IUCN-Standardmethode mit Transekten angewandt. Bei dieser Methode wird die Fläche in ein Raster von 10 x 10 Kilometer eingeteilt. In jedem Quadrat wird an vier Standorten je ein Transekt begangen. Für eine gleichmässige Verteilung der Standorte werden die 10 Kilometer-Quadrate in vier 5 x 5-Kilometer-Quadrate unterteilt. Das Transekt hat eine Länge von 600 Metern. Es wird entlang einer Uferseite eines Gewässers begangen und auf Hinweise von Fischottern abgesehen. Als sichere Nachweise gelten Fischotterlosung, Trittsiegel oder Fotos von Fischottern. Fischotterkartierungen finden normalerweise im Winterhalbjahr statt und können mehrere Monate dauern.

Variationen der Kartierung

In mehreren Gebieten Europas und auch in der Schweiz wird das Fischottervorkommen anstelle der standardisierten Transekt-Methode mit der abgekürzten Methode der Kartierung von punktuellen Standorten ersetzt. Dabei werden vor allem Brücken, die als bevorzugte Markierplätze von Fischottern gelten, gezielt auf Losung untersucht. Damit lässt sich im selben Zeitfenster ein grösseres Gebiet von einer gleichbleibenden Anzahl Personen untersuchen als bei der Transektmethode.

Verschiedene Kartierende

Kartierungen werden sowohl von Experten, Freiwilligen sowie Artenspürhunden durchgeführt. Die Finde-Wahrscheinlichkeit von Losung variiert stark zwischen diesen «Kartiertypen».

- Solide und nach standardisiertem Protokoll durch Fachpersonen ausgebildete Artenspürhunde sind mit Abstand die erfolgreichsten bei der Suche nach Losungen. Sie bewegen sich zudem agil in unwegsamem Gelände. Da Hunde ein zusätzlicher Störfaktor für Wildtiere sind, ist eine hohe Ausbildungsqualität wichtig, um deren Einsatz zu rechtfertigen.
- Speziell bei grossflächigen Kartierungen können Freiwillige resp. Nichtfachpersonen eine wichtige Rolle spielen, da mit Hilfe von vielen Personen mehr Fläche pro Zeiteinheit begangen werden kann. Freiwillige weisen eine deutlich tiefere Auffindewahrscheinlichkeit auf als Artenspürhunde. Gute Vorbereitungskurse sowie wiederholte Trainings erhöhen jedoch die Findewahrscheinlichkeit. Neben einer fundierten Ausbildung ist eine gute Betreuung während den Feldarbeiten wichtig. Freiwillige sind lokale und zahlreiche Botschafter:innen für den Fischotter.
- Expert:innen weisen je nach Erfahrung eine ähnliche Auffindewahrscheinlichkeit wie geübte Freiwillige auf. Aufgrund ihres Fachwissens sind sie für Kartierungen, resp. deren Planung und Interpretation, beizuziehen.

Schlüssel zur Kartierung gemäss IUCN-Standardmethode

Allgemeines

- Jede Kartierung muss individuell beurteilt werden.
- Der Schlüssel ist eine Entscheidungshilfe, um möglichst optimal zu kartieren.
- Die Reihenfolge der Kartiertypen entspricht der absteigenden Präferenz, die mit * (Sternchen) gekennzeichnete Kartiertypen werden an dieser Stelle speziell empfohlen.
- Mithilfe der Detection Probabilities (siehe unten) sind für alle Kartierenden und Situationen Hochrechnungen möglich.
- Die Grundlage zur Ökomorphologie findet sich auf map.geo.admin.ch.

1 Wie gross ist das Gebiet, welches innerhalb von zwei Wochen untersucht werden muss?

- | | |
|--|---|
| 1a) Es handelt sich um ein Gebiet in der Grösse von < 40 km ² | ▶ Experten und/oder Artenspürhunde |
| 1b) Es handelt sich um ein Gebiet in der Grösse von > 40 km ² | ▶ Einbezug von mehreren Personen wie z.B. Freiwillige neben Experten und/oder Artenspürhunden |

2 Anzahl Brücken¹⁾

- | | |
|--|--|
| 2a) Es sind < 4 geeignete Brücken ²⁾ in und um den Transekt vorhanden | ▶ 3 |
| 2b) Es sind > 4 geeignete Brücken ²⁾ in und um den Transekt vorhanden | ▶ Die Brücken werden vor dem Transekt begangen durch Experten*, Freiwillige*, Artenspürhunde |

3 Ökomorphologie

- | | |
|--|--|
| 3a) Es ist keine Information über die Ökomorphologie der ausgewählten Gewässer vorhanden | ▶ Artenspürhunde*, Experten, Freiwillige |
| 3b) Information zur Ökomorphologie ist vorhanden | ▶ 4 |

4 Kartierung an Transekten mit bekannter Ökomorphologie

- | | |
|--|---|
| 4a) Das Transekt liegt grösstenteils in naturfremden Abschnitten | ▶ Artenspürhunde*, Experten, Freiwillige |
| 4b) Das Transekt liegt grösstenteils in stark beeinträchtigten Abschnitten | ▶ Artenspürhunde*, Experten, Freiwillige |
| 4c) Das Transekt liegt grösstenteils in wenig beeinträchtigten Abschnitten | ▶ Artenspürhunde, Freiwillige, Experten |
| 4d) Das Transekt liegt grösstenteils in naturnahen Abschnitten | ▶ Freiwillige*, Experten*, Artenspürhunde |

¹⁾ Die Beurteilung einer Brücke als Kartierbrücke kann mit dem Brückenindex (siehe www.prolutra.ch) erfolgen. Informationen zu Brücken, die in früheren Kartierungen erhoben worden sind, können bei den Verantwortlichen bezogen werden.

²⁾ Die Anzahl Brücken ist konservativ geschätzt und kann sich allenfalls aufgrund zukünftiger Studien noch verändern.

Detection Probabilities für die Hochrechnung

Geschätzte Wahrscheinlichkeit ± SE in % eine besetzte geeignete Brücke oder einen besetzten Standort als solchen zu erkennen.

		Artenspürhund	Experte	Freiwillige
Geeignete Brücke		100	65 ± 13	57.5 ± 15
Standort / Ökomorphologie des Uferbereichs	Naturnah	97.5 ± 2.4	72.9 ± 14.3	72.9 ± 14.3
	Wenig beeinträchtigt	91.7 ± 5.5	43.1 ± 12.3	43.1 ± 12.3
	Stark beeinträchtigt	75.6 ± 11.3	17.5 ± 7.9	17.5 ± 7.9
	Naturfremd	46.6 ± 18.5	5.6 ± 4.4	5.6 ± 4.4